

# ДИАТОМОВЫЙ АНАЛИЗ

КНИГА  
1

Госгеолитиздат

Светлой памяти  
Вадима Сергеевича  
ПОРЕЦКОГО—  
основоположника метода  
диатомового анализа  
осадочных пород в СССР—  
посвящаем наш труд



*В. С. Порецкий*

1893—1942

56:58

Же-83.

ВСЕСОЮЗНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ

БОТАНИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА  
АКАДЕМИИ НАУК  
СССР

# ДИАТОМОВЫЙ АНАЛИЗ

Книга 1

## ОБЩАЯ И ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Под общей редакцией  
А. Н. КРИШТОФОВИЧА

Составили  
А. П. Жузе, А. И. Прошкина-Лавренко,  
В. С. Шешукова

Редактор  
А. И. ПРОШКИНА-ЛАВРЕНКО

~~5645~~

18940



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
1949

#### АННОТАЦИЯ

Книга первая по диатомовому анализу дает краткие сведения, необходимые для самостоятельной научно-исследовательской работы по диатомовым водорослям, излагает историю развития флоры диатомовых с мелового периода по настоящее время и знакомит с основной литературой по диатомовым водорослям. Эта книга служит введением для двух последующих книг, содержащих систематическую сводку ископаемых и современных диатомовых Советского Союза. Все они являются справочными монографиями по диатомовому анализу для научно-исследовательской работы в области геологии, палеогеографии, палеонтологии, ботаники, альгологии и гидробиологии, а также может служить пособием для аспирантов и студентов старших курсов.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время при изучении стратиграфии осадочных пород, преимущественно четвертичных и третичных, при сопоставлении отдельных горизонтов, наряду с обычными методами все более широко применяется изучение ископаемых диатомовых водорослей. Ввиду отсутствия соответствующего руководства в русской и зарубежной литературе, этот метод пока не получил должного распространения. В связи с этим Министерство геологии СССР поручило Всесоюзному научно-исследовательскому геологическому институту составить руководства по пыльцевому и диатомовому анализу.

Данный том этого издания — «Диатомовый анализ», — выполненный в течение 1945—1946 гг. силами Всесоюзного научно-исследовательского геологического института и Ботанического института им. акад. В. Л. Комарова АН СССР, состоит из трех книг.

При составлении этих книг перед авторами встали следующие трудности:

1. Необходимость выполнить в исключительно короткий срок такую трудную тему, как составление флоры ископаемых и современных диатомовых водорослей СССР, требующую большой подготовительной работы по инвентаризации ископаемых и современных диатомовых Советского Союза.

2. Крайне недостаточная изученность третичных диатомовых СССР и полное отсутствие сведений по меловым диатомовым потребовали специального изучения диатомовых в отложениях этих возрастов из различных мест Советского Союза. На основании этих исследований, проведенных А. П. Жузе, написаны очерки флор диатомовых водорослей мелового и третичного периодов.

3. Составление систематической сводки по ископаемым и современным диатомовым является в международной литературе первым опытом и представляет большие трудности, потому что между древними ископаемыми диатомовыми и современными существуют большие генетические разрывы. В связи с этим явилась необходимость установить новый по-

рядок *Mediales*, занявший промежуточное положение между двумя существующими порядками *Centrales* и *Pennales*.

Цель издания данных книг состоит в том, чтобы дать основные сведения по морфологии, экологии, биологии, методике полевых и лабораторных исследований диатомовых водорослей в объеме, необходимом для самостоятельной научно-исследовательской работы, ознакомить с характером ископаемых флор диатомовых и дать систематическую сводку по диатомовым водорослям Советского Союза, снабженную ключами для их определения. Этим и был определен объем материала, его содержание и расположение.

Первая книга делится на две части — общую и палеоботаническую.

В общей части подробно излагается морфология и детальная структура панциря, на признаках которого построена систематика диатомовых водорослей. Строение протопласта (отсутствующего у ископаемых и сжигаемого у современных перед определением) изложено очень кратко. Так же очень сжато даны главы об экологии и биологии диатомовых водорослей. Главы о методике полевых исследований и камеральной обработке изложены применительно к ископаемым диатомовым водорослям.

В части палеоботанической приводится критический обзор литературы по ископаемым диатомовым водорослям и даются очерки ископаемых флор СССР с нижнемеловой эпохи до современной, иллюстрируемые руководящими комплексами диатомовых. В заключение излагаются принципы диатомового анализа и приводятся списки ископаемых диатомовых из различных местонахождений Советского Союза, которые, вместе с опубликованными работами, послужили материалом для описания меловой, третичной и четвертичной флор диатомовых водорослей СССР.

В конце первой книги приведены три списка литературы. В списке цитированной геологической литературы приведены только те геологические работы, которые упоминаются в тексте. Во втором списке приведена русская литература по диатомовым водорослям, куда вошли все русские работы за период с 1830 по 1946 г. Список иностранной литературы по диатомовым водорослям включает наиболее важные работы по морфологии, биологии, экологии, систематике и флористике диатомовых водорослей, опубликованные в текущем столетии; из книг, вышедших в прошлом столетии, приведены только работы, касающиеся СССР, главнейшие сводки, монографии и атласы.

При этом литература по ископаемым водорослям приведена по возможности полно, отсутствуют преимущественно работы с ошибочными и недостоверными данными. Монографии общего характера — гидрологические, гидробиологические и физиологические — не приведены.

Вторая и третья книги включают флору ископаемых и современных диатомовых водорослей Советского Союза. Во введении излагаются взгляды на происхождение, эволюцию диатомовых и дается критический

обзор существующих систем. Далее следует описание в систематическом порядке ископаемых и современных диатомовых водорослей СССР. Включение современных видов диатомовых оказалось необходимым, так как флора диатомовых четвертичного периода, особенно поздне- и послеледниковая, тождественна по видовому составу с современной. В систематической части приведены диагнозы порядков, подпорядков, семейств, родов, видов и разновидностей, сопровождаемые таблицами для определения всех перечисленных систематических единиц. Распространение видов в СССР приводится на основании литературных источников с 1830 по 1946 г. включительно. Почти все виды иллюстрированы, из них меловые и большинство третичных — оригинальными рисунками и микрофотографиями, а современные — копиями из русских и иностранных работ, монографий и атласов.

Ввиду того, что настоящее издание является первой русской монографией по диатомовым водорослям, а также вследствие конспективности изложения, авторам приходилось часто прибегать к цитированию литературы, чтобы дать возможность исследователю самостоятельно разобраться в частных вопросах, на изложении которых авторы не могли останавливаться. При составлении описания формы и структуры панцыря авторы сочли необходимым выработать русскую терминологию и увязать ее с иностранной, для чего был составлен терминологический словарь на пяти языках. Что касается вообще научной терминологии, то авторы старались по возможности избегать иностранных терминов, заменяя их равноценными русскими терминами и словами (например: биотоп — местообитание, ценоз — сообщество и проч.).

Распределение работы среди авторов книг по диатомовому анализу было произведено следующим образом.

В первой книге общая характеристика, морфология, биология и экология диатомовых водорослей составлены А. И. Прошкиной-Лавренко, методика полевых исследований и камеральной обработки диатомовых — В. С. Шешуковой. Очерки по диатомовым мелового и третичного периодов написаны А. П. Жузе; по диатомовым четвертичного периода — В. С. Шешуковой, принципы диатомового анализа — А. П. Жузе и В. С. Шешуковой.

Во второй и третьей книгах введение в систематику диатомовых водорослей изложено В. С. Шешуковой. Порядок *Centrales* составлен А. П. Жузе (ископаемые виды), И. А. Киселевым (современные морские виды) и В. С. Порецким (современные пресноводные виды).<sup>1</sup> Порядок *Mediales* составлен А. П. Жузе и А. И. Прошкиной-Лавренко. В порядке *Pennales* подпорядок *Araphineae* — А. И. Прошкиной-Лавренко; подпорядки *Raphidioineae* и *Monoraphineae* — В. С. Шешуковой; подпорядок *Viraphineae* — М. М. Забелиной и И. А. Киселевым.

<sup>1</sup> Посмертные материалы В. С. Порецкого переработаны В. С. Шешуковой.

Приложения — терминологический словарь, список русской и иностранной литературы — составлены А. И. Прошкиной-Лавренко.

Оригинальные рисунки выполнены художником Н. К. Сониной.

Авторы приносят глубокую благодарность заведующему Отделом споровых растений Ботанического института им. акад. В. Л. Комарова АН СССР В. П. Савичу, который создал благоприятные условия для проведения этой трудной и срочной работы, выполненной в Отделе споровых растений БИН АН СССР. Авторы также искренне признательны заведующей Микропалеоботанической лабораторией Всесоюзного геологического института И. М. Покровской — инициатору настоящего издания, неизменно помогавшей организации работы, и рецензентам М. М. Голлербаху, А. Д. Зиновой, Е. К. Косинской, А. Н. Криштофовичу и В. И. Полянскому, давшим авторам ряд ценных указаний.

Принимая во внимание трудоемкость и сложность работы и учитывая возможность некоторых недочетов и упущений в настоящем «Руководстве», авторы будут очень благодарны за всякие критические указания, которые просим направлять по адресу: Ленинград 22, ул. проф. Попова, д. № 2, Ботанический институт им. В. Л. Комарова АН СССР и В. О., Средний проспект, д. № 72<sup>б</sup>, Всесоюзный геологический институт Министерства геологии СССР.

*Редактор*

# ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ОБЩАЯ

---

## Глава I

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Диатомовые водоросли относятся к низшим растениям, представляя вполне обособленный тип водорослей *Bacillariophyta*. Диатомовые известны с достоверностью с мелового периода, в третичном периоде они достигли высокого развития и широкого распространения, которое продолжалось и в течение четвертичного периода. В настоящее время диатомовые представляют собой очень разнообразную и богатую по количеству видов группу водорослей, насчитывающую свыше 200 родов и около 8 000 видов, включая ископаемые.

Диатомовые, микроскопические одноклеточные водоросли, живущие одиночно или образующие разнообразнейшие колонии: нити, ленты, цепочки, звездочки, кустики и бесформенные пленки. Клетка диатомовой состоит из протопласта, одетого пектиновой оболочкой, тесно прилегающей к наружной кремнеземной оболочке, называемой панцырем, представляющим продукт жизнедеятельности клетки. Панцырь состоит из кремнезема ( $\text{SiO}_2 + x\text{H}_2\text{O}$ ), близкого к опалу. Панцырь не сплошной, а состоит из двух самостоятельных половинок, которые плотно надвигаются одна на другую подобно крышке на коробку. Характерна структура панцыря, видимая под микроскопом в виде штрихов, точек, ареол и камер, расположенных с геометрической правильностью. Эта структура давно является предметом специальных исследований, и все современные системы классификаций диатомовых водорослей основаны на форме и структуре панцыря.

Протопласт диатомовых состоит из протоплазмы, ядра, хромофоров желтого или бурого цвета; продуктом ассимиляции и запасным питательным веществом является масло.

Диатомовые размножаются преимущественно делением. Наблюдается образование аукоспор, часто сопровождающееся половым процессом. У некоторых видов известно образование микроспор, а у большинства пелагических видов обычны покоящиеся споры.

Диатомовые — наиболее широко распространенная группа водорослей, они встречаются по всему земному шару во всех типах местобитаний, но преимущественно они населяют пресные и соленые воды, играя важную роль в жизни водоемов. Большинство диатомовых чувствительны к содержанию солей в воде и служат индикаторами степени солености воды и при изучении осадочных пород могут быть использованы

как показатели степени солености бассейна, отложившего осадки с диатомовыми водорослями.

*Bacillariophyta* — довольно древняя группа водорослей, возникшая ранее мелового периода и прошедшая длинный эволюционный путь. В настоящее время это самостоятельный высоко организованный и резко очерченный тип, не имеющий прямых родственных связей с другими группами водорослей. Существовавшее мнение о близости диатомовых к бурым водорослям и конъюгатам, из зеленых водорослей, должно быть отвергнуто, как несостоятельное, основанное на признаках внешнего сходства. Признаки внутренней организации клетки диатомовых водорослей сближают их с хризомонадовыми и разножгутиковыми, несмотря на то, что на современной ступени филогении диатомовые почти не имеют с ними внешнего сходства. (Подробнее в главе «Введение в систематику диатомовых водорослей»; книга 2-я).

## Глава II

### МОРФОЛОГИЯ КЛЕТКИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

#### 1. Строение панцыря

Диатомовую водоросль по оболочке всегда легко отличить среди других водорослей. Оболочка клетки у диатомовых, по последним исследованиям Манжена (1908) и Либиша (1928, 1929), двойная и состоит из внутренней пектиновсй (органической) оболочки, заключающей протопласт, и внешней кремнеземной — состоящей, повидимому, из гидрата окиси кремния ( $\text{SiO}_2 + x\text{H}_2\text{O}$ ) подобного опалу, и вероятно без примеси органического вещества. Обе оболочки самостоятельны, внутренняя пектиновая оболочка тесно прилегает к внешней кремнеземной и после растворения последней фтористо-водородной кислотой ясно обнаруживается. Кремнеземная оболочка тонкая, прозрачная, с удельным весом 2,07 и толщиной в пределах 0,08—2,25  $\mu$ , она называется панцырем и имеет своеобразное строение, которое не встречается у других водорослей.

Панцырь или тека (*theca* — футляр, ящик) состоит из двух половинок, вдвинутых краями одна в другую, подобно тому как крышка надета на коробку. Наружная половина, соответствующая крышке коробки, называется эпитекой (*epitheca*), внутренняя, соответствующая коробке, — гипотекой (*hypotheca*) (рис. 1, 2). Эпитека и гипотека составлены из двух частей — створки и пояскового ободка.<sup>1</sup>

Створка (лат. *valva* — створка, дверная створка); обычно плоская, подобно дну коробки, края ее загнуты подобно бокам коробки и называются загибом створки. У большинства диатомовых загиб створки выражен слабо, но у некоторых форм он очень широкий и образует большую часть боковой поверхности панцыря. Вторая составная часть эпитеки и гипотеки поясковый ободок (поясковое кольцо) представляет собой неширокий ободок, окаймляющий края загиба створки и непосредственно примыкающий к ним. Свободными краями

<sup>1</sup> Ввиду отсутствия в русской литературе справочного руководства по диатомовым водорослям нами выработана русская терминология панцыря и унифицирована с латинской, английской, французской и немецкой (см. стр. 189).

своего пояскового ободка эпитека надвигается на гипотеку, причем поясковый ободок эпитеки более или менее глубоко и плотно охватывает поясковый ободок гипотеки, но не срастается с ним. Раздвигание эпитеки и гипотеки наблюдается во время деления клетки и при образовании ауксоспор, но может быть вызвано и искусственно при помещении клетки в раствор едкого кали (КОН), отчего протопласт набухает и благодаря внутреннему давлению поясковые ободки эпитеки и гипотеки раздвигаются и обе половинки панцыря разъединяются. Поясковые ободки панцыря видимы под микроскопом в виде двухконтурной полосы, называемой пояском<sup>1</sup> (рис. 1, 2).

Клетка диатомовой водоросли имеет различный вид в зависимости от того, рассматриваем ли мы ее со стороны створки или со стороны пояса. Вид со створки дает представление об очертаниях створки и ее структуре, вид с пояса знакомит с боковым (поясковым) очертанием панцыря и структурой загиба створки и пояса (рис. 1—1, 2; 2—1, 2).

Вышеуказанное строение панцыря, свойственное всем диатомовым водорослям, усложняется у некоторых родов образованием вставочных ободков. Вставочный ободок (вставочное кольцо) представляет собой окремневший плоский ободок, возникающий между поясковым ободком и загибом створки. Вклиниваясь между ними, он слегка раздвигает их и, занимая промежуточное положение, является как бы вторичным поясковым ободком; конфигурация его, следовательно, такая же, как и у пояскового ободка (рис. 3, А).

Количество вставочных ободков бывает незначительно, тогда число их постоянное, например один-два ободка в эпитеке и гипотеке (pp. *Denticula*, *Epithemia*, *Grammatophora*, *Licmophora*) или многочисленное, тогда число их непостоянное и часто неодинаковое в эпитеке и гипотеке одного и того же панцыря (pp. *Rhabdonema*, *Tetracyclus*, *Striatella*, *Dactyliosolen* и др.). Вставочные ободки можно видеть только со стороны пояса панцыря, особенно хорошо они заметны, если их поверхность структурная.

У многих диатомовых от вставочных ободков внутрь клетки вдается окремневшая перегородка, расположенная всегда параллельно створке, она называется септой (лат. *septa* — перегородка). Септы никогда

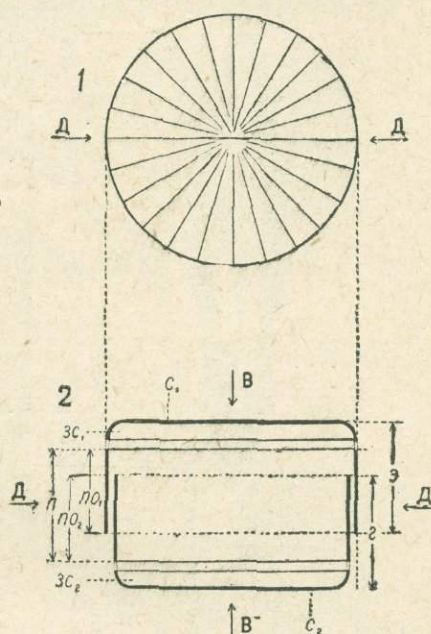


Рис. 1. Схематическое изображение панцыря центрического типа (р. *Coscinodiscus*). 1 — вид с пояса, 2 — вид со створки. В<sub>1</sub> — вертикальная ось, D — диаметр, э — эпитека, з — гипотека, по<sub>1</sub> — поясковый ободок эпитеки, по<sub>2</sub> — поясковый ободок гипотеки, п — пояс, с<sub>1</sub> — створка эпитеки, с<sub>2</sub> — створка гипотеки, зс<sub>1</sub> — загиб створки эпитеки, зс<sub>2</sub> — загиб створки гипотеки (по Капп).

<sup>1</sup> У некоторых родов порядка *Centrales*, преимущественно ископаемых, поясковые ободки (а следовательно и пояс) отсутствуют, а половинки панцыря смыкаются непосредственно краями сильно развитого загиба створки. Редко пояс возникает перед делением клетки (например у р. *Melosira*).

не бывают сплошными, они имеют одно или несколько отверстий и в виде неполной перегородки разделяют полость клетки на сообщающиеся между собой камеры (рис. 3, се). Количество септ часто зависит от количества вставочных ободков.

Они встречаются большей частью у представителей порядка *Pennales*. Септы имеют вид более или менее широкой перегородки на одном из полюсов вставочного ободка, реже на обоих полюсах, и очень редко окаймляют всю внутреннюю поверхность вставочного ободка, оставляя в середине одно или несколько отверстий. Септы обычно бывают плоскими и очень редко складчато-волнистыми (р. *Grammatophora*).

Панцырь диатомовых характерен геометрической правильностью своего строения и часто для точного представления его формы необходимо знать соотношение плоскостей и осей симметрии панцыря.

У *Pennales* различают три основные плоскости симметрии, рассекающие панцырь на симметричные половины, относящиеся друг к другу как объект к его зеркальному изображению. Продольная плоскость симметрии (или апикальная) проходит вдоль клетки перпендикулярно створкам; поперечная плоскость (или трансапикальная), проходит в поперечном направлении перпендикулярно створкам, и створковая плоскость (межстворковая, вальварная) — перпендикулярно первым двум и

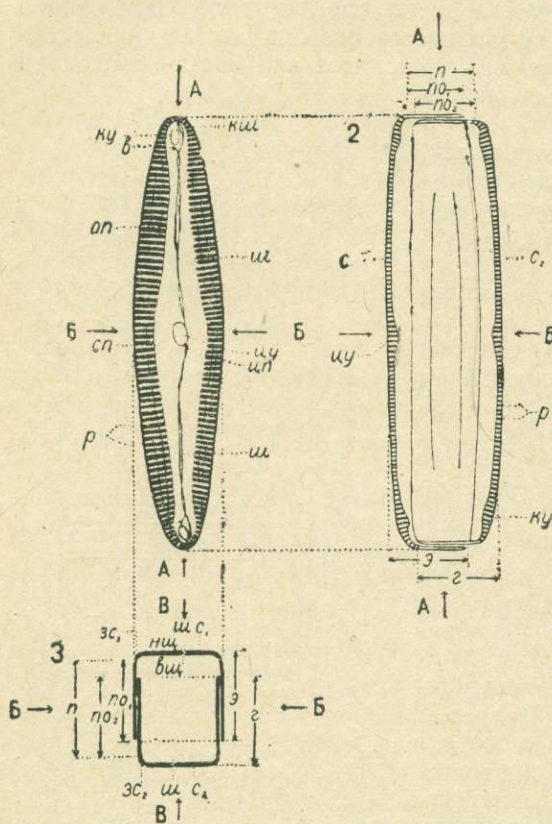


Рис. 2. Схематическое изображение панцыря пеннатного типа (р. *Pinnularia*). 1 — вид со створки, 2 — вид с пояска, 3 — поперечное сечение. AA — продольная ось, BB — поперечная ось. ВВ — центральная (первальварная) ось, э — эпитека, г — гипотека, по<sub>1</sub> — поясковый ободок эпитеки, по<sub>2</sub> — поясковый ободок гипотеки, п — поясок, с<sub>1</sub> — створка эпитеки, с<sub>2</sub> — створка гипотеки, зс<sub>1</sub> — загиб створки эпитеки, зс<sub>2</sub> — загиб створки гипотеки, р — ребра, цу — центральный узелок, цп — центральная пора, ш — шов, ку — конечный узелок, кщ — конечная щель шва, в — воронковидное тело, оп — осевое поле, сп — срединное (центральное) поле, вщ — внутренняя щель шва, нщ — наружная щель шва (по Капп).

параллельно створкам панцыря. Створковая плоскость пересекает панцырь в области пояска, в этой плоскости всегда происходит деление клетки диатомовых (рис. 4).

Соответственно этим трем плоскостям симметрии различают три основные взаимно перпендикулярные оси симметрии. Продольная ось (или апикальная) и поперечная ось (трансапикальная или

трансверсальная) совпадают с соответствующими плоскостями симметрии. Третья центральная (или первальварная) ось перпендикулярна к поверхности створок и проходит через центры обеих створок панцыря (рис. 4).

У *Centrales*, в том случае, если створки их совершенно круглые, вместо продольной и поперечной плоскостей и осей симметрии можно провести много плоскостей и осей; последние являются в то же время диаметром панцыря.

На рис. 5 показано расположение плоскостей симметрии у наиболее типичных диатомовых. У р. *Navicula* ( $A, A_1, A_2$ ) все три плоскости симметрии делят панцырь на симметричные половины. У р. *Gompholoma* ( $B, B_1, B_2$ ) продольная и створковая плоскости делят панцырь на симметричные половины, в отношении же поперечной плоскости — панцырь не сим-

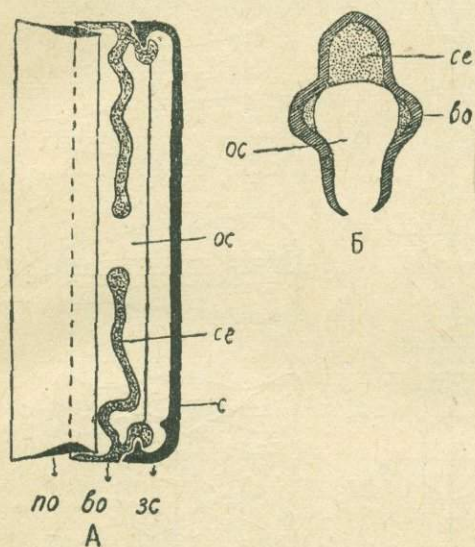


Рис. 3. А — схематическое изображение одной половины панцыря *Grammatophora marina* со вставочным ободком и септой, вид с пояска. Б — схематическое изображение вставочного ободка с септой *Tetracyclus lacustris* — вид со створки, с — створка, зс — загиб створки, по — поясковый ободок, во — вставочный ободок, се — септа, ос — отверстие септы (по Эрнсту).

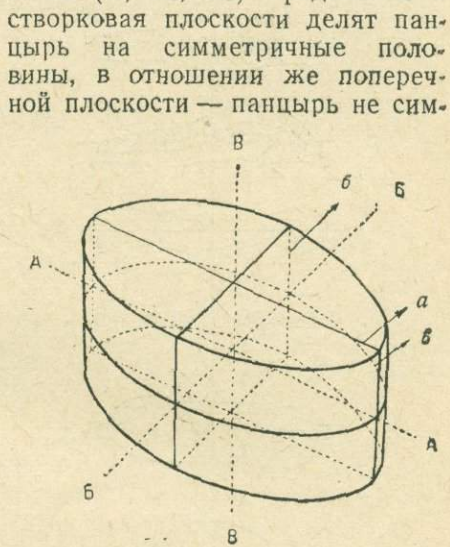


Рис. 4. Схема расположения плоскостей и осей симметрии панцыря. Оси симметрии: AA — продольная, BB — поперечная, ВВ — центральная (вертикальная). Плоскости симметрии: а — продольная, б — поперечная, в — створковая (вальварная) (по Эрнсту).

метричен, так как концы или полюсы панцыря различные; такой панцырь называется гетеропольным в отличие от изопольного, имеющего одинаковые концы, как у р. *Navicula*. У гетеропольных клеток широкий конец называется головным, а узкий — базальным, так как этим концом клетки прикрепляются к субстрату. У р. *Amphora* ( $B, B_1, B_2$ ) панцырь симметричен в отношении поперечной и створковой плоскостей, но не симметричен в отношении продольной плоскости, так как панцырь изогнут по продольной оси. Такие клетки называются до рзивентральными, вогнутая поверхность панцыря называется брюшной стороной, а выпуклая — спинной. Род *Rhoicosphenia* не имеет ни одной плоскости симметрии, потому что ее гетеропольный панцырь изогнут по всем трем плоскостям симметрии и является совершенно асимметричным.



(иногда в несколько десятков или даже сотен раз). Поперечная ось обыкновенно длиннее центральной, вследствие чего при наблюдении клетки диатомовой водоросли под покровным стеклом она обычно обращена к наблюдателю своей широкой поверхностью, т. е. створкой. Однако у некоторых диатомовых центральная ось бывает длиннее продольной и поперечной осей, тогда наблюдатель всегда видит такую клетку с пояса. Эта особенность свойственна преимущественно тем диатомовым, у которых сильно развит загиб створки или имеются многочисленные вставочные ободки (рр. *Melosira*, *Rhizosolenia*, *Rhabdonema*, *Striatella*, *Attheya*, *Dactyliosolen* и др.).

Створки имеют определенные и характерные для каждого вида очертания и структуру<sup>1</sup>, а поясок обычно гладкий (бесструктурный), поэтому при определении диатомовых основными диагностическими признаками

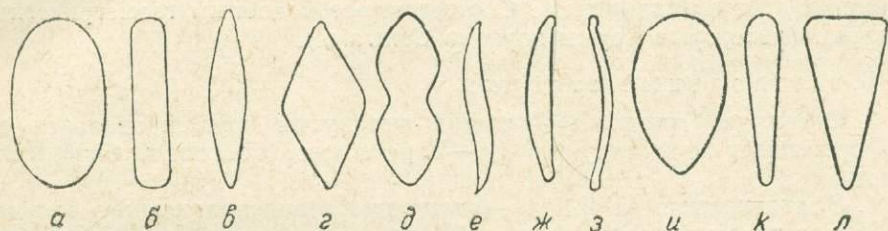


Рис. 6. Формы створок (схемы): а — эллиптическая, б — прямоугольно-таблитчатая, в — ланцетная, г — ромбическая, д — гитаровидная, е — сигмовидная (S-образная), ж — ладьевидная, з — серповидная, и — яйцевидная, к — булавовидная, л — клиновидная. (Ориг.)

являются форма, размеры и структура створок, а поясковая сторона принимается во внимание лишь в том случае, если в панцире развит загиб створки, который подобно плоской части створки (диску) имеет определенную структуру, или же имеются вставочные ободки и септы.

Форма и структура створок очень разнообразны, но при всем разнообразии их можно объединить в два основных типа: 1-й тип с круглыми или многоугольными створками и радиальной структурой их и 2-й тип с удлинненными створками и симметричной их структурой (рис. 1, 2).

Соответственно этому диатомовые делятся систематиками на 2 порядка. Первый порядок, *Centrales*, объединяет формы, имеющие створки круглые, многоугольные и треугольные с радиальной структурой. У большинства *Centrales* как форма створок, так и структура их позволяют провести не менее 3-х плоскостей симметрии, следовательно для большинства *Centrales* характерны актиноморфные створки. Второй порядок *Pennales* включает формы с удлинненными створками разнообразных очертаний и различного отношения длины к ширине створки, но всегда с симметричной (перистой) структурой. Створки *Pennales* обычно бывают бисимметричными (или билатеральными), т. е. они симметричны относительно продольной и поперечной плоскостей. Реже они бывают моносимметричными, тогда они имеют только одну плоскость симметрии — продольную или поперечную, и у единичных родов — асимметричными, не имеющими ни одной плоскости

<sup>1</sup> Под структурой мы разумеем видимый под микроскопом рисунок панциря, который обусловлен внутренней и наружной структурой панциря.

симметрии. (Асимметричность иногда бывает выражена только структурой створок, а не их формой.) В настоящей систематической сводке нами установлен третий порядок *Mediales*, занимающий промежуточное положение между порядками *Centrales* и *Pennales*. У представителей порядка *Mediales* створки симметричные, как у *Pennales*, но структура створок или неправильная или смешанная, несущая черты *Pennales* и *Centrales*.

Очертания створок диатомовых водорослей достигают большого разнообразия, но могут быть сведены к следующим основным формам (рис. 6).

#### А. Актиноморфные створки

1. Круглая (*rotundus, orbicularis*) — очертания створки представляют правильный круг (большинство форм порядка *Centrales*).

2. Треугольная, четырехугольная, многоугольная (*triangularis, quadrangularis, multangularis*). Соответствуют подобным геометрическим фигурам (некоторые формы порядка *Centrales*).

#### Б. Изопольные створки

3. Округлая (*rotundata*) — слегка вытянутый круг, продольная ось его превышает поперечную в 1,5—2 раза (р.р. *Cocconeis, Chaetoceros* и др.).

4. Эллиптическая (*elliptica*) — имеет очертания правильного эллипса, его длина превышает ширину в 2—4 раза (виды р.р. *Cocconeis, Achnanthes, Diploneis, Cymatopleura* и др.).

5. Ланцетная (*lanceolata*) — в виде двух ланцетов, сложенных своими основаниями, длина превышает ширину в 4 раза и более (наиболее часто встречающаяся форма створки у *Pennales*).

6. Линейная (*linearis*) — длина сильно превышает ширину, края створок параллельны между собой (р.р. *Synedra, Fragilaria, Thalassiothrix* и др.).

7. Ромбическая (*rhomboidea*) имеет очертание более или менее ясно выраженного ромба (*Fragilaria Harrisonii, Fr. pleurostauron, Tetracyclus lacustris var. rhombica* и др.).

8. Гитаровидная (*panduriformis*) — створка в общих очертаниях от округлой до эллиптической, но имеет на середине с каждой стороны округлую выемку, т. е. створка как бы перешнурована посередине (р.р. *Diploneis, Achnanthes* и др.).

9. Сигмоидная, S-образная (*sigmoidea*) — в очертаниях от ланцетных до линейных с концами, изогнутыми в противоположные стороны (все виды р.р. *Pleurosigma* и *Gyrosigma*).

10. Ладьевидная (*cymbiformis*) — в общих очертаниях ланцетная, дорзовентрального строения, один край створки выпуклый, другой вогнутый или прямой, реже слегка выпуклый, в виде лодки сбоку (рр. *Cymbella, Amphora, Epithemia, Rhopalodia, Eunotia*).

11. Серповидная, полулунная (*meniscoidea, lunulata*) — серповидно изогнутая, с сильно выпуклым спинным и вогнутым брюшным краями (р. *Amphicampa*, некоторые виды р.р. *Amphora, Eunotia, Ceratoneis arcus* и др.).

#### В. Гетеропольные створки.

12. Яйцевидная (*ovata*) — округлая, с одним концом суженным — типичный яйцевидный овал, у которого наибольший поперечник между серединой и основанием (*Surirella striatula, S. ovalis, S. ovata* и др.).

13. Булавовидная (*claviformis*) — удлиненная, с широким округлым головным концом, постепенно суживающаяся к нижнему узкому базальному концу (р.р. *Licmophora*, *Licmosphenia*, *Gomphonema* и др.).

14. Клиновидная (*cuneiformis*) — в виде клина, у которого широкий конец усеченный (поясковая сторона у большинства коротких гетеропольных форм).

Наряду с перечисленными основными формами створок очень часто встречаются формы комбинированные: продолговато-ланцетные, продолговато-эллиптические, линейно-ланцетные, удлиненно-клиновидные и проч.

Концы створок также разнообразны. Наиболее часто встречаются следующие формы их (рис. 7):

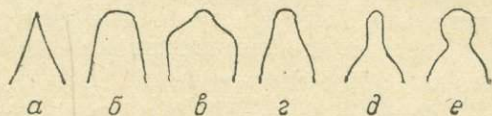


Рис. 7. Концы створок (схемы) а — острый, б — тупой, в — клиновидный, г — оттянутый, д — клювовидный, е — головчатый. (Ориг.)

Острый (*acutus*) — постепенно суживающийся к концу.

Тупой (*obtusus*) — конец тупо округлен.

Широко-округлый (*rotundatus*) — конец почти не сужен и широко закруглен.

Оттянутый (*attenuatus*) — конец внезапно сужен и как бы слегка вытянут.

Клювовидный (*rostratus*) — конец внезапно сильно сужен и вытянут наподобие утиного носа.

Головчатый (*capitatus*) — концы головчатые более или менее глубоко перешнурованы под головкой.

Не всегда вышеуказанные формы концов резко выражены, иногда между ними имеются переходы и отклонения от типичной формы.

## 2. Детальная структура панциря

Створки диатомовых очень тонкие. Установлено, что толщина створок у *Pennales* колеблется в пределах 0,08—0,15  $\mu$ , а у *Centrales* 0,4—2,25  $\mu$ . Структура створок чрезвычайно разнообразна по своему рисунку и часто очень сложная по строению, особенно у *Centrales*. Под микроскопом она представляется большей частью точками или штрихами. Штрихи или черточки также состоят из рядов точек иногда крупных, хорошо различаемых, но чаще мелких, тесно расположенных, которые, сливаясь, кажутся штрихами. Иногда вместо штрихов или наряду с ними имеются ребра, представляющие собой или утолщение панциря в виде складки или удлиненные камеры в стенках створки, открытые в полость клетки.

У многих диатомовых, особенно у *Centrales*, поверхность створок кажется сетчатой и состоит из крупных, круглых или многогранных ячеек ареол, представляющих камеры в стенках створки; эти камеры открыты в полость клетки или наружу. Вышеуказанные структурные образования пронизаны мельчайшими порами и пороидами, которые обеспечивают сообщение протопласта клетки с внешней средой.

Структурные элементы на створке у *Centrales* расположены радиально, а у *Pennales* — симметрично относительно продольной оси ее и обычно состоят из штрихов, лежащих поперек створки, более или менее перпендикулярно к продольной ее оси. Такой рисунок напоминает птичье перо, вследствие чего эта структура называется перистой.

(лат. *pennatus* — перистый), откуда порядок и получил свое название. Поперечные штрихи у *Pennales* идут или параллельно — параллельные штрихи, или слегка расходятся по направлению к краям створки — радиальные штрихи, или же, наоборот, к краям створки сходятся — конвергентные штрихи, последние бывают только у концов створок (рис. 8). Точки, образующие поперечные штрихи, иногда располагаются так, что они образуют продольные ряды, которые в виде линий пересекают поперечные штрихи; их обычно называют продольными линиями. Редко штрихи образуются не точками, а рядами коротких штришков, такие штрихи называются линеолированными. У немногих родов точки располагаются таким образом, что составляют взаимно перекрещивающиеся косые линии,

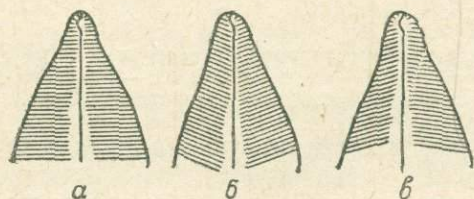


Рис. 8. Расположение штрихов у *Caloneis*: а — параллельные, б — радиальные, в — конвергентные (по Густедту).

которые пересекаются поперечными, образуя сложный рисунок, называемый *quincunx* (р.р. *Grammatophora*, *Pleurosigma* и др.).

У большинства *Pennales* по продольной оси створки проходит шов, представляющий щель в створке. У *Centrales* шов отсутствует, также его нет у подпорядка *Araphineae* из пор. *Pennales*; у остальных подпорядков пор. *Pennales* шов развит неодинаково. Наиболее полного развития

достигает шов у представителей сем. *Naviculaceae* (подпорядок *Viraphineae*), у которых он тянется от одного полюса к противоположному, совпадая с продольной осью створки (рис. 2, *iii*). На середине створки шов прерывается центральным узелком, а на концах створки он заканчивается полярными или конечными узелками. Бесструктурная (гладкая) полоса створки, на которой лежит шов, называется осевым полем. Обычно осевое поле узкое и только в области центрального узелка расширяется, образуя срединное (среднее) или центральное поле. Срединное поле может быть круглым, ромбическим и четырехугольным. Иногда центральный узелок поперечно расширяется вплоть до краев створки, образуя поперечную гиалиновую полосу, сильно преломляющую свет, называемую ставрос (*stauros*), как у рода *Stauroneis* и у некоторых видов других родов.

У подпорядка *Araphineae* шва нет, а на месте его находится только бесструктурная гладкая полоса — осевое поле (ложный шов).<sup>1</sup>

Характерной особенностью структуры створки диатомовых водорослей является ее постоянство и правильная периодичность, поэтому количество точек, ареол, штрихов, ребер и прочих элементов структуры на единицу поверхности створки — величина постоянная. Для диагностиче-

<sup>1</sup> Для обозначения гладкой (бесструктурной или гиалиновой) полосы, лежащей по оси створки, у подпорядка *Araphineae* мы употребляем термин «осевое поле», а не «ложный шов», обычно употребляемый в иностранной литературе, потому что термин «ложный шов» заставляет предполагать присутствие какого-то иного шва, отличного от настоящего, тогда как в действительности здесь никакого шва нет. Некоторые исследователи пытаются утверждать, что осевое поле осталось на месте утраченного шва и что у подпорядка *Araphineae* настоящий шов редуцировался. Однако изучение ископаемых диатомовых показывает, что первые представители со швом появились значительно позже, когда формы с осевым полем были уже широко распространены.

ских целей исчисляют количество элементов структуры в условной линейной единице  $10 \mu$  ( $1 \mu = 0,001 \text{ мм}$ ).

Известно, что благодаря этим свойствам структуры некоторые виды диатомовых используются как пробный объект для определения апертуры микроскопических линз (таковы: *Pleurosigma elongatum*, *P. angulatum*, *Amphipleura pellucida*, *Frustulia rhomboides*, *Surirella gemma* и др.).

Количество элементов структуры, их строение и расположение являются основными признаками вида и систематика диатомовых основывается на изучении тонкой структуры панцыря, поэтому изучению структуры панцыря посвящено очень большое количество работ, начиная с пятидесятых годов прошлого столетия.

Видимая под микроскопом структура панцыря представляется в виде точек, штрихов и ребер, однако детальное изучение показывает большую сложность и разнообразие этой кажущейся простой структуры.

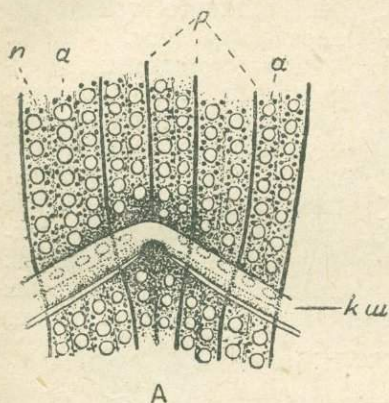


Рис. 9. *Epithemia Hurdmanii*. А — участок створки со швом и структурой, Б — поперечное сечение стенки створки с тремя ареолами, кш — канал-шов, р — ребро, а — ареола, n — пора (по Мюллеру).

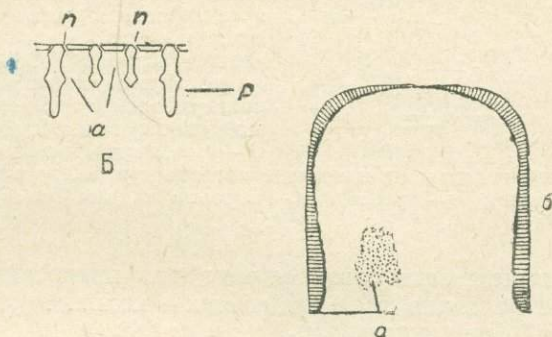


Рис. 10. Поперечное сечение створки *Melosira Juergensii*, а — поровые каналы сверху, б — они же в продольном разрезе (по Густедту).

Структура точек неодинакова, несмотря на то, что все они под микроскопом отличаются только своей величиной. Более крупные точки, называемые ареолами, представляют собой пустоты в толще стенки панцыря. Полости ареол или замкнуты (у большинства *Pennales*) или открываются внутрь или наружу клетки; последнее чаще наблюдается у представителей пор. *Centrales*. У *Epithemia* точки, образующие штрихи между ребрами, представляют собой ареолы, открытые в полость клетки, а мельчайшие точки вокруг ареол являются порами, косо пронизывающими панцырь и сообщающими внешнюю среду с полостью ареолы, а следовательно и с внутренней полостью клетки (рис. 9, А, Б). П о р ы представляют собой, повидимому, настоящие отверстия, служащие для сообщения протопласта с внешней средой, диаметр их чрезвычайно мал от  $0,1-0,6 \mu$ , а длина их различна и зависит от толщины панцыря. У толстостенных панцырей поры длинные, подобные тончайшим трубочкам, они называются порами-каналами. У р. *Melosira* (рис. 10) створки и загиб створок пронизаны порами-каналами, повидимому, открытыми внутрь и наружу, они расположены правильными рядами или сеткой и под микроскопом кажутся точками, а при тесном рас-

положении их — штрихами. У *Triceratium planoscapum* ареолы состоят из круглых выпуклин, стенки которых пронизаны 2—3 порами-каналами,

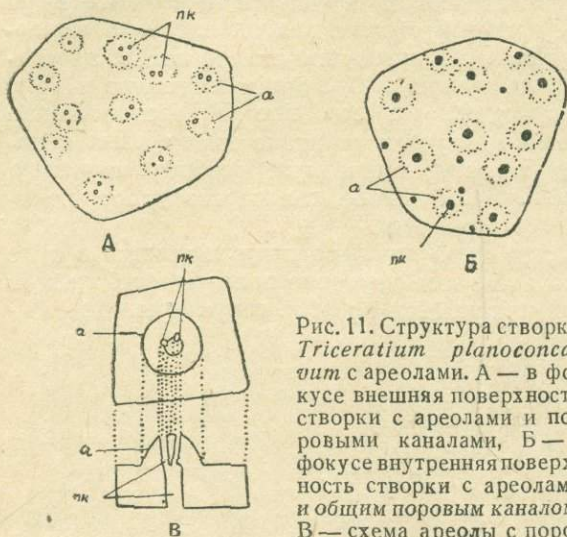


Рис. 11. Структура створки *Triceratium planoscapum* с ареолами. А — в фокусе внешняя поверхность створки с ареолами и поровыми каналами, Б — в фокусе внутренняя поверхность створки с ареолами и общим поровым каналом, В — схема ареолы с поровыми каналами; наверху с поверхности, внизу в сечении; а — ареола, пк — поровые каналы (по Густедту).

ведущими в общий канал, открытый в полость клетки (рис. 11-В). При установке фокуса на поверхность панцыря видны поры-каналы (рис. 11-А), при незначительном опускании тубуса становятся видны крупные общие каналы (рис. 11-Б). От пор следует отличать пороиды, отверстие которых затянато тончайшей перепонкой (рис. 13-В, л).

Кроме обычных пор существуют еще слизевые поры, которые значительно крупнее обычных и служат для выделения клеткой слизи. Такие поры встречаются у эпифитных и колониальных диатомовых, у которых

выделяемая слизь служит для прикрепления клеток к субстрату или скрепления смежных клеток в колонии (рис. 12).

Все вышеуказанные структуры: ареолы, поры, пороиды, поровые каналы и слизевые поры под микроскопом кажутся точками, различными по размерам. Когда точки расположены тесно в ряд, они кажутся штрихами.

Все вышеуказанные структуры: ареолы, поры, пороиды, поровые каналы и слизевые поры под микроскопом кажутся точками, различными по размерам. Когда точки расположены тесно в ряд, они кажутся штрихами.

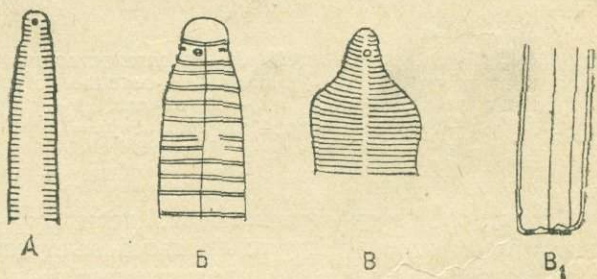
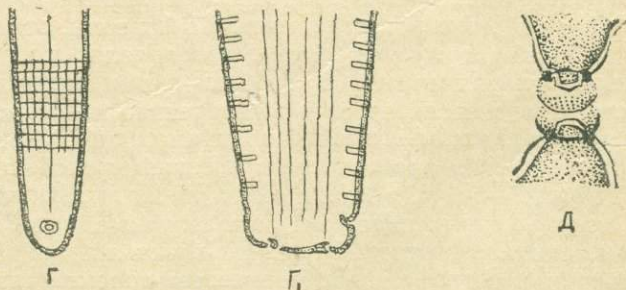


Рис. 12. Слизевые поры. А — *Synedra affinis*, Б — *Diatoma vulgare*, ВВ<sub>1</sub> — *Fragilaria undata*, ГГ<sub>1</sub> — *Licetophora Juergensii*, Д — *Biddulphia mobiliensis*, ДБВГ — вид со створки, В<sub>1</sub>Г<sub>1</sub> — вид с пояска. (АБВВ<sub>1</sub> по Густедту, ГГ<sub>1</sub> по Мюллеру, Д по Либишу).



От штрихов следует отличать ребра, которые обычно не состоят из рядов точек. В одних случаях ребра представляют собой выросты

стенки створки, вдающиеся в полость клетки, подобно складке. В других случаях ребра являются длинными камерами в стенке панциря, которые или совершенно открыты в полость клетки или сообщаются с нею отверстием. Например, у видов р. *Pinnularia* из группы *Majores* поперечные ребра на створках представляют собой длинные камеры, тесно расположенные поперек створки, причем каждая камера сообщается с полостью клетки отверстием, края которого под микроскопом представляются двумя нежными линиями, пересекающимися ребра (рис. 18, А, Б).

Вообще конфигурация, размеры и структура камер очень разнообразны. Наибольшей сложности они достигают у представителей пор. *Centrales*, где они часто походят на ареолы. Например,

у *Isthmia nervosa* структура створок, видимая под микроскопом в виде крупных ареол, в действительности состоит из камер, открытых в полость клетки. Наружные тонкие стенки камер пронизаны пороидами, а перегородки камер — порами-каналами (рис. 13). Подобная же структура стенок створки наблюдается у *Coscinodiscus asteromphalus* (рис. 14).

У *Triceratium favus* (рис. 15) структура створок под микроскопом представляется сетчатой. В действительности эта структура очень сложная. Поверхность створок покрыта полигональными углублениями — камерами, открытыми наружу наподобие сот. Наружные края стенок камер расширяются, благодаря чему наружные отверстия камер не полигональные, а круглые. Внутренняя стенка камер (дно) пронизана пороидами,

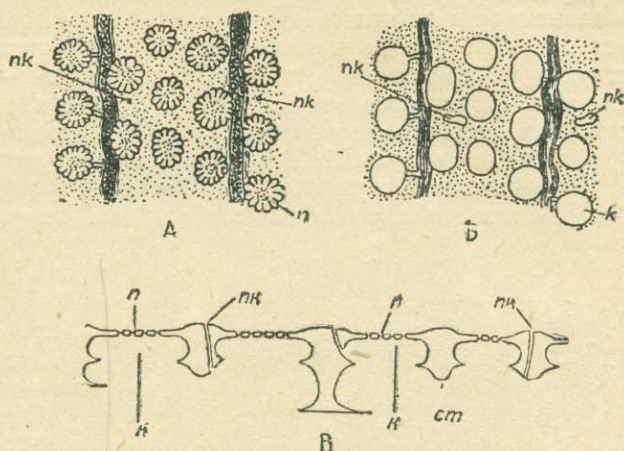


Рис. 13. Структура створки *Isthmia nervosa*. А — наружная поверхность створки с пороидами, Б — внутренняя поверхность с камерами, В — поперечное сечение створки с четырьмя камерами; к — камера, n — пороиды, nk — поровый канал, ст — стенка камеры А, В × 1250 (по Мюллеру).

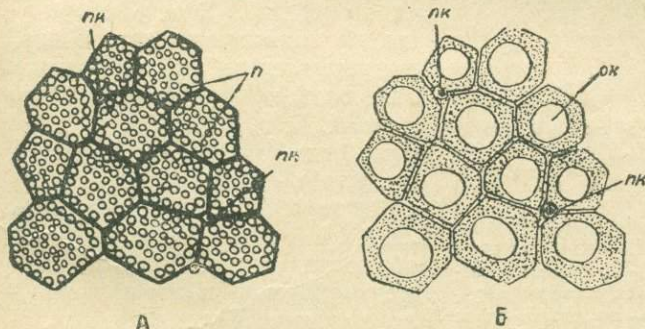
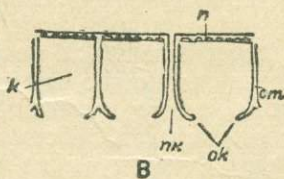


Рис. 14. Структура створки *Coscinodiscus asteromphalus*. А — наружная поверхность створки с пороидами и поровыми каналами, Б — внутренняя поверхность створки с отверстиями камер и поровыми каналами, В — поперечное сечение створки с 3 камерами; к — камера, ок — отверстие камеры, nk — поровый канал, n — пороиды, ст — стенка камеры × 3350 (по Густедту).



некоторые из них вероятно являются порами. Такие сложные структуры, как у двух последних видов, под микроскопом кажутся изменчивыми в зависимости от положения фокуса. Например, у *Triceratium favus* при установке фокуса на внешнюю поверхность створки, мы видим сетчатую структуру, состоящую из круглых петель,—это отверстия камер. Опустив тубус ниже, мы получим в фокусе изображение полигональной сети, так как в этом положении мы видим стенки камер; наконец, опустив тубус еще ниже, увидим пористую структуру дна камер (рис. 15, А).

У некоторых форм порядка *Centrales*, особенно среди ископаемых, встречаются виды, у которых створки двух- и трехслойные, иногда струк-

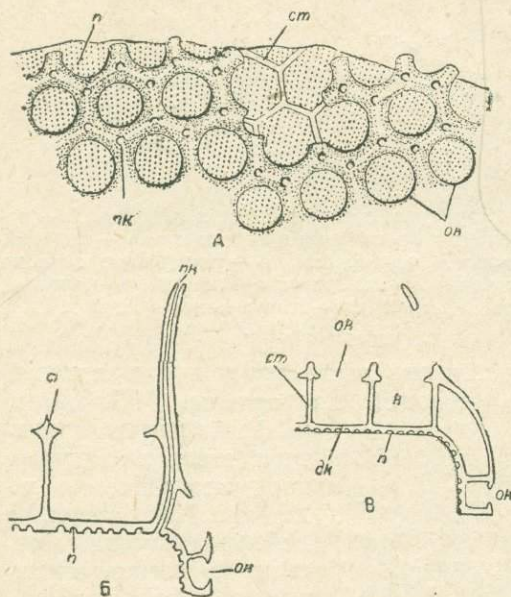


Рис. 15. Структура створки *Triceratium favus*, А — вид камеры снаружи, Б, В — край створки в поперечном сечении; ок — отверстие камеры, к — камера, ст — стенка камеры, дк — дно камеры, п — пора, пк — поровый канал (по Мюллеру).

тура каждого из этих слоев бывает совершенно различна (*Melosira oamaruensis*, *M. fausta* и др.), поэтому при установке на фокус структура подобных створок сильно изменяется.

Структура панцыря диатомовых чрезвычайно тонка и с помощью современных микроскопов, дающих самые сильные увеличения, всех деталей ее наблюдать не удается. Однако при знакомстве с основными законами оптики и использовании всей возможной разрешающей способности микроскопа можно увидеть структуры, не видимые в прямом проходящем свете даже в средах с высоким коэффициентом преломления. Как пример укажем род *Pinnularia*, у которого наружная оболочка камер (ребра) под микроскопом кажется гладкой. В действительности оболочка камер пронизана мельчайшими порами, расположенными рядами, проходящими у одних видов вдоль и поперек камер (Элленгорн,

1941), у других в виде пересекающихся косых рядов (Кёллер, 1930) (рис. 16). Эти детали структуры можно видеть только при особом способе освещения. Иногда, несмотря на сильное увеличение, видимая структура не целиком соответствует действительной, потому что присутствие тончайших элементов структуры на стенках камер создает изменения в показателях преломления проходящих лучей, и видимые под микроскопом очертания структуры не совпадают с действительными ее элементами. С усовершенствованием оптики и употреблением электронного микроскопа открываются широкие перспективы в области изучения тонких структур панцыря диатомовых водорослей. Как уже показали новейшие исследования, наши представления о тончайшей структуре диатомовых не всегда точны. Примером может служить р. *Pleurosigma*, в особенности виды *Pl. angulatum* и *Pl. elongatum*, которые служат про-

верочным объектом при испытании оптических достоинств микроскопов (Козлов, 1940), поэтому исследованию тонкой структуры панцыря этих видов посвящено много работ, которыми выяснено, что структура створки р. *Pleurosigma* ареолированная, причем ареолы кажутся круглыми.

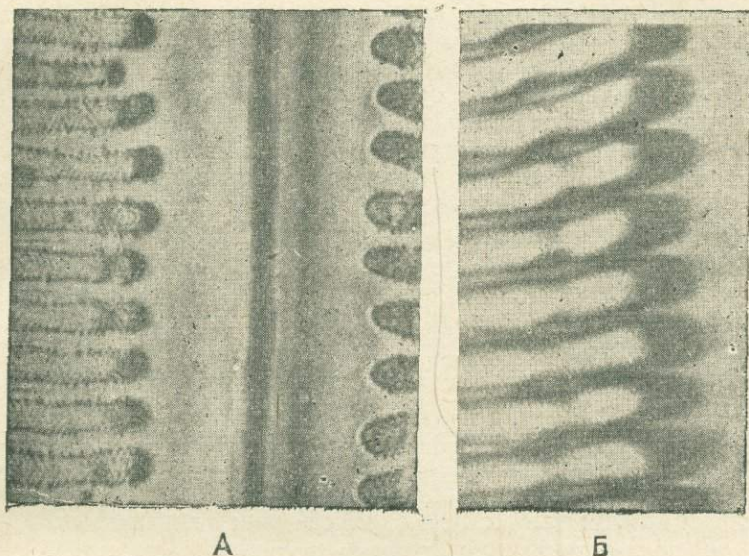


Рис. 16. Структура наружных стенок каналов (поперечных ребер) *Pinnularia nobilis*.  $\times 3600$  (из Кёллера).

Каждой ареоле внутри оболочки соответствует камера, сообщающаяся отверстиями с внешней средой и внутренней полостью клетки. Флэгель (1869) с помощью коллодия получил отпечатки наружной и внутренней поверхности створки и выяснил, что внутренняя поверхность с выпуклинками, соответствующими ареолам, а внешняя — гладкая, и определил толщину панцыря, равную  $0,61 \mu$ . Мюллер (1871) изготовил продольные и поперечные срезы панцыря (заключив панцыри в гуммиарабик) и доказал, что камеры сообщаются с внешней средой и полостью клетки отверстиями (рис. 17). Козлов с помощью микроинтерферометра системы акад. Линника подтвердил присутствие выпуклой структуры на внутренней поверхности створки (Эленгорн, 1941). Казалось бы, что такие тщательные исследования окончательно выяснили структуру створки *Pleurosigma*. Однако электронный микроскоп, повидимому, разрушил имеющиеся представления о структуре *Pleurosigma*. Фото-снимки, сделанные с помощью электронного микроскопа с *Pleurosigma angulatum* и *Pl. elongatum* (Верцнер, 1944), показывают, что отверстия ареол не круглые, а эллиптические и разделены очень тонкой перегородкой, параллельной длине отверстия. Контуры обоих отверстий одинаково резкие и кажутся лежащими

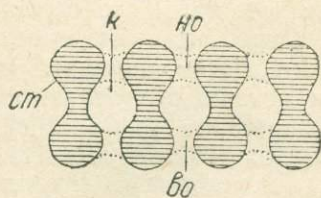


Рис. 17. Поперечное сечение створки *Pleurosigma* (схема); к — камера, ст — стенка камеры, но — наружное отверстие, во — внутреннее отверстие камеры (по Мюллеру).

в одной плоскости. Конечно, такие тончайшие структуры с помощью обычного микроскопа видеть нельзя.

Значение структуры створок чрезвычайно важно для жизни клетки, а характер и постоянство расположения структурных элементов, повидимому, находятся в прямой зависимости от физиологической деятельности клетки данного вида. Панцырь диатомовых водорослей кремнеземный и, следовательно, не может выполнять функции биологической перепонки, что свойственно оболочкам растительных и животных клеток, а наличие камер, ареол, пор и пороидов обеспечивает газовый и осмотический обмен между протопластом и внешней средой. Диаметр пор чрезвычайно мал; как показали вычисления, он обуславливается осмотическим давлением в клетке. Если бы отверстия превышали соответствующий минимум, то плазма должна была бы выделяться через поры наружу. Это заставляет предполагать, что и пектиновая оболочка соответственно пронизана мельчайшими порами, так как при наличии сплошной пектиновой перепонки диаметр пор в панцыре не имел бы существенного значения, что противоречит фактам. Новейшие исследования Либиша подтверждают это предположение.

На панцыре диатомовых имеются и бесструктурные участки. Так, у представителей пор. *Pennales* бесструктурным всегда является осевое и срединное поле, иногда и полюсы, а также большей частью поясок и поверхность вставочных ободков. Бесструктурные участки называются гиалиновыми или гладкими. Иногда гладкий участок оболочки бывает выпуклым на внутренней или внешней поверхности створки, он преломляет свет, хорошо заметен и называется светлым пятном или светлым полем. От светлого поля следует отличать глазок, свойственный преимущественно представителям пор. *Centrales*. Это сильно выпуклый, обычно круглый гиалиновый участок панцыря. Вследствие сильной выпуклости он кажется резко оконтуренным и сильно преломляет свет, обладая как бы собственным блеском (р.р. *Auliscus*, *Eupodiscus*, *Actynocyclus*). У некоторых родов порядка *Centrales* (например у р. *Hyalodiscus* и некоторых ископаемых родов) наблюдается сильное утолщение центральной части створки в виде круглого диска; такое образование называется пупком. У древних ископаемых видов эти пупки встречаются изолированно от остальной окружающей его части створки.

Следует упомянуть, что некоторые диатомовые, как современные, так и ископаемые, имеют цветные панцыри, желтые, буроватые, голубые, фиолетовые (р.р. *Actinocyclus*, *Hyalodiscus*, некоторые виды р. *Pleurosigma*, *Navicula Meisteri* и др.). Причина окраски панцыря неизвестна, для некоторых из них выяснено, что это явление оптическое, обусловленное преломлением лучей при прохождении их через специфическую структуру подобного панцыря.

Диатомовые порядка *Centrales* обладают наиболее тонкой и сложной структурой створки и, повидимому, у них обмен является наиболее обеспеченным. У большинства родов порядка *Pennales*, наряду с тонкой структурой, допускающей сообщение протопласта с внешней средой, существует шов, который является для них в этом отношении большим преимуществом.

Строение шва различно — от простой щели, в виде удлиненной поры, до довольно сложной системы щелей и каналов, в которых циркулирует плазма. Как было упомянуто, у подпорядка *Araphineae* настоящий шов

отсутствует, а на его месте находится бесструктурное осевое поле. У подпорядка *Raphidioineae* шов имеется или на одной из створок (р. *Pegonia*) или на обеих (р. *Eunotia*); но как в том, так и в другом случаях он зачаточный, в виде короткой щели тянется от полярных узелков к середине створки, но никогда не достигает ее середины и центральный узелок у них не развивается. У подпорядка *Monographineae* шов имеется только

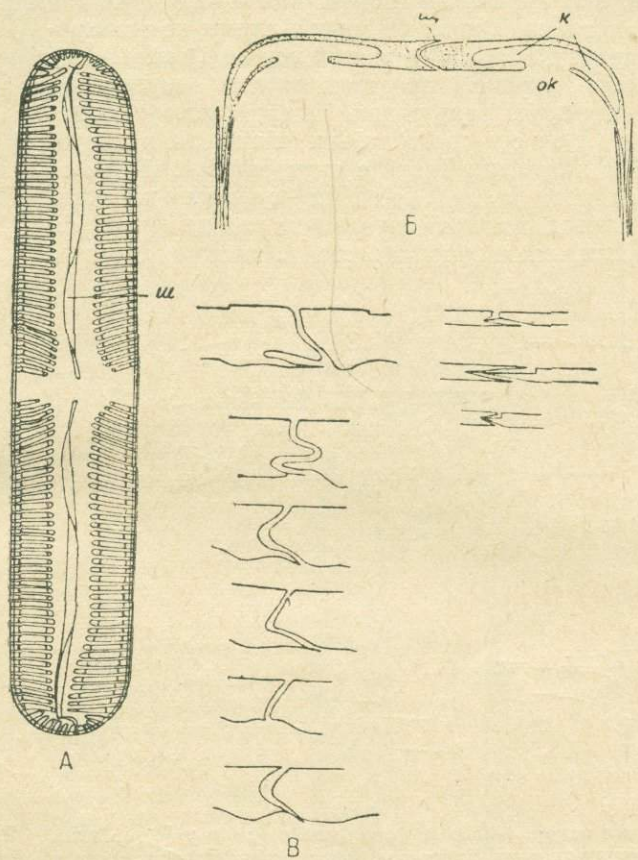


Рис. 18. Шов у *Pinnularia*. А — вид со створки, Б — створка в поперечном сечении, В, Г — поперечное сечение щели шва; ш — шов, щ — щель шва, к — камера, ок — отверстие камеры. (А — по Густедту, Б, Г — по Мюллеру, В — по Лаутерборну).

на одной из створок, он вполне развит и в виде щели тянется вдоль створки, на концах его имеются полярные узелки, а на середине центральный узелок. У подпорядка *Viraphineae* шов развит на обеих створках и устроен разнообразно, он бывает щелевидным (простой или сложный) или же каналовидным.

Примером сложного щелевидного шва может служить шов р. *Pinnularia* (сем. *Naviculaceae*), у которого по продольной оси створки расположены три узелка: в середине центральный узелок и по концам полярные. Узелки соединены между собой швом, видимым под микроскопом в виде двуконтурной линии. В поперечном сечении этот шов предста-

влетает собой коленчато изогнутую щель в створке, открытую наружу и внутрь клетки; в колене щель сужена, и, согласно большинству исследований, она, вероятно, замкнута тонкой перегородкой (рис. 18). Однако Чольноки (1928в) утверждает, что шов представляет сквозную, не замкнутую на изгибе щель, доказательством чего является выделение из щели плазмы при обработке клетки гипертоническими растворами. Таким образом, шов *Pinnularia* состоит как бы из двух смежных щелей — наружной и внутренней, края которых и видны под микроскопом в виде двуконтурной извитой линии (рис. 18, А). В центральном узелке, представляющем внутреннее утолщение панцыря, наружные щели погружаются внутрь в виде воронковидных каналов, которые соединяют наружные щели с внутренними. По внутренней поверхности узелка проходит горизонтальный канал, соединяющий внутренние щели, причем он на своем протяжении соприкасается с плазмой клетки.

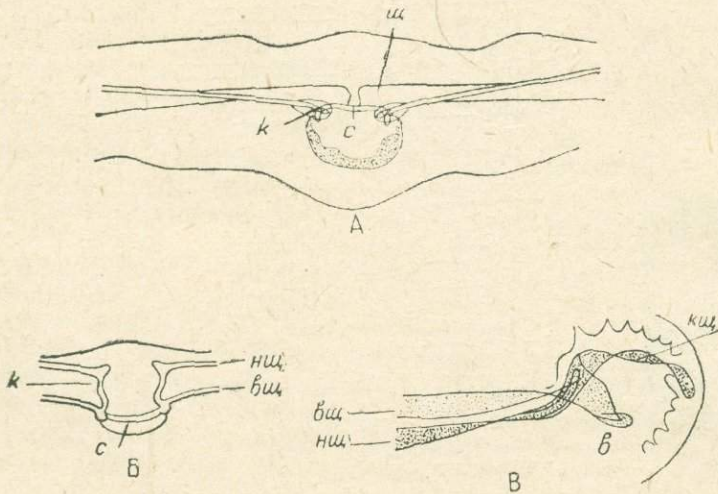


Рис. 19. Строение центрального и конечного узелков у *Pinnularia*. А — горизонтальная проекция системы каналов центрального узелка, Б — сечение центрального узелка по продольной оси створки, В — конечный узелок — вид сверху; щ — щель шва, нщ — наружная щель шва, вщ — внутренняя щель шва, к — канал, соединяющий наружную и внутреннюю щели, с — канал, соединяющий обе части шва в центральном узелке, кщ — конечная щель, в — конец внутренней щели шва (воронка) (по Мюллеру).

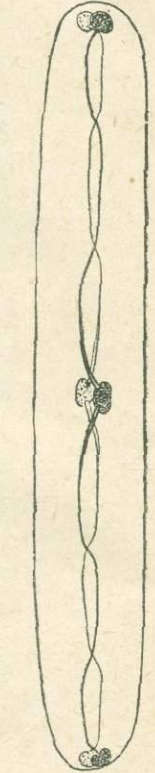


Рис. 20. Диаграмма швов на обеих створках панцыря у *Pinnularia* (по Мюллеру).

Места, где наружные щели погружаются внутрь в виде воронковидных каналов, видны сверху (под микроскопом) в виде двух точек — центральных пор, которые обычно слегка сдвинуты в сторону от продольной оси створки (рис. 19, А, Б). В полярных узелках, представляющих наружное и внутреннее утолщение панцыря, шов оканчивается. Наружная щель шва оканчивается в виде полулунной, слегка извитой, терминальной щели, а внутренняя щель расширяется в воронку, вдающуюся в полость конечного узелка в виде пропеллера (рис. 19, В). Обе конечные щели створки изогнуты в одном и том же направлении (очень редко в противоположных), но соответствующие конечные щели

обеих створок одного и того же панциря всегда изогнуты в противоположном направлении, таким образом обе системы как бы дополняют друг друга (рис. 20). Это одна из более сложных систем шва.

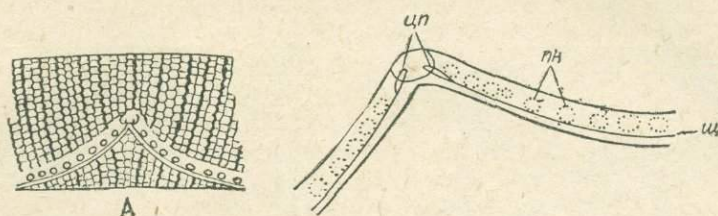


Рис. 21. *Epithemia argus*. А — средняя часть створки с каналом-швом, Б — канал-шов в увеличенном виде; цп — центральные поры, щ — щель канала-шва, пк — поры канала-шва (по Густедту).

У представителей семейств *Epithemiaceae*, *Nitzschiaceae* и *Surirellaceae* существует каналовидный шов, называемый канал-шов. Он имеет форму цилиндрического канала, идущего в толще створки. Канал-шов сообщается с внешней средой узкой щелью, а с полостью клетки рядом крупных пор (или канальцев у *Surirellaceae*), расположенных на внутренней стенке канала-шва. Таким образом щель канала-шва соответствует внешней щели шва *Naviculaceae*, а поры — внутренней щели.

Расположение канала-шва на створке различно. Например, у р. *Epithemia* канал-шов идет от полюсов створки к середине, где обе ветви под углом соединяются (рис. 21). У р. *Denticula* канал-шов выступает узким килем, лежащим по продольной оси створки или сдвинут к ее краю (рис. 22). У р. *Nitzschia* и *Hantzschia* канал-шов находится в киле, расположенном вдоль одного из краев створки, и тянется непрерывно от одного полюса к другому; у некоторых видов канал-шов по середине створки, где находится центральная пора, слегка сужен (рис. 23). Точки, идущие вдоль канала-шва, представляют собой поры, являющиеся, повидимому, настоящими отверстиями, и называются килевыми точками (рис. 23, пк).

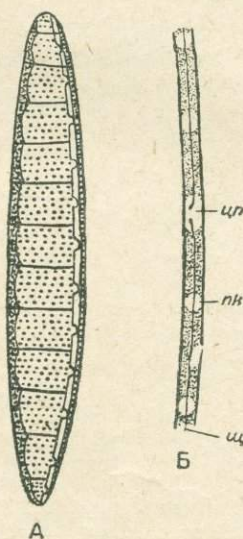


Рис. 22. *Denticula valida*. А — створка с каналом-швом, расположенным в киле, Б — канал-шов, увеличенный; цп — центральные поры, щ — щель шва, пк — поры канала-шва (килевые точки) (по Густедту).

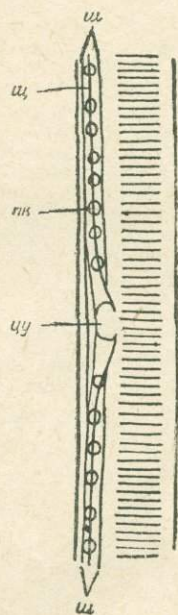


Рис. 23. *Hantzschia amphioxys*. Средняя часть створки с каналом-швом, в киле. цу — центральный узелок, пк — поры канала-шва, ш — канал-шов, щ — щель канала-шва (по Густедту).

Подобный тип канала-шва наблюдается у сем. *Surirellaceae*, у которых края створки на месте перехода в загиб створки вытянуты в тонкие крылья, идущие по всей окружности створки. По краю крыльев тянется

валиковидное расширение, внутри которого проходит канал-шов, сообщающийся с внешней средой узкой продольной щелью (рис. 24, щ). С полостью клетки канал-шов соединяется трубковидными полостями,

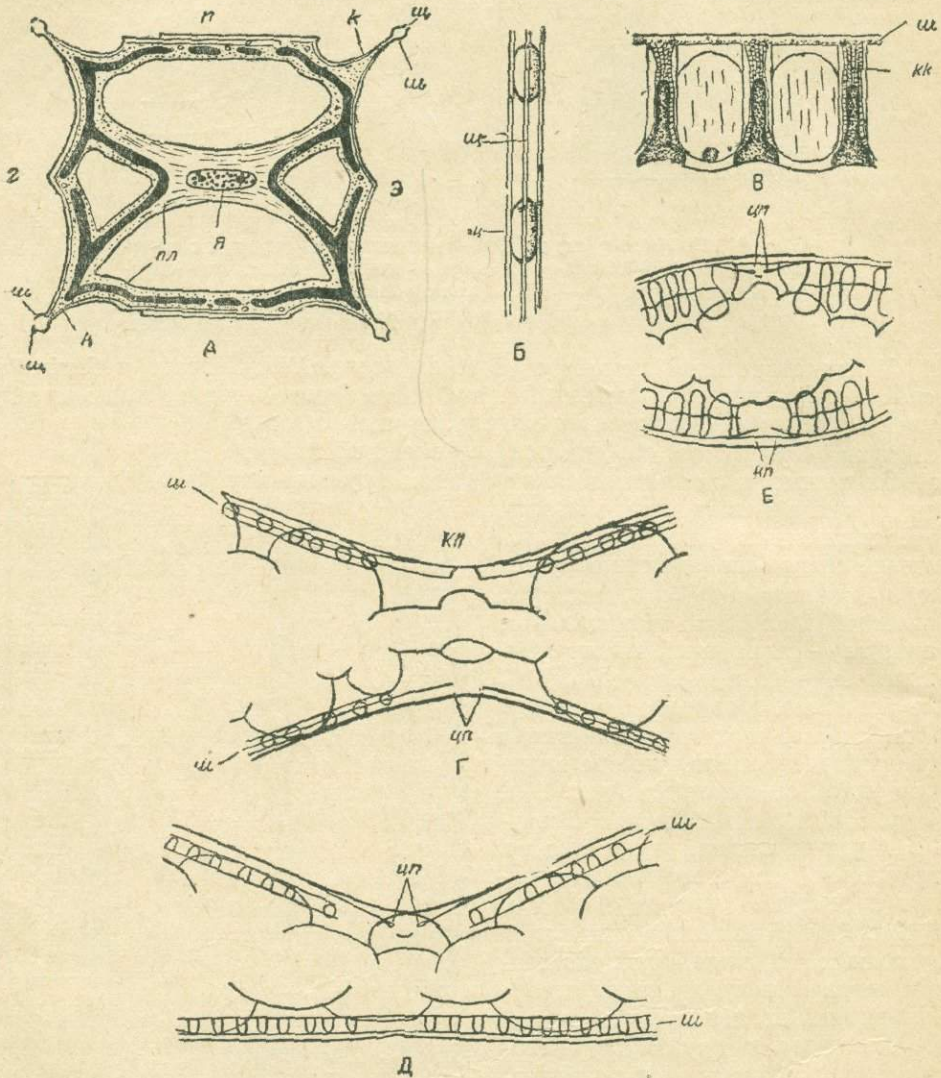


Рис. 24. Канал-шов у *Surirella Capronii*. А — поперечное сечение клетки с каналом-швом на крыльях створки; Б — канал-шов снаружи; В — крылья створки; Г — Е — часть створки с центральными и конечными порами канала-шва; Г — *Surirella Baldjiki*; Д — *S. Neumeyeri*, Е — *S. colombonensis*; э — эпитека, г — гипотека, п — поясок, я — ядро, пл — протоплазма, к — крылья, кк — канал крыльев, ш — канал-шов, щ — щель шва, щп — центральные поры, кп — конечные поры канала-шва. (А, Б по Лаутерборну; В — Е по Густедту).

образованными складками створок, это так называемые каналы крыльев (рис. 24, В кк). Таким образом каналы крыльев эквивалентны порам (килевым точкам) на внутренней стенке канала-шва у *Nitzschiaceae* и *Epithemiaceae*. У некоторых видов р. *Surirella* крылья

створки у полюса разделяются легким сжатием, где канал-шов, повидимому, прерывается, у других он идет непрерывно через полюс. Значительно реже канал-шов имеет центральные и терминальные поры (рис. 24, Г—Е). Таким образом панцырь *Surirellaceae* отличается от остальных *Viraphineae* тем, что имеет не два шва, а четыре, и, кроме того, по продольной оси створки у них проходит осевое поле (ложный шов).

Шов, помимо того, что способствует сообщению протопласта с внешней средой, обуславливает движение клетки (см. ниже).

Помимо вышеописанной структуры створок, у многих диатомовых встречаются на створках различные выросты, служащие или для увеличения поверхности панцыря (у планктонных форм) или для скрепления смежных клеток в колонии. Выросты чрезвычайно разнообразны как по форме, так и по размерам, но все они сводятся к следующим основным типам.

Пластинки возникают по краю створки в виде поперечных тонких ребер и служат для скрепления смежных клеток в лентовидные колонии. Пластинки смежных створок, заходя в пазы друг другу, крепко соединяют их (р.р. *Glyphodesmis*, *Campylosira*, *Pinnularia Debesi*, многие виды *Melosira* и др.).

Иглы и шипы, короткие и длинные, служат для увеличения поверхности панцыря планктонных форм (р.р. *Thalassiosira*, *Corethron*, *Stephanodiscus* и многие другие).

От игл отличаются щетинки, иногда очень длинные, часто изогнутые, служащие как для увеличения поверхности панцыря, так и для скрепления клеток в цепочки (р.р. *Chaetoceros*, *Bacteriastrium Sceletonema* и др.).

Рога — более толстые и крепкие выросты также скрепляют различным образом клетки в цепочковидные колонии, в связи с чем они на концах часто разветвлены (р.р. *Stephanopyxis*, *Pterotheca*, *Hemiaulus* и др.). Рога, шипы и щетинки часто бывают внутри полые или пронизаны каналом, открывающимся на конце их; через канал выделяется слизь, способствующая более прочному скреплению клеток в колонии (рис. 12, Д).

У некоторых форм края створок расширяются, образуя киль, в котором обычно проходит канал-шов (р.р. *Nitzschia*, *Denticula*, *Hantzschia*). Иногда эти расширения развиты очень сильно, тогда они называются крыльями (р.р. *Amphiprora*, *Surirella*).

### 3. Дополнительные образования панцыря

У некоторых родов порядка *Centrales* и *Pennales* после окончательного формирования створки и пояскового ободка между ними возникают вставочные ободки, которые являются как бы вторичными поясковыми ободками. Вставочный ободок, внедряясь между загибом створки и поясковым ободком, тесно смыкается с ними, а если ободков несколько, то и друг с другом, но они не срастаются и могут быть механически отделены друг от друга (рис. 25). В ископаемом материале часто встречаются вставочные ободки обособленными (*Coscinodiscus bellum*, *C. stellaris* var. *symbolophora* и др.). Обыкновенно же связь между ними очень прочная, так как края вставочных ободков заострены и тесно сомкнуты, а часто имеются еще специальные закраины (фальцы), помогающие их сцеплению (рис. 26), причем сцепление нередко бывает настолько прочным, что сохраняется даже в ископаемых панцырях.

Если возникает несколько вставочных ободков, то последующий, более молодой, ободок всегда образуется между створкой и последним из

ранее образовавшихся ободков, отодвигая старые ободки от створки к пояску. Таким образом самый молодой вставочный ободок всегда граничит со створкой, а самый старый с поясковым ободком.

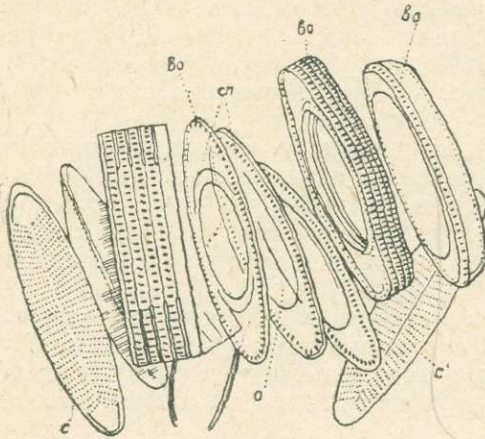


Рис. 25. Панцырь *Rhabdonema adriaticum*, разложенный на составные части: с—створка, во—вставочный ободок, сп—септа, о—отверстие септы (по Смитю).

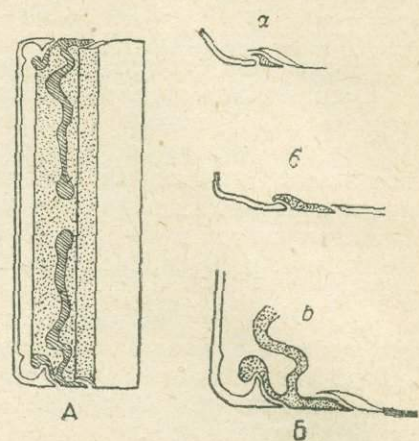


Рис. 26. *Grammatophora maxima*. А—половина панцыря с двумя вставочными ободками и одной септой, Б—три последовательные стадии а, б, в развития вставочного ободка с септой (по Мюллеру).

У диатомовых, имеющих многочисленные вставочные ободки, количество их увеличивается с возрастом клетки, чем и обуславливается

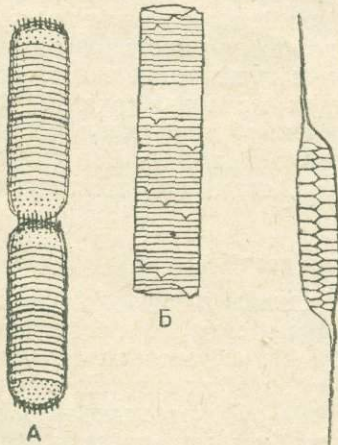


Рис. 27. Вставочные ободки: А—кольцевидный у *Lauderia annulata*, Б—воротничковидный у *Guinardia flaccida* (А по Кауракане; Б по Ван Гейрку).

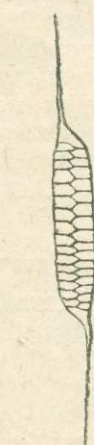


Рис. 28. Полукольчатые вставочные ободки у *Rhizosolenia eriensis* (по Густедту).

рост панцыря по центральной оси в вертикальном (первальварном) направлении, в результате чего объем старой клетки иногда во много раз превышает объем исходной молодой клетки. Конфигурация вставочных ободков всегда соответствует очертаниям краев створки (они могут быть круглыми, овальными, ланцетными и пр.).

Вставочные ободки бывают совершенно замкнутые, тогда они называются кольцевидными (pp. *Lauderia*, *Eucampia*, *Aulacodiscus*); их концы часто клиновидно заострены и, взаимно вклиниваясь, плотно смыкаются (рис. 27, А). Встречаются вставочные ободки не сомкнутые (у *Pennales* они обычно не сомкнуты на полюсе), имеющие вид воротничка (рис. 27, Б). Расщелина такого несомкнутого воротничковидного ободка прикрывается изнутри панцыря выростом соседнего, более молодого, вставочного ободка (pp. *Detonula*, *Guinardia*, *Bacteriosira*,

*Schroederiella*). Часто встречаются вставочные ободки, составленные из члеников. Таковы полукольцевидные ободки, состоящие из двух

члеников, сомкнутых друг с другом клиновидными концами (рр. *Atteya*, *Rhizosolenia* (рис. 28). Полукольца располагаются часто правильными рядами вдоль поясковой зоны по брюшной и спинной стороне панцыря (дорзивентрально) (рис. 29, АБВ) или по боковым сторонам его (латерально) (рис. 29, ГД). Значительно реже они лежат спирально. К типу составных колец следует отнести также и чешуевидные вставочные ободки. Такой ободок составлен из двух или

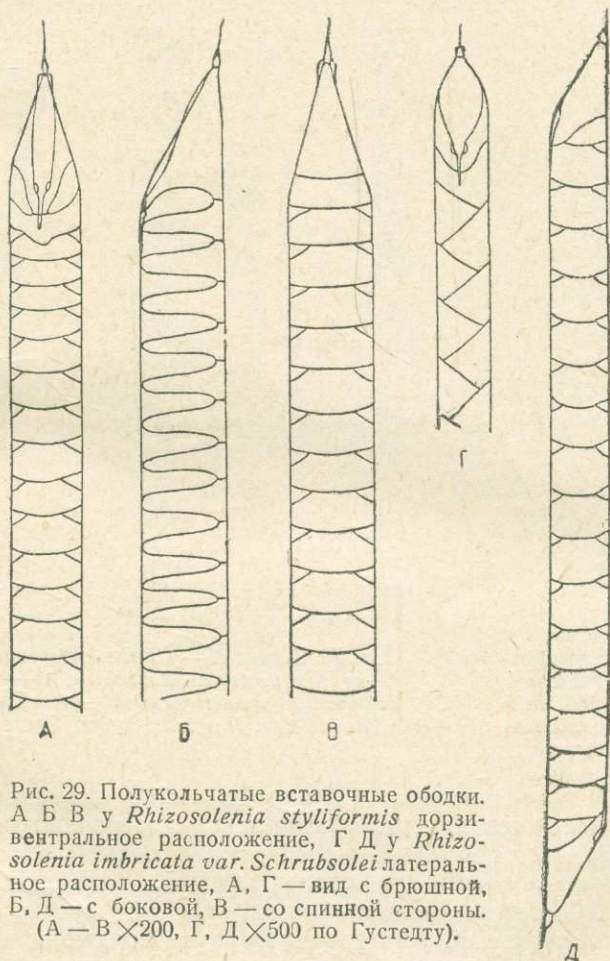


Рис. 29. Полукольчатые вставочные ободки. А Б В у *Rhizosolenia styloformis* дорзивентральное расположение, Г Д у *Rhizosolenia imbricata* var. *Schrubsolei* латеральное расположение, А, Г — вид с брюшной, Б, Д — с боковой, В — со спинной стороны. (А — В  $\times 200$ , Г, Д  $\times 500$  по Густедту).

нескольких члеников, имеющих форму ромба или трапеции. В том случае, если этих члеников в кольце только два, они располагаются подобно тому, как и полукольцевидные — дорзивентрально или же латерально; если же члеников в кольце несколько, тогда они своим положением в соседних кольцах чередуются, и расположение их напоминает чешую рыбы (рис. 30).

Внешняя поверхность вставочных колец обыкновенно бесструктурная, но у некоторых родов она имеет определенную и характерную структуру (рр. *Rhabdonema*, *Entopyla*, *Dactyliosolen*, *Coscinodiscus*).

У многих диатомовых вставочные ободки, вдвигаясь между створкой и пояском, как бы врастают внутрь клетки одним из своих краев, образуя таким образом перегородки, или септы.

Септы представляют собой тонкие кремнеземные перепонки, перегородивающие клетку по створковой плоскости на камеры. Септы никогда не бывают сплошными, а имеют одно или несколько больших отверстий; таким образом внутренность клетки представляет всегда одну общую полость.

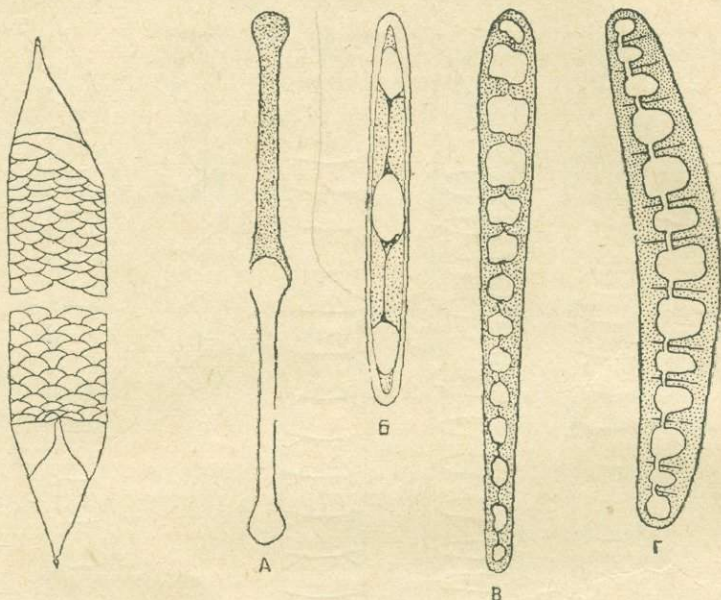


Рис. 30. Чешуйчатые вставочные ободки у *Rhizosolenia acuminata* (по Перагалло).

Рис. 31. Септы. А — у *Tabellaria fenestrata*; Б — у *Rhabdonema adriaticum*; В — у *Climacosphenia moniligera*; Г — у *Epithemia argus* var. *longicornis* (по Густедту).

У громадного большинства *Pennales* септы возникают только на одном из полюсов вставочного ободка или в виде очень узкой закраины (р.р. *Striatella*, *Licmophora*) или же вдаются глубоко в полость клетки, перегородивая ее почти до середины (р.р. *Tabellaria*, *Tetracyclus*) (рис. 31, А). У гетеропольных форм (р.р. *Licmophora*, *Licmosphenia*) септы возникают только на головном, широком полюсе клетки, у изопольных форм септы соседних вставочных ободков чередуются по своему положению (р.р. *Tetracyclus*, *Tabellaria*, *Striatella*), т. е. на одном и том же полюсе в смежных ободках септы не развиваются. Реже септы бывают на обоих полюсах вставочного ободка, образуя в середине большое отверстие (р. *Rhabdonema*). У незначительного количества форм наблюдается развитие септ не на полюсах, а на внутренней, боковой поверхности вставочных ободков; врастая внутрь, они смыкаются краями вдоль продольной оси и образуют отверстия от одного (рр. *Rhabdonema*, *Grammatophora*) до многочисленных (р.р. *Climacosphaenia Denticula*, *Epithemia*) (рис. 31). У р. *Mastogloia* септы, возникающие вдоль внутренней боковой поверхности вставочного ободка, образуют камеры, перегородки

которых видны со створки в виде поперечных ребер, а с пояска отчетливо видны контуры поперечного сечения этих камер (рис. 32).

Септы обычно бесструктурные и плоские, сравнительно редко встречаются структурные (*Rhabdonema adriaticum*, *Striatella* и др.) и волнистые септы (р. *Grammatophora*). Септы очень тонкие и прозрачные, поэтому со створки они слабо заметны, но с пояска они обычно хорошо видны.

Благодаря развитию септ, перегораживающих клетку на полуизолированные камеры, внутренняя поверхность полости клетки сильно увеличивается, в связи с этим увеличивается поверхность постенного плазменного слоя, количество и изрезанность краев хроматофоров, что дает жизненные преимущества этим клеткам.

Сравнительно редко наблюдается развитие перегородок не на вставочных ободках, а по краю загиба створки. Тогда края загиба створки изгибаются внутрь клетки и образуют неширокую закрайну, расположенную параллельно створке. В отличие от септы такая

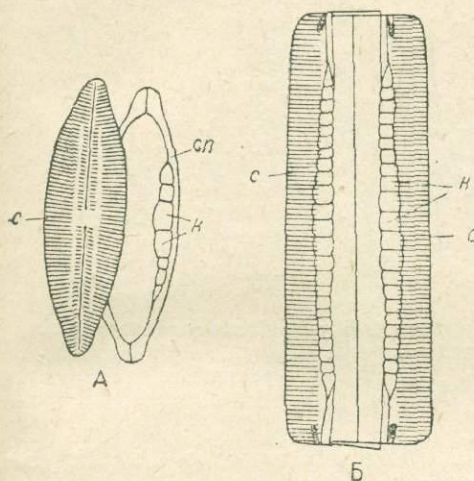


Рис. 32. Септы с камерами, А — *Mastogloia pumila*, вид со створки; Б — *M. Braunii*, вид с пояска; с — створка, к — камеры, сп — септа (по Густедту).

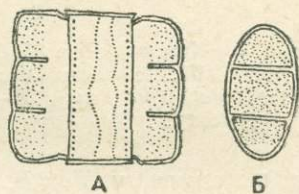


Рис. 33. Псевдосепты у *Anaulus mediterraneus*. А — вид с пояска, Б — вид со створки (по Ван Гейрку).

перегородка называется диафрагмой. У представителей *Pennales* диафрагмы возникают на обоих полюсах клетки, у *Centrales* — по всему краю загиба створки.

У немногих диатомовых возникают перегородки на внутренней поверхности створок, они неполно перегораживают клетку в вертикальном (первальварном) направлении и называются псевдосептами (рр. *Anaulus*, *Eunotogramma*, *Terpsinoë* и др.). В отличие от настоящих септ, образующихся на вставочных ободках и параллельных створкам, псевдосепты всегда перпендикулярны к створкам. Кроме того, псевдосепты грубые, короткие, они хорошо видны как со створки, так и с пояска (рис. 33).

Следует еще сказать об особых образованиях панцыря, возникающих у некоторых диатомовых в процессе их жизнедеятельности, — это кратикулярные образования и внутренние створки. Кратикулярное образование, или кратикула, представляет собой крепкий кремневый остов, состоящий у *Pennales* из ребра, идущего по продольной оси клетки, от которого к краям клетки идут поперечные ребра; у *Centrales* ребра идут радиально. Кратикула всегда возникает под створ-

кой, прилегает к ней, но не срастается с нею (рис. 34). Причина возникновения и функция их до сих пор неясны. Наблюдения для *Navicula cuspidata* показали, что часто нормальная и кратикулярная формы возникают в одних и тех же условиях, хотя другие наблюдения указывают, что кратикулярная форма этого вида возникает чаще в водоемах с повышенным содержанием солей.

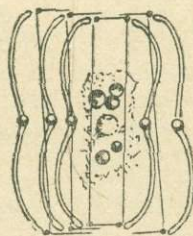
У некоторых диатомовых непосредственно под створками возникают как бы вторичные редуцированные створки, называемые внутренними створками (рис. 35). Они развиваются после формирования панцыря и являются продуктом жизнедеятельности клетки. У некоторых диатомовых



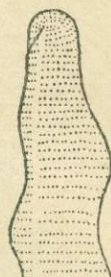
Рис. 34. Кратикула *Navicula cuspidata* (по Густедту).



А



Б



В



Г

Рис. 35. Вторичные створки. А, Б у *Navicula constricta*, А — вид со створки, Б — вид с пояска. В, Г у *Eunotia serpentina*, В — нормальная створка, Г — вторичная створка (по Густедту).

как, например, у *Meridion circulare* и некоторых видов р. *Eunotia* они встречаются более или менее регулярно. Структура их отличается от структуры нормальной створки, например, у *Eunotia serpentina* внутренние створки лишены шва, а штриховка их неправильна и очень нежна (рис. 35, Г). Количество внутренних створок бывает от одной до нескольких, так у *Eunotia serpentina* наблюдалось до восьми под каждой из нормальных створок панцыря.

#### 4. Полиморфизм и уродливые формы панцыря

У некоторых диатомовых известны случаи диморфизма и полиморфизма панцыря. Полиморфизм может выразиться в изменчивости формы створок (*Didymosphenia geminata* и многие другие). Чаще он выражен только структурой панцыря, когда одни клетки в одной и той же колонии толстостенные и грубоструктурные, а другие тонкостенные и нежноструктурные, а иногда и смешанные (многие виды р.р. *Melosira*, *Eucampia*, *Rhizosolenia* и др.). Диморфизм у р. *Chaetoceros* выражается резкой разницей в форме, размерах и толщине щетинок конечных и срединных клеток одной и той же колонии.

Для некоторых видов установлено, что явление диморфизма у них связано с условиями существования. Например, у *Corethron inerme* и *Chaetoceros concavicornis* наряду с формами, снабженными щетинками, имеются клетки бесщетинковые, причем последние обитают в более глубоких слоях океана и являются покоящейся стадией пелагических форм, снабженных щетинками. У *Eucampia balanastrum* летняя форма нежная,

тонкоструктурная, с развитым пояском, обитает в пелагиали; на зиму она сменяется толстостенной, грубоструктурной, лишенной пояска, зимней формой, обитающей на глубинах ниже 80 м. Гран (1904 а) выяснил, что *Rhizosolenia semispina* и *R. hebetata*, считавшиеся разными видами, в действительности являются сезонными формами одного и того же вида. *R. hebetata* — зимняя форма с толстостенным панцырем, а *R. semispina* с тонкостенным панцырем, снабженным выростами — летняя форма. Он наблюдал образование дочерних клеток *R. semispina* при делении материнской клетки *R. hebetata*. В некоторых случаях причина диморфизма пока не установлена.

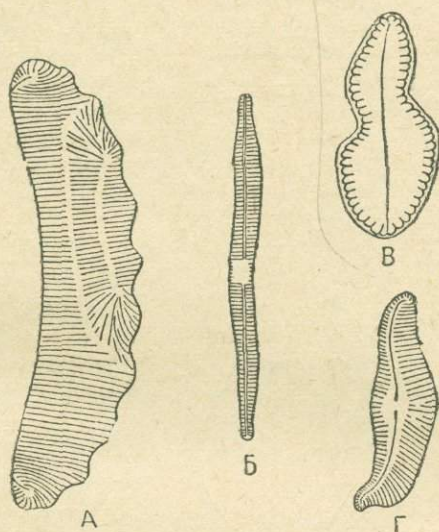


Рис. 36. Уродливые формы. А — *Eunotia robusta*, Б — *Synedra ulna*, В — *Surirella ovalis*, Г — *Cymbella prostrata* (А по Густедту, Б, В по Ван Гейрк, Г по Перагалло).

Иногда в природе встречаются панцыри уродливой формы (тератологические формы). Уродливость может выражаться неправильностью контуров или структуры панцыря. Это явление вызывается, повидимому, ненормальными условиями деления и роста в период образования панцыря; эти формы, конечно, не наследственные и изживаются при дальнейших процессах деления и образования аукоспор (рис. 36).

### 5. Пектиновая оболочка

Непосредственно под панцырем находится пектиновая оболочка, которая тесно прижата к панцырю, внедряясь во все полости его внутренней поверхности (рис. 37). При плазмолизе пектиновая оболочка становится заметной, окраска и микрохимические реакции указывают на то, что она состоит из пектинового вещества. При разбухании пектиновой оболочки видно, что она не окружает сплошь протопласт, а одевает внутри эпитеку и гипотеку, достигая до краев пояскового кольца, и является как бы внутренним, органическим, слоем панцыря (рис. 37, А, Б). При растворении панцыря фтористо-водородной кисло-

той пектиновая оболочка сохраняется не только под створками, но и около септ, причем сохраняет рисунок скульптуры панцыря (рис. 37, В). При образовании аукоспор пектиновая оболочка разбухает и после расхождения эпитеки и гинотеки раздувается в пузырь, заключающий

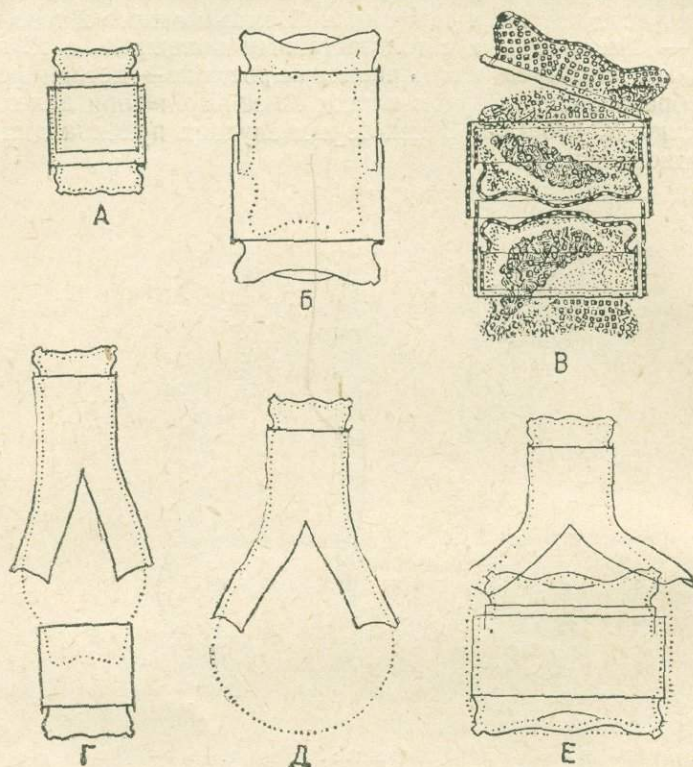


Рис. 37. Пектиновая оболочка (пунктирный контур) у *Triceratium antediluvianum*. А — вид с пояса, Б — разбухание под влиянием КОН, В — вид пектиновой оболочки после растворения панцыря, Г, Д — пектиновая оболочка при образовании аукоспоры, Е — вновь образовавшаяся в аукоспоре клетка с панцырем и пектиновой оболочкой (по Либишу).

внутри протопласт, являясь здесь сплошной оболочкой клетки. В дальнейшем, при образовании новых створок, под ними возникает новая пектиновая оболочка независимо от старой (рис. 37, Г, Д, Е.).

## 6. Протопласт

Протопласт диатомовых водорослей состоит из ядра, протоплазмы и хроматофоров. Протоплазма выстилает тонким лостенным слоем внутреннюю поверхность пектиновой оболочки и у представителей *Pennales* часто скопляется на полюсах и особенно в середине клетки, где образует протоплазматический «мостик», на котором лежит ядро (рис. 38). По обе стороны протоплазматического мостика находится по одной большой вакуоле клеточного сока. У *Centrales* ядро обычно лежит в центральной массе протоплазмы или в постенном слое, против одной из створок, а центр клетки занят вакуолью клеточного сока, которая пересечена

многочисленными протоплазменными тяжами. Движение плазмы наблюдалось у *Rhizosolenia* Данжаром (1931), у этого же рода наблюдались Коршиковым (1930) сократительные вакуоли в период вегетации клетки; они же наблюдались Пашером (1932) у р. *Nitzschia* во время деления клетки.

Ядро диатомовых по форме разнообразное, — чечевицевидное, реже веретеновидное и почковидное. В покое состоянии в ядре различимы одно или несколько ядрышек и мельчайшие хроматиновые гранулы, часто образующие местами густые скопления. У многих форм близ ядра находятся одна или две центрозома, у видов с почковидным ядром центрозома обычно лежат в углублении ядра и незаметны, у видов с крупным округлым ядром они хорошо заметны (р.р. *Pinnularia*, *Suriella*). Некоторыми авторами описывались у диатомовых макро- и микронуклеус, но это, вероятно, были ядро и центрозома.

Хроматофоры у диатомовых водорослей располагаются в постенном слое протоплазмы, обычно прилегая к створкам, реже к пояску, у колониальных лентовидных форм хроматофоры всегда сдвинуты на поясковые стороны. По форме хроматофоры очень разнообразны. У большинства *Centrales* хроматофоры мелкие, многочисленные, в виде зернышек или дисков, в других случаях они крупнее, в виде лопастных дисков и не так многочисленны. У *Pennales* такой тип хроматофоров чаще встречается у подпорядка *Araphineae* наиболее примитивной группы порядка *Pennales*. У более высокоорганизованных

*Pennales* хроматофоры немногочисленные, крупные, пластинчатые, часто с лопастными краями или продырявленные. У сем. *Achnanthaceae* бывает только один хроматофор, прилегающий к выпуклой створке, несущей ложный шов, у р. *Cocconeis* подобный же хроматофор, но с лопастными краями. У сем. *Naviculaceae* большей частью имеется два пластинчатых хроматофора, которые лежат вдоль поясковых сторон, а краями заходят на створковую сторону (рис. 38, А, Б). У сем. *Nitzschiaceae* часто бывает хроматофор в виде одной пластинки, занимающей иногда диагональное положение, простираясь краями от одного киля к противоположному (рис. 38). У сем. *Suriellaceae* два пластинчатых, лопастных хроматофора прилегают к створкам, посередине они связаны перемычкой, а их лопастные края заходят на поясковую сторону и проникают в каналы крыльев, связанные с каналом-швом. У видов, имеющих септы, лопасти хроматофоров проникают в камеры, образованные септами.

Не всегда определенный тип хроматофора свойствен определенной систематической группе диатомовых и часто у различных видов одного и

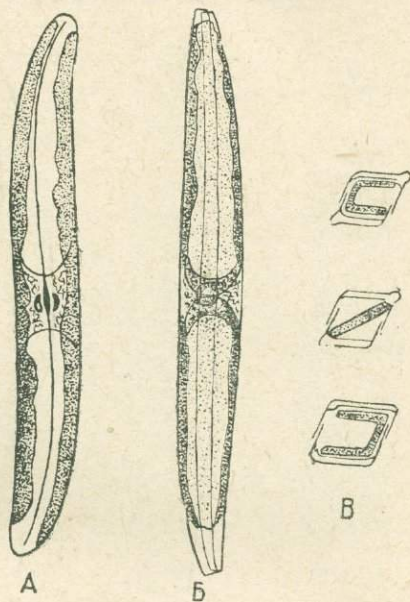


Рис. 38. Пластинчатые хроматофоры. А, Б — у *Pleurosigma Spenceri*; А — вид со створки, Б — вид с пояска. В — различное положение пластинчатого хроматофора у *Nitzschia* — поперечное сечение клетки (по Ольтмансу).

того же рода встречаются различные хроматофоры, например у р.р. *Achnanthes*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*, *Amphora*, *Chaetoceros*, *Synedra* и др. (рис. 39).<sup>1</sup>

Крупные пластинчатые хроматофоры обычно свойственны формам донным и прикрепленным к субстрату, мелкие дисковидные или зернистые — формам планктонным. Под влиянием освещения и во время деления клетки наблюдается перемещение хроматофоров.

Хроматофоры у диатомовых водорослей окрашены в желтый, золотисто-бурый или зеленовато-бурый цвета. Природа пигмента, содержащегося в хроматофорах диатомовых водорослей, до сих пор с точностью не выяснена. Старые исследователи полагали, что обычный пигмент — хлорофилл — у диатомовых маскируется дополнительным бурым пигментом «диатомином», который подобен, а возможно и идентичен фукоксантину бурых водорослей (*Phaeorhynceae*). Этот пигмент после смерти клетки растворяется в воде, почему хроматофор диатомовых посмертно зеленеет. Молиш (1905) указывает на каротиноидную природу пигмента диатомовых. Коль (1906), изучая эти пигменты спектроскопически, установил, что они состоят из трех пигментов: хлорофилла, каротина и, вероятно, ксантофилла; Килин (1927) подтвердил спектроскопическим путем, что у диатомовых кроме хлорофилла присутствуют каротин, две модификации ксантофилла и фукоксантин  $\alpha$  и  $\beta$ . Гиллем, Риди и Вимпени (1939), изучая пробы фитопланктона, содержащие массу *Rhizosolenia styliformis* и *Biddulphia sinensis*, установили, что у этих видов каротин и ксантофилл находились в отношении 1:1,82 (т. е. подобно наземным растениям). Интенсивность пигментации хроматофоров различная; обычно темнорубые пигменты свойственны видам, обитающим на дне, в обрастающих, а у планктонных форм, подверженных сильному освещению, хроматофоры настолько бледны, что даже при массовом развитии их в планктоне, пробы планктона часто совершенно бесцветны.

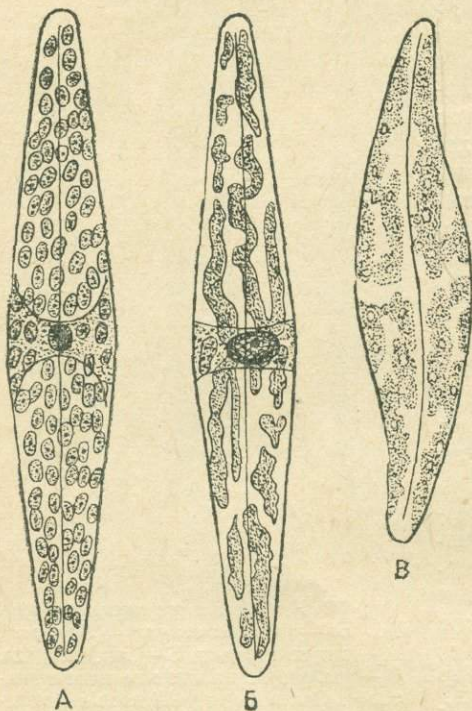


Рис. 39. Различные типы хроматофоров. А — зернистый у *Pleurosigma giganteum*, Б — лентовидный у *Pleurosigma rigidum*, В — лентовидный с пиреноидами у *Pleurosigma angulatum* (по Ольтмансу).

<sup>1</sup> Некоторые исследователи (Пти, 1877; Мережковский, 1901, и др.) пытались установить классификацию диатомовых, основанную на форме, расположении и способе деления хроматофоров. Эта система себя не оправдала, потому что: 1) хроматофоры при фиксации деформируются, 2) форма их часто различна у одного и того же рода и, кроме того, эта система неприменима для ископаемых диатомовых.

У некоторых диатомовых хроматофоры имеют пиреноиды, видимые под микроскопом в виде блестящего преломляющего свет круглого или удлинненного тельца, и часто проектируются на внутренней поверхности хроматофора как небольшое возвышение (рис. 40). Наблюдаются также сложные пиреноиды (р. *Gomphonema*) и двойные (р. *Cocconeis*). У *Centrales* обычно пиреноидов нет, у *Pennales* количество, величина и положение их разнообразно у одного и того же рода. У одних они лежат одиночно в центре хроматофора, у других близ краев, у третьих собраны группами (рис. 40, Б).

Продуктом фотосинтеза у большинства диатомовых является масло, которое скопляется в виде капелек, часто в больших количествах, как запасное питательное вещество, в особенности когда задерживается рост и размножение. Наряду с ними появляются капли волютина, голубоватые с тусклым блеском; в отличие от масла волютин не чернеет при действии осмиевой кислоты, не растворим в спирте и эфире, а при обработке живой клетки метиленовой синькой принимает красновато-фиолетовый оттенок. Волютин скопляется мелкими каплями, разбросанными в клетке, реже встречается в виде крупных капелек, занимающих определенное положение, характерное для вида. Так, например, у *Navicula cuspidata*, у некоторых пиннулярий и часто у *Amphora ovalis* они находятся по обеим сторонам центрального протоплазматического мостика и называются «тельцами Бючли», у *Nitzschia sigmoidea* на концах клетки и пр. Во время деления клетки они обычно исчезают и вновь появляются на прежнем месте после окончания деления. Майер (1904) полагает, что волютин состоит из нуклеиновой кислоты, соединенной с органической основой. Функция его неизвестна, возможно, что он является запасным питательным веществом.

У некоторых диатомовых наблюдаются вокруг ядра мельчайшие палочковидные или пластинчатые тельца, группирующиеся попарно, и хорошо заметные у крупных форм *Pinnularia*. Природа и функция их до сих пор неизвестны, возможно, что это запасное питательное вещество; так как эти тельца исчезают во время деления ядра, можно предполагать, что это вещество идет на образование веретена. Согласно исследованиям Коршикова (1930), у некоторых диатомовых имеется лейкозин. Известен случай присутствия голубого пигмента у *Navicula ostrearia*. Этот растворимый в воде пигмент находится в протоплазме и в вакуолях, но не в хроматофорах. Доказано, что этот пигмент не сходен с фикоцианом сине-зеленых водорослей (Бокá, 1907), однако состав и происхождение его, несмотря на многие исследования (Соважо, 1906, 1907, 1908; Молиш, 1903; Функ, 1914, 1919; Рансон, 1928, 1935), до сих пор не выяснены.

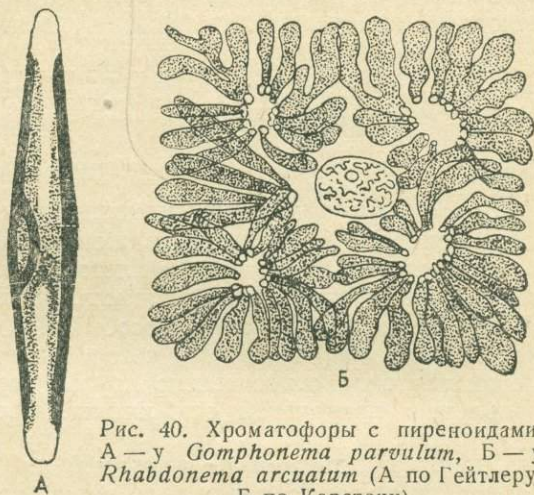


Рис. 40. Хроматофоры с пиреноидами. А — у *Gomphonema parvulum*, Б — у *Rhabdonema arcuatum* (А по Гейтлеру; Б по Карстену).

Этот вид диатомовой живет в устричных банках, и питающиеся им устрицы принимают голубой оттенок.

Протопласт диатомовых водорослей после смерти клетки разрушается очень медленно, в клетках с неповрежденным панцирем он может в сморщенном виде сохраняться годами. Некоторыми авторами остатки протопласта наблюдались даже в ископаемых клетках (Эренберг, Брун и другие). Арнольд и Андерсон (1907\*) полагают, что образование в водоемах мощных отложений диатомовых, ведущих к быстрому накоплению органического вещества, при условии его медленного разложения, является благоприятным фактором для нефтеобразования. По их мнению, это имело место при образовании диатомовых отложений монтерейской свиты в среднем миоцене. При этом значительную роль играет накопление большого количества масла (у диатомовых количество масла в клетке достигает 22% сухого веса клетки, у остальных водорослей не превышает 10%), которое по Тольману (1927) является исходным продуктом для биогенетического образования нефти.

### Глава III

## БИОЛОГИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

### 1. Движение

Диатомовые водоросли, имеющие истинный шов, способны к движению. Наиболее эффективно движение у форм, имеющих канал-шов, находящийся в киле. Движение клеток медленное, поступательное, как бы ползающее, с заметными толчками. Исключением является вращательное движение у р. *Surirella* и особый тип движения у планктонной диатомовой *Bacillaria paradoxa*, у которой клетки лентовидной колонии перемещаются одна относительно другой скользящими движениями по направлению продольной оси клетки. Свет и температура стимулируют движение.

Механизм движения, несмотря на многочисленные исследования, производившиеся с сороковых годов прошлого столетия, остается до настоящего времени окончательно невыясненным. На основании данных многих исследований, в особенности исследований Мюллера, в высшей степени вероятно, что движение является результатом трения струящейся в шве плазмы при контакте ее с внешней средой. У навиклоидных форм плазматический поток по наружной щели шва идет в одном направлении — от полюса к центральному узелку и затем к противоположному полюсу, в то время как по внутренней щели ток плазмы идет в обратном направлении. Высокое осмотическое давление клетки (по Мюллеру 4—5 атм.) вполне обеспечивает проникновение протоплазмы в комплексную систему воронковидных каналов шва в области центрального и конечных узелков, а их извитая форма дает направленный толчок (инерцию) выходящему плазматическому току. Существованием этих токов можно объяснить следующее явление. Если клетку *Pinnularia* поместить в воду с сепией или суспендированным кармином, то частички сепии устремляются от переднего (в направлении движения) полярного узелка к центральному, где они немного скопляются и далее тянутся тонкой нитью к противоположному концу клетки, отклоняясь от нее в стороны, и опять слегка скопляясь в конце нити (рис. 41, А, Б). Мюллер (1883, 1894) полагает, что такое распределение частиц является результатом токов в сложной системе шва. Концентрация частиц

в области центрального узелка происходит благодаря замедлению потока плазмы, проникающей в узкий извитой канал, соединяющий внутреннюю и внешнюю щели шва. В заднем узелке (по направлению движения), в месте исчезновения тока, идущего в глубь узелка, скопления частиц не происходит. Движение форм, имеющих канал-шов, у которых шов не прерывается на середине створки, значительно интенсивнее, так как там циркулирует непрерывный ток плазмы.

Устаревшее мнение о том, что движение плазмы в шве допускает только ползание клетки по субстрату (вследствие создающегося трения) — неосновательно, так как многие диатомовые движутся и в том

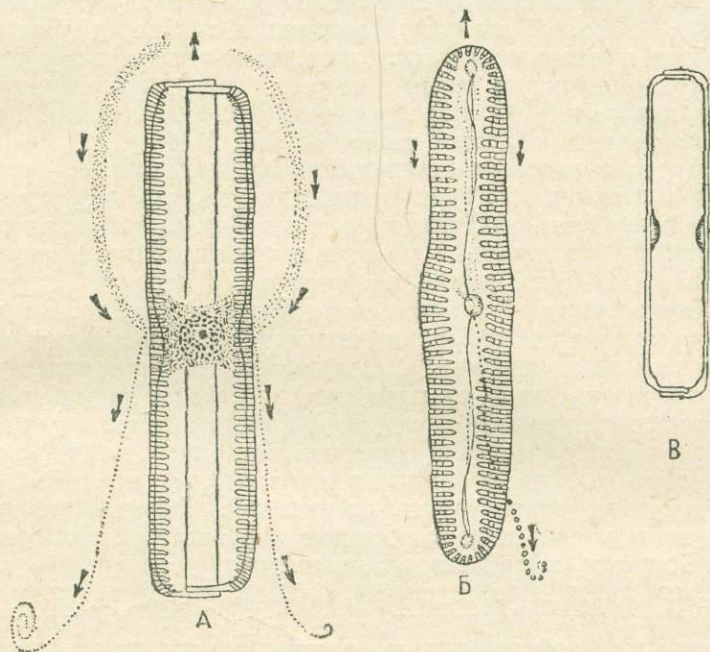


Рис. 41. *Pinnularia viridis* в сепии во время движения; стрелки показывают направление движения частичек сепии. А — вид с пояска. Б — вид со створки. В — клетка, помещенная в густой раствор сепии — вид с пояска (по Ольтмансу).

случае, если к субстрату обращена их поясковая сторона и если они вообще не соприкасаются с субстратом; вращательное движение также является подтверждением неосновательности этой точки зрения.

Другие теории, объясняющие причину движения диатомовых, менее обоснованы. Последняя из них — теория Либиша (1929), который отрицает проникновение плазмы в шов, а полагает, что в шве циркулирует ток воды, который приводит в движение благодаря сокращению протопласта в области центрального узелка. Однако Чольноки (1927) привел веские доказательства того, что протоплазма в шве присутствует.

## 2. Деление

Диатомовые размножаются обычно делением клетки. Процесс деления у них изучался многочисленными исследователями, начиная со второй половины прошлого века. Рядом позднейших работ (Бергон. 1907;

Виселинг, 1913; Икари, 1923; Гемайнгардт, 1925; Гейтлер, 1927, 1927а, 1927б; Шульц, 1929; Густедт, 1929; Чольноки, 1927, 1928, 1930, и др.) процесс деления клетки диатомовых детально выяснен. Перед делением объем протопласта увеличивается, что способствует раздвиганию створок до такого положения, когда эпитека и гипотека остаются соединенными только краями поясковых ободков. Одновременно происходит митотическое (кариокинетическое) деление ядра, а затем и протопласта в плоскости, параллельной створкам.

Процесс деления протопласта протекает более или менее одинаково у различных видов. Так, у *Surirella Capronii* ядро округляется, от него отделяется центрозома, вокруг центрозома появляется цитоплазматическая радиация и рядом возникает маленькое тельце (вторая центрозома?), которое, приближаясь к ядру, принимает цилиндрическую форму. В это время хроматиновые зерна в ядре группируются в четковидную нить, образуя в дальнейшем спирему, а цилиндрическое тельце, проникая в нуклеарную полость, образует веретено (рис. 42).

Одновременно с ядерным делением происходит деление хроматофоров. У форм, имеющих многочисленные хроматофоры, дочерние клетки получают половинное количество их; в дальнейшем, благодаря делению этих хроматофоров, в дочерних клетках восстанавливается нормальное количество их. У клеток с двумя хроматофорами происходит перемещение их на поясковую сторону, затем они продольно делятся. Если клетки имеют только один хроматофор, он также делится продольно (в плоскости, параллельной створке). Хроматофоры и протопласт обычно делятся центростремительно от периферии к центру, но у *Surirella* наблюдается расщепление от узкого полюса клетки к широкому (рис. 42).

Тотчас же после деления протопласта поверхность дочерних протопластов по плоскости деления покрывается кремневой створкой, первоначально очень тонкой и нежной. Процесс образования новой створки протекает в центробежном направлении, т. е. от центра к периферии створки. Новая створка, постепенно увеличиваясь в размерах, достигает краев материнского панцыря, загибается параллельно краям его, образуя загиб створки (рис. 42, Е). После окончательного формирования молодой створки, у ее краев возникает поясковый ободок, плотно прилегающий к внутренней поверхности пояскового ободка материнской половины панцыря. Таким образом, каждая из дочерних клеток получает половину материнского протопласта и половину панцыря, состоящую из створки с прилежащим к ней поясковым ободком. Вторая половина панцыря вырабатывается протопластом дочерней клетки и вкладывается своим поясковым ободком в ободок материнской створки. Следовательно, у дочерней клетки новая половина панцыря будет всегда гипотекой, а материнская — эпитекой. Когда новые половинки панцыря совершенно сформируются, эпитека и гипотека материнской клетки разъединяются и дочерние клетки обособляются.

Структура новой створки вырабатывается еще до полного разъединения дочерних клеток. Процесс возникновения структуры на внутренней поверхности панцыря вполне понятен, так как эта поверхность соприкасается с протопластом, но возникновение структуры на внешней поверхности панцыря, отделенной от протопласта кремнеземной оболочкой, остается до сих пор невыясненным.

Мюллер полагает, что структура образуется тем незначительным протоплазменным слоем, который остается после деления между двумя новыми створками. Другие отрицают такую возможность, утверждая;

что скульптура створки образуется плазмой, проходящей наружу через поры оболочки и образующей внеклеточный слой. Это подтверждается тем, что именно таким образом возникают выросты и прочие элементы структуры, которые пронизаны поровыми каналами. Такое же явление наблюдал Карстен (1926) у *Planctoniella Sol*, у которой благодаря выделению протоплазмы краевыми порами, появляются характерные крылья. У р. *Scletonema* нежные окремневшие нити, соединяющие соседние клетки колонии, возникают в виде протоплазменных мостиков.

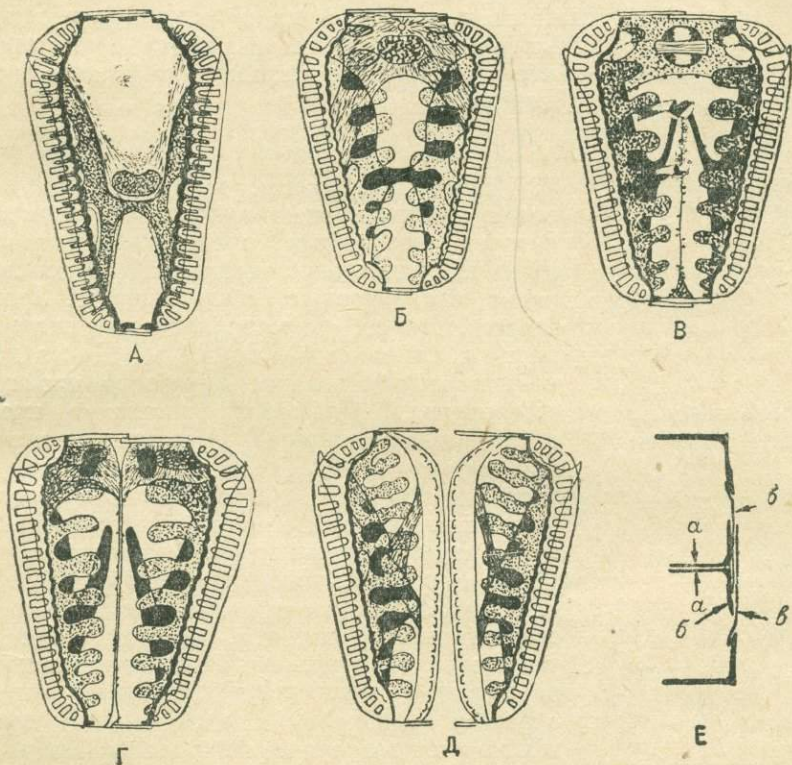


Рис. 42. А, Б, В, Г, Д — последовательные стадии деления *Surirella Capronii*. Е — образование новых створок в дочерних клетках (схема), вид с пояска. а — створки, б — загиб створок дочерних клеток, в — поясковые ободки материнской клетки (по Лаутерборну).

происходящих из клеточного слоя протоплазмы разъединяющихся молодых клеток. Длинные щетинки *Chaetoceros* появляются в виде небольших выростов задолго до дифференцировки створок, они быстро растут и, вероятно, достигают нормальных размеров прежде, чем окончательно сформируются створки.

Кремневые панцыри диатомовых не способны к росту, поэтому в результате деления дочерняя клетка, получившая материнскую эпитеку, по размерам будет равна материнской, а вторая дочерняя клетка, получившая материнскую гипотеку, будет короче на двойную толщину панцыря. Таким образом, в результате длительного ряда делений происходит значительное уменьшение размеров клеток. У некоторых видов размеры

уменьшаются до половины первоначальной величины, у других клетка уменьшается в 2—3 раза. Наблюдение Гейтлером (1930) чистых культур *Gomphonema parvulum* var. *micropus* показало, что после двухмесячного деления клетки их имели  $\frac{3}{4}$  первоначальной длины, а после пятимесячного —  $\frac{3}{5}$ , а клетки *Eunotia formica* после пятимесячного деления имели  $\frac{2}{3}$  первоначальной длины. Однако известно исключение для *Eunotia pectinalis* var. *minor*, клетки которой в результате ряда делений не уменьшаются (Гейтлер, 1932). Есть указания, что некоторые планктонные диатомовые, как *Nitzschia closterium* f. *minutissima*, имеющие чрезвычайно тонкий панцырь, в чистых культурах в продолжение 2-х лет не уменьшились в размерах; полагают, что у них рост происходит внедрением (интусуцпцией).

### 3. Образование ауксоспор

Уменьшение клеток рано или поздно приводит к образованию ауксоспор — процесс, при котором протопласт клетки выходит из панцыря и, будучи одет пектиновой оболочкой, проходит своеобразную стадию роста. Достигнув первоначальных размеров, клетка вновь выделяет кремнеземный панцырь. Доказано, что у *Pennales* образование ауксоспор происходит в том случае, когда особи достигнут предельно минимальных размеров. (Характерно, что вышеупомянутая *Eunotia pectinalis* var. *minor* ауксоспор не образует). Образование ауксоспор наблюдается не часто, так как предварительно перед этим должен произойти большой ряд делений, например у *Synedra ulna* свыше 1000 делений (Густедт, 1929), а для этого недостаточно одного вегетационного периода. Скабичевский (1929) указывает, что у *Melosira baicalensis* между двумя периодами ауксоспорообразования протекает 5 лет, у *Fragilaria crotonensis* 6 лет; приблизительно те же сроки наблюдались и у других видов, но рядом с этим у *Melosira islandica* var. *helvetica* образование ауксоспор происходит значительно чаще.

Процесс образования ауксоспор у представителей порядка *Centrales* очень прост. Так у *Melosira varians* протопласт клетки увеличивается в размере, раздвигает элитеку и гипотеку, и вновь образовавшаяся крупная клетка-ауксоспора покрывается панцырем и остается в нити колонии. У *M. Juergensii* гипотека с частью прилегающей к ней нити отпадает и ауксоспора всегда бывает терминальной (Густедт, 1923). У *Biddulphia mobiliensis* (Бергон, 1907) клетка перед образованием ауксоспоры делится пополам, и дочерние протопласты, не выделяя кремнеземной оболочки, разрастаются, превращаясь в ауксоспоры. В течение этого процесса они остаются связанными с материнскими створками и затем вырабатывают новый пан-

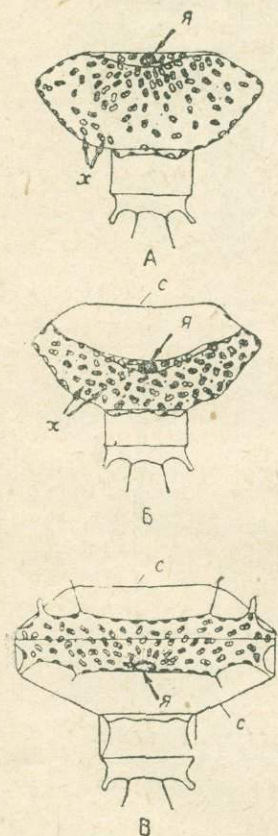


Рис. 43. Последовательные стадии образования ауксоспоры у *Biddulphia mobiliensis*. А — выход протопласта из панцыря, Б — образование одной и В — второй створки. с — створка, х — хроматофоры, я — ядро (по Бергону).

черные протопласты, не выделяя кремнеземной оболочки, разрастаются, превращаясь в ауксоспоры. В течение этого процесса они остаются связанными с материнскими створками и затем вырабатывают новый пан-

церь (рис. 43). У *Triceratium antediluvianum* перед образованием аукоспор сильно удлиняется поясковый ободок, который под давлением протопласта лопается, и протопласт вместе с гипотекой выскальзывает из материнской эпитеки, но при этом остается соединенным с последней слизистым стебельком. Затем сбрасывается гипотека и образуется аукоспора (Либиш, 1928).

Процесс образования аукоспор у *Centrales* связан главным образом с омоложением клетки, но последние исследования показали, что при этом процессе происходит половой процесс. Так, Чольноки (1933) наблюдал в возникающей аукоспоре *Melosira arenaria* 3 ядра — одно крупное и два мелких, два последних в дальнейшем исчезли. Персидский (1929) наблюдал у *Chaetoceros borealis* перед образованием аукоспор редукционное деление ядра клетки на четыре. Из четырех образовавшихся гаплоидных ядер два ядра слились в молодой аукоспоре, а два другие, повидимому, дегенерировали. Таким образом у *Centrales* при образовании аукоспор наблюдается автогамия, которую следует рассматривать как редукцию нормального полового процесса, столь хорошо выраженного у порядка *Pennales*.

У *Pennales* образование аукоспор происходит разнообразно. У некоторых протекает подобно тому, как у *Centrales*, представляя собой процесс омоложения клеток (у сем. *Fragilariaceae*), у других сопровождается половым процессом, представляющим конъюгацию клеток. Так, у многих родов подпорядка *Biraphineae* (р.р. *Rhopalodia*, *Epithemia*, *Nitzschia* и у некоторых родов сем. *Naviculaceae*) перед образованием аукоспор две клетки сближаются, каждая из них делится на 2 дочерние, при этом ядро каждой из материнских клеток последовательно делится на 4 ядра, первое из этих делений сопровождается редукцией хромозом, следовательно эти ядра гаплоидные; из них 2 ядра дегенерируют, а два оставшиеся переходят по одному в дочерние клетки. Таким образом эти дочерние клетки являются гаплоидными (гаметами). В дальнейшем дочерние клетки, происшедшие из различных материнских клеток, попарно сливаются и образуются две зиготы, которые являются диплоидными. Зиготы разрастаются в аукоспоры и, выделяя кремнеземный панцырь, превращаются в вегетативные клетки (рис. 44, А, Б).

У других *Pennales* (р.р. *Surirella*, *Cocconeis*) образованию аукоспор предшествует слияние двух клеток, подобно процессу конъюгации у десмидиевых водорослей. Две клетки сближаются, окружаются общей слизью, сбрасывают панцырь и протопласты их сливаются, образуя зиготу. Перед процессом слияния в каждой из этих двух клеток происходит редукционное деление ядра, в результате чего образуется 4 гаплоидных ядра, из которых три дегенерируют, а одно остается. При

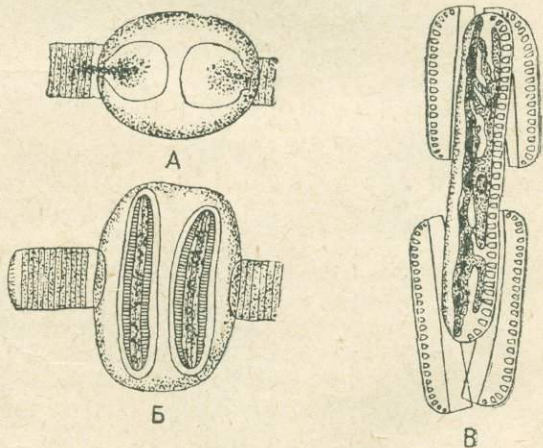


Рис. 44. Образование аукоспоры. А, Б — у *Rhabdonema arcuatum*, В — у *Surirella splendida* (по Карстену).

слиянии двух ядер в зиготе опять восстанавливается диплоидное число хромозом. Зигота после разрастания в аукоспору покрывается панцирем и переходит в вегетативную стадию (рис. 44, В). Половой процесс, предшествующий образованию аукоспоры, у *Pennales* не всегда типично выражен, встречаются различные степени его редукции и автогамия подобно *Centrales* (Тейлор, 1929; Карстен, 1912; Мейер, 1922; Чольноки, 1927, 1928, 1929, 1930-а; Гейтлер, 1927, 1927-а, 1927-б, 1928, 1928-а, 1928-б, 1928-г и др.). Таким образом вегетативные клетки диатомовых являются диплоидными и проходят кратковременную гаплоидную фазу или в виде гаплоидной клетки (гаметы), перед процессом конъюгации, или только в виде гаплоидного ядра в случае автогамии.

#### 4. Микроспоры

Микроспоры наблюдались многими исследователями у морских видов пор. *Centrales* [Мэррей, 1896; Карстен, 1898, 1898, 1904; Гран, 1902; Перагалло, 1904 (1905); Бергон, 1902, 1903, 1907; Шиллер, 1909; Селк, 1912; Павийар, 1914; Генкель А. Г. и Генкель П. А., 1924; Вент, 1924 (1925); Шмидт, 1923, 1928, 1931; Гофка, 1928; Грен и Энгер, 1931]. Бер-

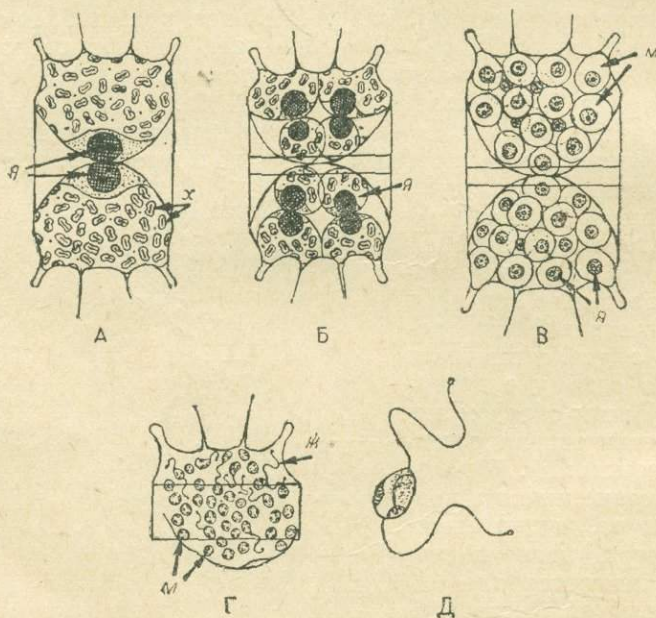


Рис. 45. Образование микроспор у *Biddulphia mobiliensis*. А — образование двух спорангиев, Б — деление содержащего материнской клетки на четыре и В — на 16 клеток, Г — развитие жгутиков, Д — зооспора. м — микроспора, ж — жгут, х — хроматофор, я — ядро (по Бергону).

гон и Шмидт наблюдали двужгутиковые микроспоры (рис. 45), а другие исследователи жгутиков не видели, несмотря на поиски их. Некоторые из исследователей видели более крупные микроспоры с хроматофорами и мелкие бесцветные. Для пресноводных видов известен в литературе один случай образования микроспор у *Melosira varians* (Шмидт, 1923). Авторы рассматривали эти микроспоры различно, некоторые полагали, что это зооспоры, но большинство склонны были видеть в них гаметы. Ряд цито-

логических работ Шмидта (1927, 1928, 1929) и Гофка (1928), пытавшихся показать наличие редуccionного деления ядер при образовании микроспор, не являются доказательными, так как на основании их рисунков четких фаз редуccionного деления ядра различить нельзя. Копуляция микроспор не наблюдалась. Повидимому, микроспоры являются гаметами, но на основании имеющихся данных утверждать этого нельзя.

В порядке *Pennales* известен случай постоянного размножения микроспорами у морского вида *Cosconeis ceticola* (Беннет, 1920; Нелсон, 1920; Гарт, 1935), обитающего на коже китов в Антарктике. Безжгутиковые микроспоры по выходе из материнской клетки укрепляются на коже кита и вырабатывают кремнеземный панцырь. Гистологическое деление протопласта у этого вида не прослежено, копуляция микроспор не наблюдалась.

### 5. Покоящиеся стадии

Давно известно, что многие диатомовые водоросли обладают способностью противостоять высыханию. Пти (1887), Карстен (1904) и Бергон (1927) указывают, что под влиянием высыхания протопласт клетки перемещается к одному из полюсов, теряет клеточный сок и сжимается; после нескольких месяцев такого покоящегося состояния, при наступлении благоприятных условий, жизнедеятельность в клетке возобновляется. У *Brebissonia Boeckii* образующиеся аукоспоры способны переносить зиму. У многих морских видов известны покоящиеся споры, которые входят в их жизненный цикл, т. е. представляют собой явление постоянное. Споры известны у многих видов порядка *Centrales*, особенно обычны они у р. *Chaetoceros*. Некоторые ископаемые виды известны только в виде спор. У порядка *Pennales* споры встречены у единичных морских пелагических видов: *Fragilaria oceanica*, *Fr. groenlandica* и *Achnanthes taeniata* (рис. 46).

Возникновение покоящихся спор наблюдалось после периода оживленной вегетации или при наступлении неблагоприятных условий. Образованию спор обычно предшествует деление клетки на две дочерних, внутри которых протопласт сжимается, округляется и покрывается двумя толстостенными створками, соприкасающимися непосредственно своими краями, так как поясok у спор отсутствует. Одна из створок, возникающая первой, называется первичной, другая вторичной. У многих видов (р. *Chaetoceros*) на поверхности первичной створки развиваются выросты разнообразной формы и величины, а вторичная створка более или менее гладкая (рис. 47). Форма спор и структура их створок постоянны и последнее время, по мере изучения покоящихся спор у р. *Chaetoceros*, форма и структура спор является одним из основных

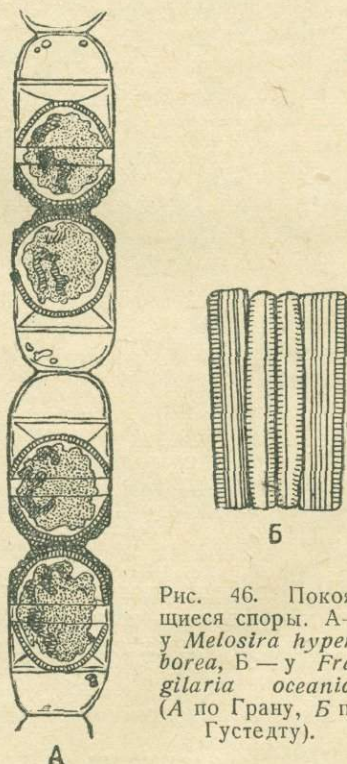


Рис. 46. Покоящиеся споры. А — у *Melosira hyperborea*, Б — у *Fragilaria oceanica* (А по Грану, Б по Густедту).

систематических признаков для видов этого рода. У всех диатомовых в клетке образуется только одна спора, исключением является *Rhizosolenia setigera* (Шульц, 1929), у которой развиваются две споры (рис. 47, В). Прорастание покоящихся спор наблюдалось только у *Ditylum Brightwellii* (Гросс, 1940, 1940-а). При прорастании содержимое споры разбухает, округляется и во всех отношениях уподобляется ауксоспоре. Диаметр клетки, происшедшей из проросшей таким образом покоящейся споры, был вдвое больше производшей ее материнской клетки.

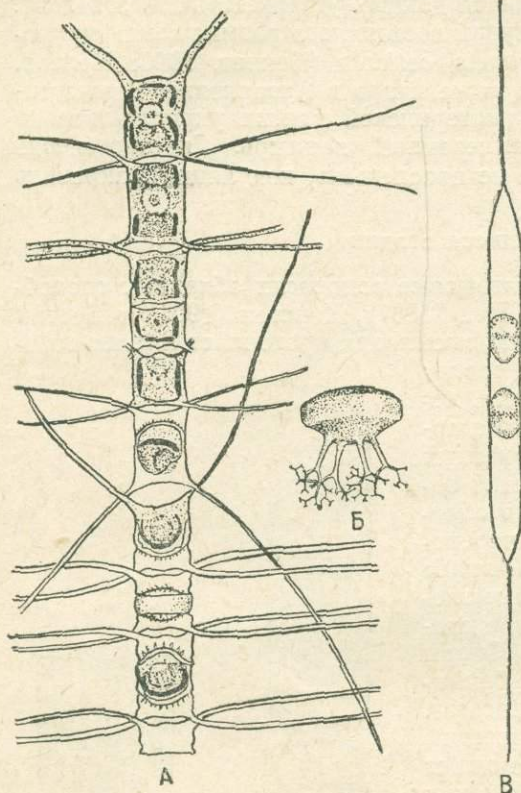


Рис. 47. Покоящиеся споры. А — у *Chaetoceros paradoxum Schüttii*, Б — у *Ch. Ralfsii*, В — у *Rhizosolenia setigera* (А, Б по Шютту, В по Генсену).

У трех видов — *Surirella spiralis* (Вест, 1912), *Eunotia lunaris* (Густедт, 1910—1911) и *Nitzschia vitrea* (Кольбе,

хает, округляется и во всех отношениях уподобляется ауксоспоре. Диаметр клетки, происшедшей из проросшей таким образом покоящейся споры, был вдвое больше производшей ее материнской клетки.

У трех видов — *Surirella spiralis* (Вест, 1912), *Eunotia lunaris* (Густедт, 1910—1911) и *Nitzschia vitrea* (Кольбе,

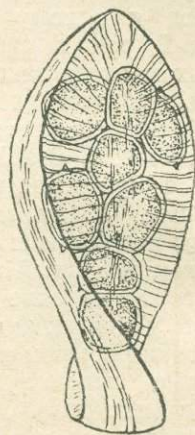


Рис. 48. Споры *Surirella spiralis* (по Весту).

1927-а) наблюдалось деление протопласта на округлые участки, которые покрывались толстой оболочкой (не состоящей из створок). Дальнейшая судьба их неизвестна. Вест считает их стадией покоя (рис. 48).

## 6. Образование колоний

Помимо одиночных свободно живущих или прикрепленных диатомовых существуют колониальные формы разнообразнейшего вида. Однако какова бы ни была сложная и крупная колония, иногда достигающая размеров нескольких миллиметров и даже сантиметров, она всегда происходит из одной клетки, которая благодаря последовательному делению образует колонию, свойственную этому виду. Соединение клеток в колонии происходит разнообразным способом, преимущественно с помощью слизи, выделяемой протопластом через слизевые поры, а иногда

сцеплению клеток в колонии способствуют различные выросты панцыря — пластинки, рога, щетинки и пр. Колонии бывают сидячими, прикрепленными к подводным предметам, или плавающими, обитающими в толще воды. Однако, несмотря на кажущееся разнообразие, колонии построены по трем основным типам.

К первому типу относятся колонии, клетки которых погружены в выделяемую ими слизь. Они имеют вид бесформенных комочков, пленок, тяжелой или ветвистых кустиков. У бесформенных комочков и пленок клетки могут иметь границы индивидуальной слизи (*Mastogloia meleagris*) или же вся слизь гомогенная. Эти колонии живут или прикрепленными к субстрату (*Mastogloia meleagris*, *Navicula ulvaceae*) или же свободно плавают в воде (*Thalassiosira subtilis*, *Cyclotella socialis*) (рис. 49, А).

У колоний, имеющих более или менее определенную форму тяжелой и кустиков, внешний слой слизи уплотненный, внутренний студенистый, в котором клетки могут двигаться. Благодаря увеличению количества клеток и слизи такие колонии растут и ветвятся, достигая длины нескольких сантиметров. Среди них свободно плавающие колонии редки (*Cyclotella planctonica*), обыкновенно это морские прикрепленные формы (*Navicula Grevillei*, *N. crucigena*, *N. lacustris*, *N. ramosissima*, *Nitzschia sigmoidea*, *N. filiformis*, *Amphipleura Dilwinii* и *Cymbella caespitosa* и др. (рис. 50, А, Б).

Ко второму типу принадлежат лентовидные колонии, которые чрезвычайно варьируют, благодаря различным способам скрепления клеток. Наиболее часто встречаются колонии в виде сплошных лент, где смежные клетки прилегают друг к другу поверхностью своих створок (виды родов *Melosira*, *Tabellaria*, *Fragilaria*, *Rhabdonema*, *Achnanthes*, *Diatoma* и др.). Лентовидные колонии, состоящие из гетеропольных клеток, имеют форму веера (р.р. *Meridion*, *Licmophora*). Смежные клетки лентовидных колоний скрепляются всей поверхностью створок с помощью слизи. Кроме слизи у многих форм еще имеются по краям створок шипики или пластинки, заходящие в смежных створках в пазы друг друга и прочно соединяющие смежные клетки. Этот способ соединения настолько прочен, что часто не нарушается и у ископаемых форм (р.р. *Melosira*, *Fragilaria*, *Rhabdonema*, *Diatoma*, *Achnanthes*, *Pinnularia Debesii*, *Dimerogramma*, *Cymatosira*, *Campylosira* и др. (рис. 49, Б, В)).

Переход лентовидных колоний к зигзагообразным цепочкам наблюдается очень часто. У таких форм слизь, скрепляющая клетки, выделяется только на полюсах и клетки соединяются своими концами (р.р. *Tabellaria*, *Diatoma*, *Thalassionema* и др.). Сюда же следует отнести колонии, образованные гетеропольными клетками, скрепленными своими основаниями в гребневидные, спирально свернутые и звездчатые колонии (виды р.р. *Asterionella*, *Thalassiothrix* и др.). Морские пелагические формы очень часто образуют цепочки, в которых клетки скрепляются с помощью студенистого шнура или длинных выростов, возникших на створке (рис. 49, Г, Д, Е); в таких цепочках клетки часто далеко отстоят друг от друга, будучи разделены большими лакунами (р.р. *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Stephanopyxis* и др.). Лентовидные колонии являются или свободно плавающими формами (пелагические виды) или прикрепленными к субстрату. Участки сидячих колоний могут отрываться и жить свободно в толще воды, однако для образования новой колонии клетка должна прикрепиться к субстрату.

К третьему типу относятся прикрепленные формы (за единичными исключениями). Благодаря выделению слизи на одном из полюсов

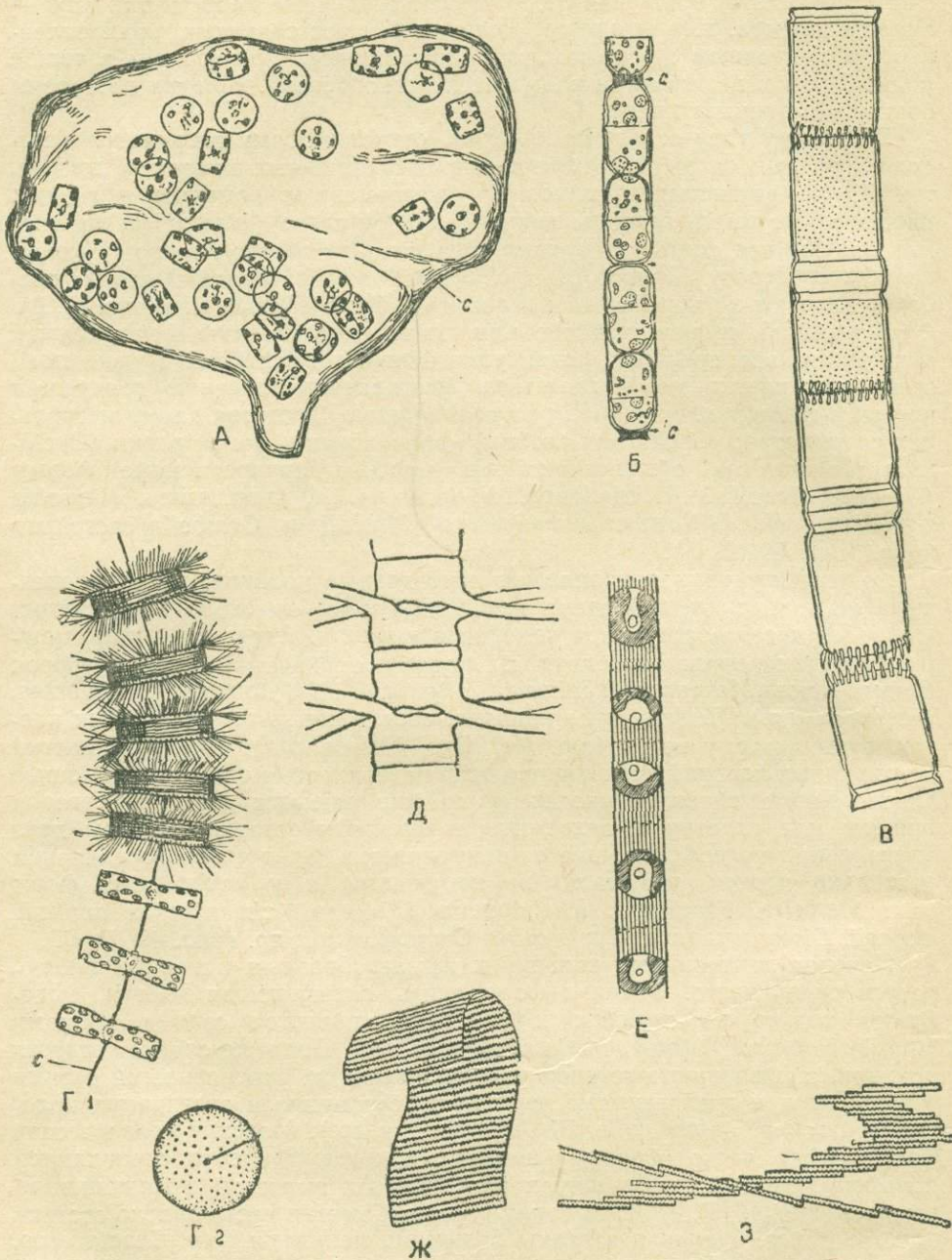


Рис. 49. Колониальные диатомовые. Студенистая колония А — *Thalassiosira subtilis*; лентовидные колонии: Б — *Melosira varians* и В — *M. italica*; цепочковидные колонии: Г<sub>1</sub>Г<sub>2</sub> — *Thalassiosira gravida*, Г<sub>1</sub> — цепочка, Г<sub>2</sub> — створка со слизистой порой и с — слизь; Д — *Chaetoceros Castracanei*, Е — *Skeletonema costatum*; Ж, З — колония *Bacillaria paradoxa*; Ж — сжатая колония; З — раздвинутая колония. (А, Б, В по Густедту, Г по Манжену, Д, Е по Карстену, Ж, З по Смиту).

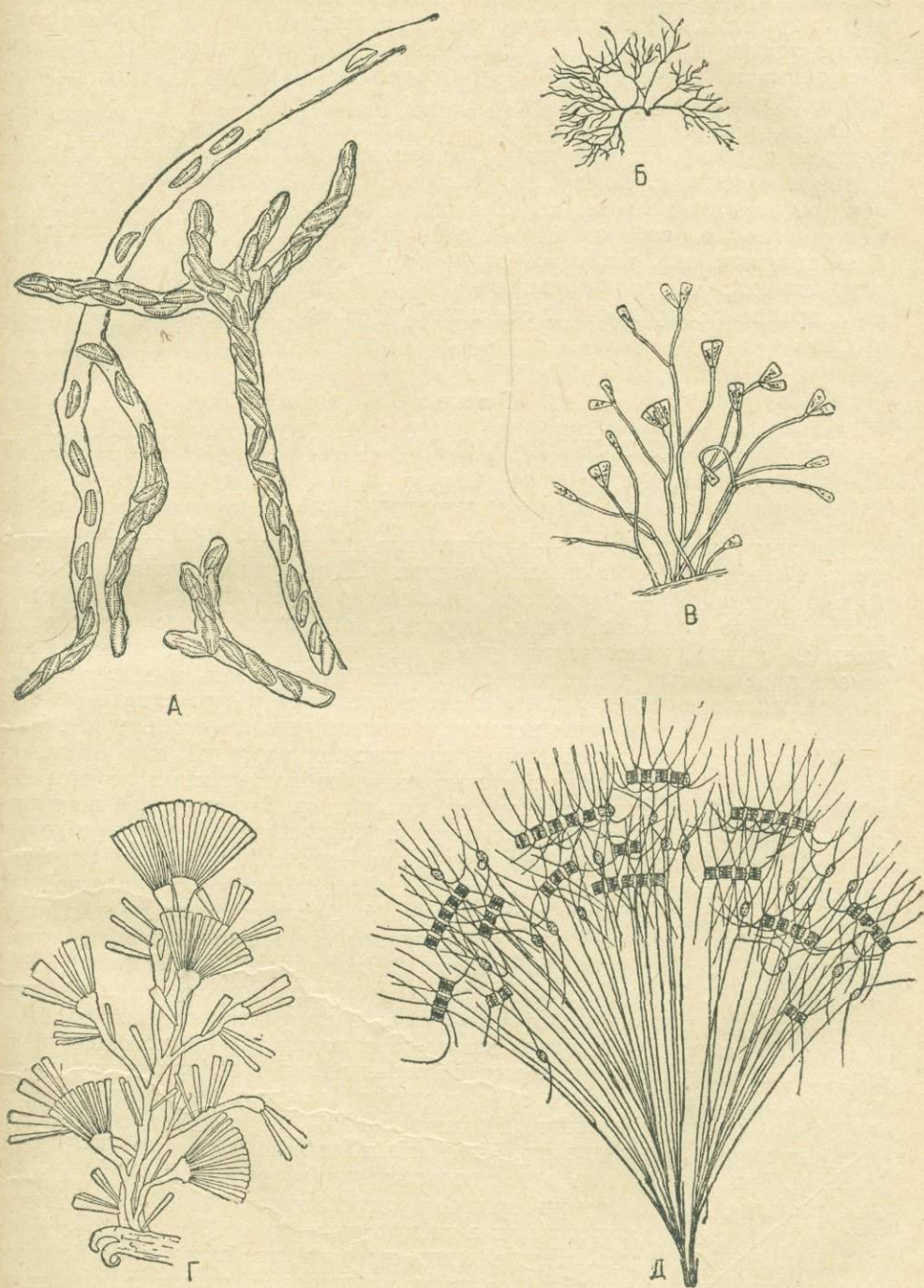


Рис. 50. Колониальные диатомовые. Кустистые колонии. А — *Cymbella caespitosa* (часть колонии  $\times 175$ ); Б — *Schizonema (Navicula) divergens* (7/8 nat. vel.); В — *Gomphonema capitatum*; Г — *Licmophora flabellata*, Д — сложная пучковидная колония *Chaetoceros socialis*. (А, Б, В, Г по Смиту, Д по Манжену).

клетки, у гетеропольных на узком, базальном, полюсе образуется слизистая ножка, которая в дальнейшем, при делении клетки, вильчато разветвляется и в результате образуется студенистая ветвистая колония с клетками на концах ветвей (р.р. *Gomphonema*, *Didymosphenia*, *Licmophora*, *Cymbella* и др. (рис. 50, В, Г).

Очень интересный и редкий тип сложной колонии, состоящей из агрегата колоний, встречается у *Chaetoceros socialis*, у которого одна из щетинок колонии длиннее остальных, и с помощью этих длинных щетинок, выделяющих слизь, колонии соединяются в пучки (рис. 50, Д). Совершенно своеобразный и единственный пример представляет *Bacillaria paradoxa*, у которой отдельные клетки в лентовидной колонии перемещаются одна относительно другой скользящими движениями по направлению продольной оси клетки (рис. 49, Ж, З).

## Глава IV

### ФИЗИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

#### 1. Питание

Диатомовые водоросли — автотрофные организмы, образующие в процессе фотосинтеза органические вещества. Продукт ассимиляции (возможно не прямой) — масло, скопляющееся в виде мелких капель. Редко капли масла бывают очень крупные в сравнении с размерами клетки. Масло, экстрагированное из массы клеток диатомовых, имеет характерный запах рыбьего жира. Потребность в минеральных питательных веществах у диатомовых та же, что и у других зеленых растений, но все же замечены некоторые незначительные особенности. Так, например, кальций, необходимый для высших растений, для большинства диатомовых не является существенно необходимым, то же касается и иода. Натрий, в котором не нуждаются высшие растения, для нормального развития диатомовых необходим. Также абсолютно необходим кремний, а для некоторых морских форм — магний. Фосфаты, нитраты, железо, кислород, углекислота необходимы для диатомовых в такой же мере, как и для всех остальных растений. Экспериментально доказано, что диатомовые усваивают аммиачный азот так же легко и даже легче, чем азотнокислые соли (Шрейбер, 1927; Купер, 1933; Цобелл, 1935; Гарвей, 1940). Гарвей полагает, что диатомовые могут усваивать мочевину, мочевую кислоту и, возможно, различные аминокислоты.

Большое значение в жизни диатомовых имеет тургор, который, повидимому, в течение жизни клетки способен изменяться, так, раздвигание створок делящейся клетки объясняется повышением внутриклеточного давления. По исследованиям Мюллера (1934), внутриклеточное давление у пресноводных видов р.р. *Pinnularia* и *Surirella* равнялось 4—5 атмосферам. Они могли жить в растворах, эквивалентных 0,10—0,20 калийной селитры, при этом у них только прекращалось движение, но смерть не наступала и при переносе их в чистую воду через 10 минут движение клеток возобновлялось. После многочасового пребывания в растворе, эквивалентном 0,15 калийной селитры, наблюдалось начало плазмолиза. Значительно большее внутриклеточное давление существует у морских диатомовых (Брокман, 1906; Густедт, 1930), причем у различных видов оно резко отличается. Относительно амплитуды колебания внутриклеточ-

ного давления у одного и того же вида данных не имеется, но несомненно эта амплитуда должна быть особенно широка у эвригаллиных видов.

Нормальное автотрофное питание у некоторых видов переходит в гетеротрофное при обилии органических веществ в воде. Это известно для некоторых видов *Pleurosigma*, которые встречаются часто в изобилии в водах, богатых органическими веществами, и в культурах на средах, богатых азотистыми веществами, преимущественно аспарагином и лейцином, которые легко ими усваиваются (Рихтер, 1903, 1909-а). *Nitzschia palea* может жить в средах из глицерина и декстрозы (Карстен, 1901; Рихтер, 1909), этот вид является типичным индикатором мезосапробом при органическом загрязнении вод. *Hantzschia amphioxys* и *Nitzschia palea* при культурах в органических растворах уменьшаются в размерах и хроматофоры их теряют интенсивность окраски (Карстен, 1901). Вообще виды р. *Nitzschia* более других способны усваивать органическое вещество и, повидимому, переходить на гетеротрофное питание, при этом у некоторых из них наблюдалась редукция хроматофоров (Чольноки, 1926). Так, например, *Nitzschia leucosigma* и *N. putrida* были встречены в природе бесцветными, они совершенно не имели хроматофоров, и попытки вызвать развитие последних в культуре, при подходящих условиях, оказались безуспешными. Однако, несмотря на склонность многих видов к гетеротрофному питанию, настоящего паразитизма среди диатомовых неизвестно.

Интересный случай описан Чольноки (1929), указывающим, что *Nitzschia dissipata* жила в слизи *Cymbella lacustris*, *C. prostrata* и *C. ventricosa*. Он склонен рассматривать это явление как комменсализм. Повидимому, это связано со способностью диатомовых и особенно видов р. *Nitzschia* усваивать органические вещества. Указываются также случаи обитания диатомовых в слизи животных, но до сих пор способ питания диатомовых в этих условиях не исследован. Известно, что диатомовые часто обитают на животных, причем для некоторых из них характерным является приуроченность к определенному роду животных (например *Synedra cyclorum* на циклопах, *Cocconeis ceticola* на китах и пр.). Беннет (1920) и Гарт (1935) предполагают, что *Cocconeis ceticola* может переходить к паразитическому питанию, внедряясь в эпителий кожи китов, на которых этот вид обитает.

В литературе указывается несколько случаев симбиоза среди диатомовых водорослей, однако очень трудно установить, действительно ли в этих случаях существуют симбиотические отношения между компонентами. Такие указания имеются для *Solenicola setigera*, живущей на *Dactyliosolen mediterraneus*, жгутиковой *Biocacea mediterranea*, обитающей на *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros anastomosans*, *Ch. Lorenzianus*, *Cerataulina Bergonii*, *Nitzschia seriata* и *Thalassiothrix Frauenfeldii*. Подобный же вид р. *Biocacea* был найден на *Nitzschia pacifica*, а *Vorticella oceanica* в изобилии встречается на *Chaetoceros coarctatus* (Капп, 1943). Известны также случаи, когда диатомовые поселяются на других видах диатомовых водорослей, например *Fragilaria parasitica* встречается на *Nitzschia sigmaidea*, но взаимоотношения их не выяснены.

Нередко диатомовые являются хозяевами паразитирующих на них организмов, преимущественно грибов и водорослей, причем наблюдается приуроченность паразита к определенным видам диатомовых водорослей. Так, например, гриб *Olpidium Lauderiae* паразитирует на р. *Lauderia* (Гран, 1900), *Olpidium phycophagum* на *Eucampia zoodiacus* и на некоторых других диатомовых. Шерфель (1925) указывает 17 видов низших

грибов, паразитирующих на 41 виде диатомовых. Сине-зеленая водоросль *Richelia intracellularis* является паразитом видов р. *Chaetoceros* и *Rhizosolenia styliformis*, причем наблюдения показали, что при делении клетки *Rhizosolenia* паразит попадает в дочерние клетки (Карстен, 1905). Перидиния *Paulseniella chaetocerales* паразитирует на *Chaetoceros borealis* и *Ch. decipiens* (Шмидт, 1901; Капп, 1943). Известен случай паразитизма на диатомовых водорослях животных, например *Amoeba biddulphiae* паразитируют на *Biddulphia sinensis*.

## 2. Экологические факторы

Физико-химические условия водоема определяют состав диатомовых водорослей, населяющих его. Такие экологические факторы как свет, температурный режим, химизм воды, газы и циркуляция воды, доставляющая питательные вещества, играют решающую роль в формировании флоры. Этими факторами обуславливается изменение флоры в течение годового и жизненного циклов водоема. Наблюдения над закономерностями развития флоры водоемов, связанной с физико-химическими факторами, дали возможность сделать многие практические выводы: прогнозы цветения водоемов, прогнозы ледового режима, определение степени загрязнения водоема органическими веществами, степени солености водоема и пр. В этом большую и часто решающую роль играют диатомовые водоросли, как наиболее чувствительные индикаторы.

Свет используется диатомовыми при фотосинтезе в такой же мере, как и другими водорослями, и является одним из основных факторов, ограничивающим расселение водорослей в глубинах и определяющим толщину продуктивного слоя водоема. Наибольшая прозрачность (измеряемая диском Секки) наблюдается в океанах и морях (Саргассовое море — 66,5 м. Индийский и Тихий океаны — 50—60 м, Средиземное море — 30 м, Черное — 20 м, Балтийское — 13 м) и значительно меньшая в пресных озерах, из которых альпийские озера имеют наибольшую прозрачность до 16—20 м и редко достигающую 30 м; в равнинных озерах прозрачность значительно ниже, нередко падает до 1 м, а во время цветения водоема даже до десятых долей метра.

Пределы глубин, на которых могут жить диатомовые в пресных водах, достигают 24 м; на этих глубинах могут обитать виды рр. *Camptulodiscus*, *Surirella*, *Diploneis*, но обычно пределы обитания диатомовых значительно меньше и для различных водоемов индивидуальны в зависимости от прозрачности воды, например в озере Кристалл — штата Висконсин вегетация диатомовых простирается до 17 м, а в озерах Белом и Святом Московской обл. только до 1,5 м (Винберг, 1935). Значительно больше пределы глубинного обитания наблюдаются в океанах и морях.

Наибольшие глубины, в которых обитают диатомовые в океанах, достигают в среднем 80—350 м (реже больше); в этих глубинах обитают виды рр. *Asteromphalus*, *Coscinodiscus*, *Planctoniella* и др., последние два в Атлантике на этих глубинах образуют так называемый «теневого планктон». Наибольшая продукция диатомовых в тропических морях и океанах наблюдается не на поверхности, а на глубинах от 5 до 30 м, потому что диатомовые являются тенелюбивыми организмами. Данные по учету падения количества диатомовых с глубиной имеются для Норвежского моря, где на глубинах 0—25 м наблюдается уменьшение диатомовых от 148 600 до 127 300 экземпляров на 1 литр. На глубине 50 м

количество диатомовых падает до 10 500 на 1 литр, а на глубине 100 м/ остается всего 70 экземпляров на литр.

По вопросу о способности диатомовых обитать на различных глубинах имеется большой экспериментальный материал Маршалла и Орра (1928), которые погружали склянки с культурами водорослей на различные глубины и путем измерения интенсивности выделения  $O_2$  при фотосинтезе и поглощения его при дыхании, определяли тот минимум световой интенсивности, при котором фотосинтез уравнивал дыхание при разных температурах.

Не меньшее значение имеет и температура. Вегетация диатомовых возможна в пределах от 0 до  $50^\circ C$ , но известно, что диатомовые способны переносить более высокие и более низкие температуры, когда находятся, по видимому, в состоянии покоя. Так арктические диатомовые, обитатели льдов, моховых подушек и болот, способны переносить, без ущерба для дальнейшей их жизнедеятельности, охлаждение до  $-36^\circ C$ , а диатомовые горячих источников — по видимому, способны к перенесению гораздо более высоких температур, чем те, при которых они обитают. Оптимальная температура и пределы колебания температуры, при которых возможна жизнедеятельность диатомовых, чрезвычайно различны и индивидуальны. Среди диатомовых (как и среди других организмов) существуют виды, оптимум развития которых лежит при средних температурах  $10-20^\circ C$ , а также холодолюбивые (криофильные) и теплолюбивые (термофильные) виды, оптимум развития которых наблюдается соответственно при более низких и более высоких температурах. Большое количество арктических и высокогорных видов относится к холодолюбивым формам, а значительное количество диатомовых горячих источников и тропических водоемов принадлежат к теплолюбивым. Среди диатомовых встречаются виды, которые способны выдерживать широкие температурные амплитуды, это — широкотелловые, или эвритермные, виды (например, *Ceratoneis arcus*, некоторые виды *Melosira* и др.). Наоборот, другие живут только при определенной температуре, не перенося ее колебаний, это — узкотелловые, или стенотермные (например, *Symbella cesatii*, *Nitzschia putrida*).

Известно, что температура имеет решающее значение для годовой и суточной циркуляции воды в водоеме, что в связи с физико-химическими факторами обуславливает весенний и осенний максимумы развития диатомовых в умеренных странах, а также летний и зимний максимумы в Арктике и тропиках. Наблюдения показали, что температура влияет не только на цикл развития диатомовых, но у некоторых также на форму колоний и структуру панцыря. Так, у *Asterionella* летом образуются только звездчатые колонии, а зимой преимущественно звездчато-зигзаговидные или только последние, также меняются по сезонам число и размер клеток в колониях. У диатомовых также известен и настоящий сезонный диморфизм, вызываемый температурными условиями. У таких видов наблюдаются сезонные формы, летняя и зимняя, которые резко различаются по структуре панцыря; эти формы принимали раньше за различные виды, пока не был выяснен их цикл развития. Особенно резкое различие у *Rhizosolenia hebetata* и *semispina*, *Corethron inerme*, *Chaetoceros concavicornis* и др. Однако у большинства диатомовых морфологических приспособлений для перенесения неблагоприятных температурных условий нет, эта способность, по видимому, связана с физиологическими свойствами их протоплазмы.

Потребность диатомовых в минеральных веществах в общем такая же, как и у других водорослей. Исключение составляет кремний, в котором не нуждается большинство остальных водорослей, но для диатомовых, имеющих кремнеземный панцырь, кремний для нормального развития совершенно необходим. Кремний усваивается диатомовыми в виде  $\text{SiO}_2$  — кремневой кислоты (кремневой ангидрид) (Рихтер, 1906), хотя Бригер (1924) показал, что *Fragilaria pinnata* var. *elliptica* может усваивать и коллоидальную кремнекислоту ( $\text{SiO}_2\text{Gell}$ ). Подобно тому как высшие растения, отлагающие много кремнезема в своих тканях (хвощи, злаки), могут в культурах жить без кремнезема, так и для диатомовых экспериментально доказано, что при культуре морских и пресноводных диатомовых в средах, не содержащих  $\text{SiO}_2$ , у них не развивался кремневый панцырь, тем не менее они вегетировали и сохраняли способность к делению, но теряли нормальный облик, так что видовое определение их было невозможно. Экспериментально доказано, что прибавление незначительного количества  $\text{SiO}_2$  к культурам стимулирует развитие диатомовых. Насколько присутствие кремния стимулирует размножение диатомовых — приведем некоторые примеры. Тайер (1931) на основании наблюдений и лабораторных опытов показал, что массовое развитие диатомовых (до 1 900 000 000 клеток в 1 л) у побережья Копали (США) происходит после внесения значительных количеств растворенного кремнезема в морскую воду, после израсходования этого кремнезема массовое развитие прекращалось. Один из опытов Бекинга (Гудков, 1936) дал следующие результаты. В озерную воду, насыщенную  $\text{SiO}_2$ , были помещены пресноводные диатомовые, количество которых равнялось 1 000 000 экземпляров на литр воды. Через 6 часов после начала опыта диатомовых оказалось 8 000 000, а еще через 2 часа количество диатомовых достигло — 10 000 000 в литре. Таким образом, в течение 8 часов количество диатомовых увеличилось в 10 раз, тогда как обычно деление диатомовых при оптимальных температурных условиях происходит не ранее чем через 4 часа. Очень показательно, что к истечению восьмичасового срока, в воде, где развивались диатомовые, самым точным анализом не было установлено присутствия следов  $\text{SiO}_2$ , который, очевидно, оказался нацело использованным диатомовыми на формирование панцыря.

В природных водах  $\text{SiO}_2$  очень широко распространен, но вследствие слабой растворимости содержание его в воде очень незначительно и колеблется от 1,4—32 мг на литр и лишь изредка больше. Содержание кремневой кислоты в глубинах водоема обычно больше, чем у поверхности, в связи с накоплением на дне отмерших панцырей диатомовых и радиолярий. Илы многих водоемов чрезвычайно богаты кремнеземом. Так, у берегов Антарктики и в северной части Тихого океана илы содержат до 41% кремневых скелетов, а в некоторых водоемах отложения панцырей диатомовых водорослей образуют почти чистый диатомовый ил. В периоды обильного развития в планктоне диатомовых содержание кремневой кислоты в воде падает до минимума. Убыль  $\text{SiO}_2$  в поверхностных слоях водоема пополняется вертикальными токами из глубин водоема. Большинство исследователей указывает, что одним из основных факторов, ограничивающих развитие диатомовых в морях и пресных водоемах, является  $\text{SiO}_2$  (Аткинс, 1923, 1926, 1928, 1930; Гарвей, 1933; Маршалл и Опп, 1927). Многие исследователи полагают, что диатомовые пелагиали глубоких водоемов (морей и океанов) имеют чрезвычайно тонкий панцырь вследствие недостатка  $\text{SiO}_2$  в поверхностных слоях воды.

~~1. Содержание в воде кальция~~ способствует растворению кремния. В водоемах с высоким содержанием кальция количество растворенного кремнезема повышается, особенно это явление наблюдается на дне, где скапливается Ca и SiO<sub>2</sub>. Это известно для многих озер, например в оз. Жиротт, где содержание SiO<sub>2</sub> у поверхности было нормальное — около 2 мг на литр, тогда как у дна количество его было необычайно высоко — до 95 мг на литр, что объясняется высоким содержанием кальция, достигающим до 136 мг на литр. Иды, богатые кальцием, обычно бедны панцырями диатомовых водорослей, и в этих условиях встречаются корродированные или полурасстворенные панцыри. Известно, что во многих водоемах, обильных диатомовыми, панцыри в иловых отложениях совершенно не сохраняются (преимущественно водоемы с щелочными водами), в других, наоборот, накопление и сохранность диатомовых в иле ведет к образованию диатомитов (водоемы Кольского полуострова). Это явление наблюдается как в современную, так и в прежние геологические эпохи. Известны отложения чистых диатомитов третичного и четвертичного возраста мощностью в десятки и сотни метров. Наряду с этим встречаются морские и пресноводные отложения, лишенные диатомовых. Кригер (1929) наблюдал при бурении верхового болота полное отсутствие диатомовых до глубины 8 м, тогда как глубже они содержались в большом количестве. Прошкина-Лавренко (1945) указывает, что в сапропелях уральских озер диатомовые встречались в верхних горизонтах в массе, в глубоких слоях местами совершенно отсутствовали, причем переходный горизонт содержал только грубые толстостенные панцыри в полурасстворенном виде. Таким образом растворение кремнеземного панцыря происходит как в самом водоеме, так и в его отложениях, благодаря физико-химическим процессам, сущность которых для нас еще не ясна.

На основании изучения условий отложения диатомитов Потонье (1920) высказывает мысль о возможной связи отложений диатомитов с кисло-вулканическими, бедными кальцием, породами, среди которых существовал водоем, что подтверждается многочисленными фактами. Связь кавказских верхнетретичных диатомитов (Кисатибское, Нурнуское и Арзнинское озера) с областью развития пород вулканического происхождения, в частности плиоценовое горное Кисатибское озеро, ложе и берега которого образованы продуктами вулканической деятельности, несомненно представляло оптимальные условия для накопления диатомовых отложений. Северогерманские диатомиты (Шульц, 1927) переслаиваются породами вулканического происхождения. Каждый туфовый слой представляет собой продукт одного извержения, заключенные между ними слои диатомитов являются результатом отложения диатомовых в течение длительного времени. Такое же переслаивание диатомитов породами вулканического происхождения наблюдается в Дании в области Лим-фьорда, где находится свита Молер (одно из величайших месторождений диатомитов в мире), в Оамару (Новая Зеландия), в западном Алжире, Калифорнии, Японии и в других местах. Наблюдаемое в широких масштабах отложение диатомитов в послеледниковую эпоху в озерах Карелии и Кольского полуострова, повидимому, связано также с отсутствием кальция в этих водоемах.

В питании диатомовых такое же значение, как кремний, возможно даже более важное, имеют хлориды. Содержание хлоридов в воде как по качеству, так и по количеству различно. Морская вода содержит хлориды натрия, магния (вместе до 88%), в меньшем количестве сульф-

фаты магния, кальция и другие соли (Mg, Br<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub> и др.). Среди этих солей NaCl играет основную роль. Пресные воды также содержат в небольшом количестве растворенные соли и, в частности, NaCl, в особенности, если воды более или менее минерализованы. Наиболее бедны солями верховые болота, питающиеся атмосферными водами, и ключи, вытекающие из ледников. Диатомовые водоросли очень чувствительны к содержанию в воде NaCl, но реагируют на это не одинаково. Некоторые из пресноводных диатомовых не выносят малейшего повышения солености (галофобные виды), другие к незначительному присутствию хлоридов относятся довольно индифферентно (индифферентные виды), но для многих пресноводных видов незначительное повышение хлоридов стимулирует их развитие (галофильные виды).

Наблюдения над изменением диатомовой флоры в пресных водоемах, подвергающихся медленному осолонению, дали возможность Кольбе (1927) выделить среди пресноводных диатомовых галофильные виды, которые всегда являются пионерами, предварающими развитие типичной солоноводной флоры, он назвал их инициальными. В водоемах с содержанием солей до 20‰ обитают виды солонатоводные, а в соленых водах, т. е. морях и океанах, обитают морские виды. Преобладающее большинство диатомовых очень чувствительно к изменению солености воды — это стеногалинные виды, к которым относятся типичные морские виды. Однако существуют диатомовые, способные переносить довольно широкую амплитуду солености — это виды эвригалинные, обитающие в водоемах, подверженных довольно сильным колебаниям солености, в устьях рек, в морских лагунах, в озерах, периодически связанных с морем, и пр.

Уже давно диатомовые водоросли (наряду с другими водными организмами) по их отношению к содержанию в воде NaCl были разделены на морские, солонатоводные и пресноводные. Позднейшие исследования в области экологии диатомовых позволили более детально дифференцировать вышеуказанные три типа диатомовых водорослей и выделить среди них наиболее чувствительных индикаторов в отношении степени солености воды.

Основательной и детально разработанной системой индикаторов солености, применимой как к современным, так и к четвертичным диатомовым, является система галобов Кольбе (1927), получившая широкое распространение. В своей системе Кольбе делит все диатомовые по отношению их к солености на следующие 4 группы: 1) полигалобы — диатомовые ультрагалинных (пересоленных) водоемов, 2) эвгалобы — морские виды, 3) мезогалобы — солоноводные виды, 4) олигогалобы — пресноводные виды. Краткая экологическая характеристика этих групп такова.

Полигалобы обитают в водоемах, соленость которых выше морской, т. е. выше 40‰, что имеет место в полузамкнутых, с обширной испаряющей поверхностью, морских водоемах типа Сиваша и Карабугаза и в континентальных ультрагалинных водоемах, как Эльтон, Баскунчак, Перекопские соленые озера и др.

Эвгалобы — типичные морские виды, обитающие в океанах и морях с соленостью 30—40‰.

Мезогалобы обитают в солонатовых водах с соленостью 5—20‰, они встречаются в опресненных морских бухтах и внутренних морях, как Азовское, Каспийское, Аральское, Балтийское, в континентальных солонатовых озерах (Старо-Русские, Славянские, Балхаш и пр.).

Олигогалобы распространены в пресных водах с соленостью 0—5‰. Кольбе делит олигогалобы на три группы по отношению их к минимальному содержанию NaCl в воде.

а. Галофилы — виды, живущие обычно в пресной воде, но незначительное повышение содержания NaCl действует стимулирующим образом на их развитие, поэтому они обычно встречаются в пресных водах с повышенным содержанием солей. Таковы: *Synedra pulchella*, *Navicula cincta*, *N. communis*, *Bacillaria paradoxa*, *Caloneis permagna*, *Anomoeoneis sculpta*, *Cyclotella Meneghiniana* и многие другие.

б. Индиферентные — типичные пресноводные виды, которые достигают массового развития в пресной воде, однако могут заходить в слабо солоноватую воду, но в этих условиях их развитие угнетено. К этой группе относятся большинство пресноводных диатомовых, из них наиболее типичные: *Asterionella glacillima*, *A. formosa*, *Flagilaria pinnata* и большинство видов pp. *Gomphonema*, *Gyrosigma*, *Cyclotella*, *Surirella*, *Cumatopleura*, *Flagilaria*, *Navicula* и др.

в. Галофобы — пресноводные виды, отрицательно относящиеся к малейшему повышению NaCl в воде, действующей на них губительно. Галофобные диатомовые обитают в торфяных болотах, в олиготрофных и дистрофных водоемах. Это большинство видов *Eunotia*, *Pinnularia*, *Cymbella*, *Frustulia*, *Ceratoneis arcus* и др.

Список индикаторов, характеризующих перечисленные группы галобов, состоит из 298 видов, он составлен на основании флоры диатомовых Западной Европы, но почти целиком применим к флоре диатомовых Советского Союза.

Существовавшая ранее система галобов Острупа (1910) со списком индикаторов из 189 видов недостаточно полна, составлена менее удачно, особенно в отношении мезогалобов и олигогалобов. При употреблении системы Острупа такого четкого представления об экологическом комплексе получить нельзя. Обе эти системы используются в равной степени как для современных, так и для четвертичных диатомовых.

Попытки установить подобную систему галобов применительно к ископаемым диатомовым (преимущественно для поздне- и послеледниковых отложений Швеции) были предложены Мунте (1895) и Гайденом (1914). Мунте устанавливает у четвертичных диатомовых пять групп по отношению их к солености: 1) диатомовые, обитающие при условиях солености выше чем в Балтийском море (выше 12,5‰); 2) диатомовые, обитающие при солености, свойственной южной части Балтийского моря; 3) диатомовые, обитающие в Балтийском море (соленость 7,9‰); 4) диатомовые, обитающие в Ботническом заливе (соленость 2—5,5‰); 5) диатомовые пресных вод.

Система Мунте носит региональный характер, поэтому не везде применима. Таким же недостатком страдает система Гайдена, который взял за основу систему Мунте и разделил диатомовые по отношению к солености на 7 групп: 1) диатомовые северных морей (соленость 30‰); 2) диатомовые морские, обитающие в водах с соленостью 12,5—7,9‰; 3) диатомовые, обитающие в водах с соленостью 2,5‰; 4) солоноводно-морские формы; 5) солоноводные формы; 6) пресноводно-солоноводные формы; 7) пресноводные формы.

Слабым местом этой системы являются 4, 5 и 6 группы, так как они вносят произвольное толкование экологии видов этих групп. Вообще же классификация диатомовых по системам этих авторов и более поздней

системе Клеве-Эйлер (1932) применима только для Прибалтики. Ряд исследователей, использовавших эти системы для Прибалтики и Данцигской бухты, отмечают их сложность и неточность.

Фосфаты и нитраты, как известно, играют основную роль в питании растений, и в частности диатомовых водорослей. В водоеме потребление фосфатов и нитратов происходит в поверхностных слоях водоема, благодаря жизнедеятельности планктона. Регенерация фосфатов и нитратов идет в глубинах водоема (при умеренной температуре), откуда они выносятся на поверхность конвекционными токами, при вертикальной циркуляции воды. Рядом исследований последних лет выяснена лимитирующая роль фосфатов и нитратов в развитии диатомовых в водоемах (Гран, 1929, 1931, 1933; Гарвей, 1926, 1928, 1933; Аткинс, 1926, 1928, 1930 и др.). Сезонные вспышки развития диатомовых в планктоне, богатство диатомовыми вод Антарктики и бедность их в тропической Атлантике (Гентшель и Ваттенберг, 1930) связаны с содержанием в поверхностных слоях фосфатов и нитратов. Удобрение рыбных прудов неорганическим азотом и суперфосфатом сильно повышает развитие диатомовых (до 100%) и клетки их в этих условиях достигают более крупных размеров.

Железо играет большую роль в питании диатомовых водорослей, которые, по сравнению с другими водорослями, относятся к железозубивым организмам. В природных водах железо содержится в растворе в незначительных количествах, оптимум его колеблется от 0,2 до 2 мг на литр, но, вследствие большой растворимости солей железа, иногда наблюдается повышение его содержания в водоемах, что обыкновенно ведет к гибели водорослей, при этом среди наиболее выносливых оказались диатомовые. Успенский (1927) установил, что железо является более важным фактором в жизни водорослей, чем это полагали раньше, и считает что рН играет важную роль постольку, поскольку влияет на растворимость железа. Он указывает, что распределение водорослей в водоеме зависит от количества железа, которое, подобно NaCl, является избирательным фактором при заселении водоема водорослями. Гарвей (1937) доказал, что растворимое железо влияет на рост диатомовых водорослей, особенно неритических, а Гран (1931) указывает, что содержание железа в воде является одним из главных условий продуктивности в морях, в частности, в отношении диатомовых водорослей. При избытке кислорода (в верхних слоях воды) железо окисляется и выпадает в осадок. В глубинах, бедных кислородом, но богатых углекислотой и сероводородом, соли железа восстанавливаются и опять попадают в круговорот подобно фосфатам, нитратам и другим солям. Влияние железа на диатомовые водоросли экспериментально не исследовано, по данным Успенского (1927) *Diatoma vulgare* и *Melosira varians* более других пресноводных диатомовых выносливы по отношению к содержанию железа в воде. Опыты Успенского с чистыми культурами не находят подтверждения в природных условиях (Кольбе, 1932). В водоемах Финляндии, богатых железом, наблюдается развитие видов *Pinnularia*, *Eunotia*, *Stauroneis phoenicenteron* и они же наблюдаются в луговых болотах и ямах, где водная окись железа отлагается в виде ржавых хлопьев. Однако без учета остальных факторов нельзя делать заключения о выносливости этих видов по отношению к железу.

Другие минеральные вещества не являются так существенно необходимыми для развития диатомовых, как перечисленные выше. Кальций, столь важный элемент для развития всех зеленых растений, для диатомо-

вых не является необходимым, что же касается сульфатов и калия, то их роль в водоемах недостаточно изучена и, в частности, для диатомовых значение их неизвестно.

В воде обычно содержатся органические вещества в виде органических остатков, коллоидов и растворенных органических веществ. Количество органического вещества в воде водоемов сильно колеблется. Диатомовые, наравне с другими водорослями, используют растворенные в воде органические вещества. Установлено, что диатомовые водоросли могут перерабатывать лейцин, аспарагин, альбумин, пептон, глюкозу, яблочную кислоту, но не способны перерабатывать гуминовые вещества. К количественному содержанию органических веществ в воде диатомовые относятся неодинаково — одни из них вегетируют при сильном органическом загрязнении воды, другие в этих условиях погибают. В шкале сапробности Кольквица и Марсона диатомовые в качестве индикаторов степени загрязнения воды занимают видное место. Среди мезосапробов известно 33 вида, из них четыре вида: *Hantzschia amphioxys*, *Stauroneis acuta*, *Nitzschia palea*, *N. palea* var. *fonticola*, развиваются в массе, особенно два последние вида. Среди олигосапробов известно свыше 63 видов диатомовых. Как указывалось выше, некоторые из диатомовых способны переходить на сапрофитное питание, при котором они иногда теряют свой пигмент (*Nitzschia putrida* и др.).

В отношении газов, растворенных в воде, т. е. главным образом кислорода и углекислоты, диатомовые подчиняются общим законам и не отличаются от других водорослей. Что касается сероводорода, являющегося в чистом виде ядом для животных и растений, то известно, что диатомовые выносят такие концентрации его, которые являются смертельными для других водорослей, уступая в этом отношении только сине-зеленым водорослям, являющимся наиболее выносливыми. В иле с запахом сероводорода обитают многие диатомовые: *Navicula palea*, *Caloneis amphishaena*, *Cyclotella Meneghiniana*, многие виды рр. *Nitzschia*, *Pleurosigma*, *Campylodiscus*, *Surirella* и пр. Некоторые из них развиваются в значительном количестве в присутствии серобактерий (*Beggiatoa* и др.).

Активная реакция среды (рН), как известно, сильно влияет на организмы и их распределение в водоеме, а организмы, в результате своей жизнедеятельности, в свою очередь влияют на активную реакцию среды. Значение рН для многих организмов изучено достаточно хорошо, однако специальных исследований, касающихся распределения диатомовых в водоеме в зависимости от рН, не имеется, точно так же нет точных экспериментальных данных о влиянии активной реакции на отдельные виды диатомовых. Принятое подразделение пресноводных водоемов на щелочные (рН 8—10), нейтральные (рН около 7) и кислые (рН 6—3,2) находит свое подтверждение также и на составе флоры диатомовых соответствующих водоемов. Так, в кислых водоемах среди ценозов водорослей преобладают виды р.р. *Pinnularia*, *Eunotia*, *Frustulia rhomboides*, *Meridion circulare* и др. В щелочных водоемах наблюдается примесь таких видов, как *Rhopalodia gibba*, *Rhoicosphenia curvata*, *Epithemia sorex*, *Cocconeis pediculus*, виды *Anomoeoneis*, *Amphora* и др. Однако у нас еще нет оснований утверждать, что в данном случае имеет место прямое влияние активной реакции среды на состав флоры диатомовых водорослей вышеуказанных типов водоемов.

Все физико-химические факторы, за исключением NaCl и отчасти SiO<sub>2</sub>, связаны общим взаимодействием, и действие одного фактора зависит от влияния других. Особенно тесно связано между собой влияние четырех

факторов: кальция, железа, углекислоты и рН. Изучать влияние одного из факторов на жизнедеятельность организма (в частности диатомовых водорослей) обособленно, без учета взаимодействия этого фактора с другими, нельзя, однако данных для диатомовых в отношении влияния совокупности этих факторов не имеется.

В жизненном цикле многих диатомовых водорослей наступают периоды, когда они подвергаются условиям сухости. Аэрофильные сообщества подвержены физической сухости, а некоторые водные (например ультрагалинные) — физиологической сухости. В соленых водоемах, преимущественно ультрагалинных, при сильном повышении концентрации солей, некоторые диатомовые способны переносить ненормально высокую для них соленость, благодаря образованию специальных защитных приспособлений, например образованию плотной слизистой капсулы вокруг панцыря (*Mastogloia*). Другие диатомовые в подобных условиях переходят в стадию покоя — солевой анабиоз, при котором прекращается видимая жизнедеятельность клетки, хроматофоры их бледнеют, но в остальном клетка имеет нормальный вид и жизнедеятельность ее возобновляется при наступлении благоприятных условий. Вневодные ассоциации — на орошаемых скалах, в подушках мхов, во льду, на земле и в почве — подвержены временной физической сухости. Явление высыхания еще не достаточно изучено. Согласно исследованиям Бегер (1927, 1928), диатомовые переносят сухой период в состоянии анабиоза; при этом протопласт их сильно сжимается, но протоплазма не коагулирует, а обладает свойством отдачи воды при высыхании и поглощения ее при наступлении увлажнения. Такие стадии известны у видов рр. *Flagilaria*, *Navicula* и *Achnanthes*. Наряду с этим у некоторых диатомовых наблюдается наличие особых приспособлений против высыхания, например образование внутренних створок, кратикулы и накопление масла.

### 3. Экология диатомовых водорослей

Диатомовые — наиболее широко распространенная и наиболее богатая видами группа среди водорослей. Они обитают всюду — в пресных и соленых водах, на земле и в почве, причем по количеству видов и по массовому их развитию обычно являются преобладающими в водоемах. Количественные сборы диатомовых показывают, что они встречаются сотнями тысяч и миллионами экземпляров в кубометре воды, как в планктоне, так и в литорали среди обрастаний. Морфология и систематика диатомовых водорослей изучается уже со второй половины прошлого столетия и большинство основных классических работ по систематике диатомовых относится ко второй половине прошлого и началу текущего столетия. Изучение экологии диатомовых водорослей начато только в последнее время и наши знания в этой области еще очень недостаточны, а относительно географического распространения диатомовых мы имеем отрывочные и скудные сведения.

Основное местообитание диатомовых водорослей — водная среда: океаны, моря, озера, реки, болота и прочие водоемы. Однако есть немало видов, живущих в условиях влажной среды — это диатомовые, живущие на увлажненных скалах у водопадов или в зоне прибоя, среди подушек мхов, у основания деревьев, на влажной земле и в почве. Таким образом диатомовые, наравне с остальными водорослями, обитают в двух основных типах местообитаний: водных и сухопутных.

Все существующие классификации основных местообитаний и сообществ водорослей сходны между собой в отношении водных местообитаний и различаются в части классификации вневодных местообитаний. Классификации последнего времени Арнольди (1925), Кольбе (1932), Петерсена (1935), Еленкина (1936) и Голлербаха (1943) являются не только классификациями местообитаний (как классификация Кольбе), но и классификациями водорослевых сообществ (Арнольди, Еленкина, Голлербаха) или даже классификацией экологических типов водорослей (Петерсена). Однако эта разница скорее касается формулировок, чем существа дела, так как при классификации типов местообитаний водорослей имеются в виду те водорослевые сообщества, которые связаны с местообитаниями.

Вышеприведенные классификации в отношении трактовки вневодных местообитаний можно разделить на две группы. Первая группа включает классификации Арнольди, Кольбе и Петерсена, которые делят вневодные местообитания на следующие основные группы.

| Арнольди (1925)  | Кольбе (1932)  | Петерсен (1935)  |
|--|--|--|
| Вне воды живущие сообщества  | Вневодные биотопы  | Воздушные водоросли  |
| 1. Воздушные сообщества<br>2. Наземные сообщества<br>3. Почвенные сообщества<br>4. Сообщества орошаемых скал | 1. Воздушные местообитания<br>2. Воздушно-водные местообитания | 1. Настоящие воздушные водоросли<br>2. Почвенные водоросли<br>3. Псевдовоздушные водоросли |

Эти три классификации сходны между собой, несмотря на кажущееся различие. Наиболее лаконичная из этих классификаций Кольбе, который в свой первый раздел (воздушные местообитания) включает как наземные, так и почвенные водоросли. Последний раздел у всех авторов имеет в виду сообщества орошаемых скал и подобные увлажнённые местообитания.

Вторая группа — классификации Еленкина и Голлербаха сходны в основных подразделениях.

| Еленкин (1936)                                | Голлербах (1943)  |
|---|---|
| Ценозы аэрофильные                            | Ценозы вневодные  |
| 1. Аэрофитон<br>2. Эдафон<br>3. Эндолитофитон | 1. Аэрофильные ценозы<br>2. Эдафотфильные ценозы<br>3. Литофильные ценозы |

Главное отличие классификации Еленкина и Голлербаха от предыдущих состоит в выделении группы эндолитофитона (или литофильных ценозов), как одной из основных групп вневодных ценозов, равноценных аэрофильной и эдафотфильной группе.

Рассматривая эти классификации в отношении применимости их к диатомовым водорослям, следует сказать, что две последние классификации вневодных местообитаний Еленкина и Голлербаха менее других применимы к диатомовым, потому что один из основных разделов — эндолитофитон (Еленкин) или литофильные ценозы (Голлербах), включающий сверлящие и туфообразующие водоросли, у диатомовых не существует, по крайней мере до сих пор такие диатомовые неизвестны. Что касается раздела эдафон (Еленкин) и эдафотфильные ценозы (Голлербах), то такой раздел существует во всех вышеприведенных классификациях, кроме Кольбе, в классификации которого это сообщество попадает в группу воздушных местообитаний, что тоже не совсем правильно, потому что почва представляет совершенно особый тип местообитания со свойственным ему освещением, химизмом, температурой, влагой и пр., что резко отличает его от других вневодных местообитаний.

Мы склонны принять классификацию Кольбе, которая более удовлетворительно решает вопрос о типах местообитаний диатомовых, но в разделе вневодных местообитаний мы выделяем почву как самостоятельный тип, а не представляющий одно из подчиненных подразделений, включаемый в группу воздушных местообитаний. Следует сказать, что и термин Кольбе «воздушные местообитания» не является удовлетворительным, потому что водоросли этого биотопа живут не в воздухе, а на субстрате, будучи окружены тонкой пленкой воды, соприкасающейся с воздухом.

Таким образом, принятая нами классификация местообитаний будет такова.

#### Водные местообитания.

##### I. Сленные воды (в широком смысле).

- а. Солоноватые воды (опресненные моря и солоноватые озера).
- б. Соленые воды (моря и океаны).
- в. Ультрагалинные воды (озера и заливы).

##### II. Пресные воды.

- а. Стоячие воды (озера, пруды, болота и пр.).
- б. Текучие воды (реки, ручьи, источники и пр.).

#### Сухопутные (субаэральные) местообитания.

##### I. Постоянно увлажняемый субстрат (зона приобья, влажные камни, лед и снег).

##### II. Периодически увлажняемый субстрат (моховые подушки, расщелины камней, поверхность почвы).

##### III. Почва.

Необходимо заметить, что основные группы местообитаний — водные и сухопутные — в отношении диатомовых являются неравноценными ни по количеству видов, ни по специфичности флоры, характеризующей эти местообитания. Флора диатомовых водных местообитаний отличается богатством, в смысле количества видов, и разнообразием в отношении их морфологических и биологических особенностей. В каждом типе водоема наблюдается вполне сформированная, свойственная ему флора диатомовых водорослей, а для больших и древних водоемов (океаны, моря, озера) характерна ее самобытность, выработавшаяся в результате длительного периода существования этих водоемов.

Особенностью диатомовых водных местообитаний является их строгая приуроченность к определенной среде обитания. Это характерно не только для водоема в целом, но и для различных частей одного и того же водо-

ема, где в связи с особенностями среды формируются сообщества диатомовых, различные по систематическому составу, биологическим и морфологическим свойствам. Ничего этого мы не можем сказать о диатомовых, населяющих сухопутные местообитания. Нам неизвестны виды диатомовых, которые обитали бы исключительно в сухопутных местообитаниях. Все эти виды живут в воде, где встречаются значительно чаще и в значительно большем количестве, чем в сухопутных местообитаниях. Большинство видов сухопутных местообитаний относятся к числу наиболее широко распространенных видов; многие из них принадлежат к убиквистам и космополитам. Количество видов, населяющих сухопутные биотопы, очень незначительно в сравнении с количественным видовым составом водных биотопов, кроме того значительных морфологических особенностей, которыми бы отличались диатомовые сухопутных местообитаний, не наблюдается. Сухопутные местообитания диатомовых еще недостаточно изучены, но имеющиеся данные говорят в пользу того, что в настоящий геологический период сухопутные диатомовые проходят первоначальную фазу заселения этих биотопов видами, чрезвычайно широко приспособленными к различным условиям местообитания.

Водные местообитания. Как указывалось выше, водная среда представляет основное и первичное местообитание диатомовых водорослей, которые несомненно возникли в воде, где прошли длительную эволюцию и, в настоящее время, в большинстве бассейнов они преобладают качественно и количественно, принимая участие в образовании разнообразнейших сообществ. Поэтому, прежде чем перейти к рассмотрению отдельных типов водных местообитаний, необходимо кратко остановиться на основных типах сообществ, которые выделяются во всех водоемах.

Каждый водный бассейн имеет дно, или бенталь, и толщу воды, или пелагиаль, соответственно этому обитатели бентали называются донными, или бентическими, организмами, а обитатели пелагиали — пелагическими организмами. Пассивно плавающие пелагические организмы, к которым следует причислить диатомовые водоросли, называются планктическими или планктонными организмами.

Планктон морей и пресных водоемов очень богат диатомовыми водорослями, временами достигающими массового развития. Одной из главных особенностей планктонных диатомовых является их чрезвычайная приспособленность к «парению». Они обыкновенно имеют очень тонкий и легкий панцирь, мелкие и тонкие хроматофоры, часто наблюдается скопление капель масла и газовых вакуолей — все это ведет к уменьшению удельного веса клетки.

Помимо этого, клетки многих диатомовых имеют очень большую поверхность, что еще более увеличивает их способность к парению. Достигается это различно. Одни из планктонных диатомовых имеют очень длинные палочковидные клетки, длина которых во много десятков, а иногда и сотен раз превышает ширину (р.р. *Thalassiothrix*, *Thalassiosira*, *Synedra* и др.). Сильное удлинение клетки иногда достигается образованием множества вставочных ободков (р.р. *Rhizosolenia*, *Dactyliosolen*, *Guinardia* и др.). Другие диатомовые имеют дисковидные клетки с очень большим диаметром (р.р. *Coscinodiscus*, *Asteromphalus*, *Asterolampra*, *Actinocyclus* и др.), иногда по окружности диск снабжен длинными щетинками (р.р. *Gosleriella*, *Thalassiosira*, *Corethron*, *Stephanodiscus* и др.).

Значительно чаще планктонные диатомовые бывают не одиночные, а собраны в плоские колонии, что ведет к сильному увеличению поверхности и еще более обеспечивает способность к парению. Наиболее обычные колонии нитевидные, лентовидные и цепочковидные. Клетки в колониях часто снабжены длинными щетинками и соединяются не плотно, а рыхло, образуя очень легкую решетчатую цепочку (р.р. *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Stephanopyxis*, *Bacteriastrum* и др.). Реже наблюдаются звездчатые колонии, у которых иногда между клетками-лучами образуется слизистая сеть, так что вся колония становится похожей на парашют (р.р. *Asterionella*, *Thalassiothrix*). Эйнзеле и Грим (1938) показали, какое большое значение имеет вес колонии у *Asterionella formosa* при распределении этого вида в толще воды по вертикали. Так, на поверхности Боденского озера количество кремния в клетках этого вида равнялось  $45 (мг - 9)^2$ , на глубине 10 м было равно  $50 (мг - 9)^2$ , а на 15 м равнялось  $70 (мг - 9)^2$ . Планктонные диатомовые настолько легки, что их клетки после отмирания не опускаются на дно, или погружение их происходит настолько медленно, что в глубоких водоемах клетки разрушаются прежде, чем достигнут дна. Этим объясняется слабая сохранность пелагических ископаемых видов, многие из которых известны только в виде спор.

Планктон морей и океанов разделяется на планктон прибрежной зоны — неритический планктон и планктон открытой поверхности океана — океанический планктон. В океаническом планктоне обычны виды р.р. *Planctoniella*, *Gossleriella*, *Skeletonema*, *Corethron*, *Lauderia*, в неритическом: *Streptotheca*, *Cerataulina*, *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus* и др. Океанические диатомовые весь свой жизненный цикл проводят в открытом море, неритические виды живут и размножаются у берегов. Большинство неритических видов в цикле своего развития имеет споры. В стадии спор они переживают неблагоприятные условия, что имеет для них большое значение, так как физико-химические условия в прибрежной области более изменчивы, чем в открытом океане. Деление планктонических диатомовых на океанические и неритические не может быть резким, так как часто неритические виды встречаются в открытом океане и наоборот.

В планктоне береговой полосы — литорали водоема, где, благодаря прибою, в воде взвешено большое количество песка, ракуши, детрита и пр., чем создается механическое трение, нежные пелагические диатомовые существовать не могут. Диатомовые литорали обычно более крупные, с толстым панцырем и лишены тонких длинных щетинок (р.р. *Coscinodiscus*, *Actinoptychus*, *Aulacodiscus*, *Auliscus*, *Triceratium* и др.), а колониальные формы характеризуются короткими и плотными цепочками (р.р. *Podosira*, *Melosira* и др.). Среди ископаемых диатомовых лучше и полнее других сохраняются диатомовые неритической области никогда мощных отложений не дают. В связи с этим характерно, что нефтеносные породы, по литологическому составу и систематическому составу диатомовых, являются отложениями неритической области.

В планктоне морей и океанов преобладают представители порядка *Centrales*, а из порядка *Pennales* встречаются преимущественно представители подпорядка *Araphineae*, не имеющие шва и не способные к движению; из подвижных форм известны только некоторые виды семейства *Nitzschiaceae*. В планктоне пресноводных водоемов преобладают представители порядка *Pennales*.

Планктон одного и того же водоема не является неизменным; в течение года одни формы появляются, другие отмирают в определенные сроки, что связано с циклом развития вида, обусловленного, в свою очередь, температурным и физико-химическим режимом водоема. Годичный цикл планктона в умеренных широтах разделяется на четыре периода: зима (XI—II), весна (III—VI), лето (VII—VIII) и осень (IX—X). Диатомовые в умеренных широтах дают два максимума развития — весенний и осенний. Ближе к северу весенний и осенний максимумы сдвигаются к лету, таким образом в Арктике осеннего и весеннего максимумов в развитии диатомовых не наблюдается, а остается только летний. К югу, наоборот, весенний максимум начинается раньше, а осенний запаздывает, и в тропической зоне оба максимума сдвигаются и падают на зиму, так что получается один зимний максимум развития диатомовых, в противоположность летнему в Арктике.

Бентос морских и пресноводных водоемов также очень богат диатомовыми, причем в соленых водах диатомовые в бентосе являются преобладающими. Диатомовые обитают всюду, куда проникает свет и где отсутствует сероводород: на дне, на подводных камнях, на водорослях, на погруженных в воду частях высших водных растений, на животных (моллюски), а также на различных предметах, введенных в воду человеком, — как подвижных (буи, плоты, суда), так и неподвижных (деревянные, каменные и бетонные сооружения).

Диатомовые, обитающие на дне, обычно очень многочисленны на освещенном илистом грунте (лишенном  $H_2S$ ) и редки на песчаном или ракушняковом, подвижном грунте. Донные морские формы, в связи с условиями своего обитания, обладают характерными особенностями. Клетки их крупные с толстым крепким панцирем, являющимся защитой при соприкосновении, перекатах и ударах о подводные предметы. Хроматофоры большие, лопастные, интенсивно окрашенные, приспособленные к утилизации незначительного количества света, проникающего на дно.

Большинство донных диатомовых представляет собой одиночно живущие и подвижные формы, способные выдвигаться над субстратом к свету. Почти все они принадлежат к порядку *Pennales*, причем в морях обычно преобладают виды родов *Campylodiscus*, *Surirella*, *Diploneis*, *Amphora*, *Nitzschia*, *Pleurosigma*, а в пресных водах, кроме того, виды р. р. *Pinnularia*, *Gyrosigma* и *Navicula*.

Наиболее богатыми по количественному составу и по качественному развитию являются сообщества обрастаний. В пресных водах среди обрастаний, состоящих из микроскопических водорослей, диатомовые часто являются господствующими, а в соленых водах обрастания обычно состоят исключительно из диатомовых. Диатомовые обрастаний состоят или из одиночно живущих форм или чаще из колониальных. Одиночные клетки с помощью выделяемой слизи прикрепляются всей поверхностью створки к субстрату (рр. *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Epithemia*, *Rhopalodia*) или только базальным концом (рр. *Licmophora*, *Gomphonema*, *Rhoicospenia*, *Synedra*, *Opephora*). Колониальные формы имеют вид слизистых корок, подушечек, слизистых тяжей с заключенными в слизи клетками, или в виде кустиков и различного вида лент и цепочек. Диатомовые обрастания относятся преимущественно к представителям порядка *Pennales*.

Среди обрастаний в морях обычные виды р. р. *Licmophora*, *Grammatophora*, *Rhabdonema*, *Achnanthes*, *Mastogloia*, *Synedra*, *Cocconeis* и др.; в пресных водах — р. р. *Cocconeis*, *Tabellaria*, *Diatoma*, *Synedra*, *Epithemia*, *Rhopalodia*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Achnanthes* и др.

Обрастания, как в морях, так и в пресных водах, чрезвычайно богаты и разнообразны и зависят от субстрата, глубины, волнения, быстроты течения, физико-химических условий и проч. Особенного разнообразия и богатства видового состава достигают эпифитные диатомовые, которые в пределах Советского Союза изучены преимущественно в пресных водах (Порецкий, 1927; Киреева, 1927; Ширшов, 1928; Мусатова, 1928, 1931; Гордиенко, 1931, 1937 и др.). Среди пресноводных эпифитов наиболее обычны: *Symbella ventricosa*, *S. turgidula*, *S. gracilis*, *Gomphonema acuminatum* с разновидностями, *G. capitatum*, *Cocconeis placentula*, *S. pediculus*, *Epithemia sorex*, *E. zebra* с разновидностями, *E. turgida* var. *genuina*, *Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa* с разновидностями и другие.

Обрастание диатомовыми животными в морской и пресной воде исследовано очень недостаточно. Наиболее подробно изучено обрастание китов. В Антарктике киты обрастают почти чистой культурой *Cocconeis ceticola* с примесью единичных случайных видов (Гарт, 1935). Обрастание кожи китов происходит очень быстро; киты, пришедшие в начале лета в Антарктический бассейн, уже через месяц покрывались «диатомовой оболочкой» светложелтого цвета, хорошо видимой на светлых участках кожи. Массовый выход микроспор *Cocconeis ceticola* обеспечивал обрастание кожи в продолжение летнего сезона. *Cocconeis ceticola* обрастает исключительно китов (финвала и голубого кита) и только в Антарктике, в более теплых морях, куда уходят киты в конце лета, *Cocconeis ceticola* с кожи китов исчезает. Характерно, что этот вид в других условиях или свободно живущим в воде не найден. В Арктике *Cocconeis ceticola* заменяется близкой формой *Cocconeis ceticola* var. *arctica* (Усачев, 1940). Известны и другие случаи приуроченности диатомовых к определенным типам и видам животных. Например, *Synedra cycloplum* обитает на циклопах, *Chaetoceros tetrastichon* и *Ch. dadayi* на тинтиннидах (*Tintinnus inguilinus*), *Hemiaulus Nauckii* и *Chaetoceros peruvianus* на *Tintinnus lusus* — *undae* и пр. Эта строгая приуроченность к определенным животным заставляет предполагать, что, вероятно, здесь имеет место не случайное обрастание, как это было выяснено для *Cocconeis ceticola*, но ввиду отсутствия специальных исследований этот вопрос остается не разрешенным.

Обрастание диатомовыми предметом, введенных в воду человеком, исследовано также недостаточно, в особенности для морей. В пресных водах неподвижные предметы (сваи, плотины, бетон) обрастают так же, как и природный субстрат (Порецкий, 1927; Дуплаков и Ивлева, 1930; Воронихин, 1925; Колосова, 1935 и др.). Среди этих диатомовых преобладают обычные формы обрастаний, при полном отсутствии каких-либо специфических видов. В обрастаниях бетона шлюзов канала Москва—Волга встречены формы, которые были в то время в планктоне, и мелкие бентические формы (Усачев, 1940). Подвижные предметы (плоты, лодки, пароходы) обрастают диатомовыми одинаково обильно в морской и в пресной воде. Дьяконов (1925) и Воронихин (1925) указывают среди обрастаний речных судов обычные прикрепленные бентические виды с преобладанием р.р. *Gomphonema*, *Symbella*, *Cocconeis*, *Epithemia*, *Diatoma* и др.

Сезонная смена диатомовых бентоса, подобно планктону, тоже имеет место и наиболее ярко выражена в умеренной и субарктической зонах. Более отчетливо смена выражена среди обрастаний, и значительно меньше в донной флоре. Однако этот вопрос еще слабо исследован как у морских, так и у пресноводных диатомовых.

Бентические формы очень часто выносятся волнением из своего местообитания и встречаются в прибрежном планктоне больших водоемов, а в планктоне небольших мелководных водоемов они встречаются постоянно как случайные планктонные формы. Однако образование новых колоний, процесс деления и образования аукоспор наблюдается у них в условиях их коренного местообитания.

Тесная зависимость формы панцыря от среды обитания вида часто обуславливает сходство формы клеток и панцыря у очень отдаленных, в генетическом отношении, видов, но связанных одинаковыми условиями жизни. Так, например, очень сходны по форме некоторые виды родов *Licmophora* и *Synedrosphenia*, *Gomphonema* и *Opephora*, *Achnanthes* и *Navicula*, *Synedra*, *Thalassiosira*, *Tabellaria* и *Fragilaria* и др. Точно также бывают сходны и формы колоний у различных видов и родов. Поэтому не удивительны богатая и пресная синонимика многих видов диатомовых водорослей и трудность определения некоторых из них по внешнему виду.

Приуроченность диатомовых к определенным условиям существования в водоеме и тесная связь формы и структуры панцыря со средой обитания вида, имеют очень большое значение при исследовании ископаемых диатомовых водорослей, так как это является единственным критерием, на основании которого мы получаем возможность судить об экологических условиях существования ископаемых видов. Используя эти данные при изучении комплексов ископаемых диатомовых, мы получаем достаточно полный материал для реконструкции экологического характера водоемов того времени. Реконструкция для водоемов четвертичного периода и неогена может быть установлена с такой же точностью, как это возможно сделать для современных водоемов, но для палеогена это можно сделать с большей или меньшей вероятностью, ввиду того что большинство видов палеогена не дошло до нашего времени и при заключении приходится пользоваться аналогией их с современными видами.

Значение диатомовых водорослей в жизни водоема исключительно велико, потому что в планктоне большинства водоемов они преобладают, особенно в морях, где составляют иногда до 99% всей растительной массы и являются основным источником пищи планктонных животных, обуславливая общую производительность водоемов (Геккель, 1890; Джонстон, 1908; Ломанн, 1911; Гран, 1912, 1930, 1931; Лебур, 1921, 1922, 1923; Гердман, 1923; Бетле, 1926; Эллен, 1934 и др.). Накопление отмерших диатомовых на дне водоемов третичного и четвертичного времени привело к образованию диатомитов или видоизмененных диатомитовых сланцев (опализированных, халцедонизированных и доломитизированных), достигающих иногда большой мощности. Так, например, в Монтерей (Калифорния) среднемиоценовые диатомовые сланцы занимают площадь до 2000 кв. км и достигают мощности выше 1650 метров. Известна приуроченность нефтеносных районов к мощным отложениям диатомовых сланцев (Калифорния и др.), и в настоящее время в литературе высказывается научно-обоснованный взгляд на диатомовые сланцы как на исходный материал для образования нефти (Арнольд и Андерсон, 1907; \* Гудков, 1926; \* Тольман, 1927—1930; Калицкий, 1940 \*).

Согласно принятой нами схеме классификаций биотопов, среди водных местообитаний различаем диатомовые, населяющие соленые, солоноватые и ультрагалинные воды. *(переселенные)*

I. Соленые воды по количеству всей водной поверхности земного шара составляют 99,5%.

Средняя соленость мирового океана колеблется в пределах 32—38‰, диапазон солености несколько шире в окраинных и внутренних морях, где, вследствие опресняющего влияния рек, соленость может падать до 10‰, или же вследствие испарения подыматься до 40‰ и выше. Воды океанов и открытых морей характеризуются постоянством химического состава солей, значительной прозрачностью воды и существованием морских течений, приливов и отливов.

Диатомовые водоросли, населяющие моря и океаны, являются типичными эугалобами; в подавляющем числе это стеногалинные виды. В океанах и морях различают три основные области обитания водорослей: океаническую (или пелагическую), прибрежную (неритическую) и береговую (литоральную). Наиболее обширная площадь океанов и морей занята пелагической областью, однако планктон этой области, состоящий в значительной степени из диатомовых водорослей, значительно беднее неритической области как по видовому составу, так и по своей продуктивности. Неритическая область, благодаря отсутствию больших глубин и близости берегов, значительно богаче питательными веществами, чем и обуславливается богатство флоры диатомовых водорослей этой области.

Литоральная, т. е. узкая береговая полоса, густо населена диатомовыми, господствующими среди низших микроскопических водорослей. Ценозы диатомовых водорослей, населяющих три вышеназванные области, очень резко различаются своим экологическим характером и морфологическими особенностями.

Соответственно температуре поверхностных слоев мирового океана различают следующие основные широтные зоны: полярные (арктическая и антарктическая), умеренные (северная и южная) и тропическую зону. Полярные зоны характеризуются незначительным годовым колебанием температуры воды (2—3°), и диатомовые полярных морей представлены холодолюбивыми стенотермными видами. Продуктивность в холодных водах Арктики и Антарктики высока, но падает с повышением температуры (так, в Сев. Атлантике при 10° С в литре воды было 14 802 диатомовых, при 15—20° С — 13 434, а при 25° С — всего 310). Основные виды, обитающие в планктоне Арктики, следующие: в океанической области — *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. decipiens*, *Ch. convolutus*, *Thalassiothrix longissima*, в неритической — *Chaetoceros subsecundus*, *Ch. holsaticus*, *Nitzschia seriata*, *Thalassiosira Nordenskioldii* и др.

Воды умеренных областей характеризуются широкой температурной амплитудой, достигающей до 15—20° в зависимости от широтного положения. В этой зоне преобладают эвритермные виды диатомовых, дающие высокую продукцию, с весенним и осенним максимумами. Видовой состав диатомовых умеренной зоны наиболее богат. В океанической области обитают *Coscinodiscus exentricus*, *C. stellaris*, *Thalassiosira subtilis*, *Corethron hystix*, *Bacteriastrum delicatulum*, *B. elongatum*, *Asteromphalus heptactis*, *Thalassiothrix*, *Frauenfeldii* и др. Неритическая область умеренных зон особенно богата диатомовыми. В северной умеренной зоне: *Skeletonema costatum*, *Coscinosira polychorda*, *Thalassiosira aestivalis*, *Th. decipiens*, *Th. gravida*, *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia setigera*, *Rh. fragilissima*, *Rh. delicatula*, и многие виды р.р. *Coscinodiscus* и *Chaetoceros*; в южной умеренной зоне: *Thalassiosira rotula*, *Ditylum Brightwellii*, *Lithodesmium undulatum*, *Eucampia zodiacus*, виды *Chaetoceros* и другие.

В тропической зоне годовичные колебания температуры поверхностных слоев воды составляют в среднем около 2° и температура в верхних

Максимум  
Арктики

Умеренная  
зона

слоях обычно не спускается ниже 15° С. Во флоре диатомовых преобладают теплолюбивые стенотермные формы. Наиболее населенными в тропиках являются глубины от 0,5 до 20 м, а некоторые виды обитают на значительной глубине, как например, *Planctoniella sol* и *Gossleriella tropica* (на 80 м и глубже). Продуктивность диатомовых в тропиках наиболее слабая, с максимумом, падающим на зимний период. В океаническом планктоне обычны: *Bacteriastrum comosum*, *Rhizosolenia Bergonii*, *Asterolampra marylandia*, *Chaetoceros tetrastichum*, *Ch. dadayi* и др. В неарктическом планктоне: *Rhizosolenia cylindrus*, *Biddulphia dubia*, *Eucampia cornuta*, *Chaetoceros costatus*, *Ch. diversus*, *Ch. laevis*, *Ch. pseudocurvisetus* и др.

Типичная литораль, т. е. береговая зона, периодически обнажаемая во время отлива, в отношении диатомовых не изучена. В гидрологическом режиме океанов и морей очень большую роль играют морские течения, несущие воды иной температуры с соответственной флорой. Особенно резко сказывается влияние теплых течений в арктических бассейнах и холодных течений в теплых морях.

Воды, соленость которых превышает морскую, называются пересолёнными, или ультрагалинными. Ультрагалинные водоемы большей частью возникают в умеренном и теплом климате благодаря частичной или полной изоляции мелководных прибрежных участков морей. Вследствие интенсивного испарения концентрация солей в таких изолированных водоемах повышается вплоть до выпадения солей из растворов. К таким водоемам следует отнести водоемы, связанные с морем, как Кара-Богаз-Гол, Сиваш, и континентальные озера: Эльтон, Баскунчак, Перекопские озера и др. Характерной чертой флоры диатомовых ультрагалинных водоемов является чрезвычайная бедность видового состава и обычно — их массовое развитие. Интересен факт, что среди диатомовых ультрагалинных водоемов почти не существует специфических ультрагалинных видов. В водоемах этого типа широко распространяются эвригалинные виды — морские, солоноватоводные и даже пресноводные. Многие данные заставляют предполагать, что флора диатомовых ультрагалинных водоемов формируется выходцами из бассейнов, непосредственно связанных с ними. Некоторые виды этих бассейнов, наиболее приспособляющиеся к повышению солености, не встречая конкуренции, широко расселяются в ультрагалинном водоеме. В ультрагалинных водах находили следующие виды: *Navicula longirostris*, *N. epithemoides*, *Amphora coffeaeformis*, *Actynocyclus Ehrenbergii*, *Mastogloia aspera*, *Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Nitzschia sigma*, *Caloneis brevis* var. *vexans*, *Nitzschia palea*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula digitoradiata*, *Amphora proteus* var. *contigua* и др. (Киселев, 1940; Мейер, 1925).

Некоторые прибрежные или полуизолированные участки морей и океанов, под влиянием впадающих в них рек, имеют опресненную воду, соленость которой бывает значительно ниже морской. Такие водоемы называются солоноватоводными. Это — морские заливы, эстуарии рек и некоторые опресненные моря (например Азовское, Балтийское), а также континентальные бассейны — внутренние моря и солоноватые озера.

Химический состав солей, степень солености и колебание ее в солоноватоводных водоемах особенно в континентальных, очень различны, в связи с чем флора диатомовых солоноватых вод имеет очень разнообразный характер. Солоноватоводные водоемы населены эугалолами,

Тропическая зона.

В ультрагалинных водах.

мезогалобами и галофильными видами диатомовых, процентные отношения между которыми обуславливаются степенью солености воды. В водоемах, в которых соленость сильно колеблется, среди диатомовых наблюдается большой процент эвригалинных видов. Флористический состав диатомовых в эстуариях рек представляет в основном смесь из диатомовых, вносимых в море реками, и аборигенной морской флоры, с преобладанием галофилов, мезогалобов и эвригалинных видов. (Киселев, 1929, 1930, 1931).

Флора диатомовых солоноватоводных континентальных водоемов очень разнообразна, так же как химический состав солей, колебания солености, температурный режим и пр.

Эта флора в достаточной степени исследована, однако выделить отдельные типы в связи с химизмом и соленостью пока невозможно (Густедт, 1925; Клок, 1930; Кольбе, 1927; Кольбе и Тиге, 1929; Краске, 1927—1932, 1934-а; Либетанц, 1925; Порецкий, 1924, 1940; Порецкий и Анисимова, 1930, 1933; Прошкина-Лавренко, 1924, 1930-а, 1941). В солоноватых континентальных озерах наиболее часто встречаются следующие виды: *Achnanthes brevipes* var. *intermedia*, *Amphiprora paludosa*, *Nitzschia apiculata*, *Navicula salinarum*, *N. pygmaea*, *N. cincta*, *Amphora coffeaeformis*, *A. commutata* и др.

II. Пресные воды в отличие от соленых вод характеризуются бедностью NaCl (ниже 5<sup>0</sup>/<sub>00</sub>) или только следами его, также содержание других солей здесь очень невелико в сравнении с морскими водами. Флора диатомовых пресных вод очень богата, разнообразна и в основном состоит из олигогалобов, среди которых преобладают индифферентные виды и, в случае повышения минерализации, примешиваются галофильные виды и, наоборот, при уменьшении минерализации до минимума, преобладают галофобы.

Пресные воды бывают стоячие и текучие. Пресноводные стоячие водоемы чрезвычайно разнообразны по своему происхождению, размерам, глубине и физико-химическим свойствам. Среди них различают постоянные водоемы — озера, пруды и болота и временные — заливные луга, заливные рисовые поля, лужи и прочие мелкие водоемы.

Озера по физико-химическим свойствам воды разделяются на три типа: олиготрофные, эвтрофные и дистрофные с характерной для них диатомовой флорой. Озера олиготрофного типа (преимущественно горные и северные) бедны солями, с холодной и прозрачной водой, слабо населены диатомовыми водорослями, в особенности бентическими. В их планктоне диатомовые распределены не только на поверхности, но вследствие прозрачности воды и избытка O<sub>2</sub> населяют значительные глубины (до 24 м). В планктоне этих озер преобладают: *Melosira distans* (с разновидностями), *M. islandica* subsp. *helvetica*, *Cyclotella bodanica*, *C. comta*, *Tetracyclus lacustris*, *Tabellaria fenestrata*, *Diatoma hiemale* и var. *mesodon*, *D. elongatum*, *Fragilaria construens*, *Fr. crotonensis* и отчасти *Asterionella formosa* и *Synedra acus* var. *angustissima* и др.

Дистрофные озера, богатые гуминовыми веществами и бедные растворимыми солями, особенно кальцием, сравнительно бедны диатомовыми, которые обитают преимущественно в верхних слоях воды. Бентос этих озер богаче планктона. В планктоне дистрофных водоемов встречаются виды р.р. *Pinnularia*, *Eunotia*, *Tabellaria flocculosa*, *T. binalis*, *Frustulia rhomboides* и некоторые другие, менее характерные виды.

Эвтрофные озера (преимущественно равнинные), богатые растворимыми солями, в связи с чем флора диатомовых в них очень богата и разнообразна как в планктоне, так и бентосе. В планктоне эвтрофных озер диатомовые распределены в верхних слоях воды и наиболее обычными в озерах средних европейских широт являются: *Melosira islandica*, *M. granulata*, *M. italica*, *M. varians*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*, *Cyclotella comta*, *Atteya*, *Zachariasii* и др. На неглубоких местах на дне обитают виды р.р. *Pinnularia*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Gyrosigma*, на песчаных грунтах *Melosira arenaria*, на больших глубинах виды р.р. *Diploneis* и *Campylodiscus*. Среди прибрежных образований особенно распространены эпифитные виды р.р. *Cymbella*, *Gomphonema*, *Synedra*, *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Rhopalodia* и др., на прибрежных камнях виды р.р.: *Diatoma*, *Cymbella*, *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Synedra* и др.

К типу озер, повидимому, следует причислить искусственные запрудные озера — водохранилища, которые по флоре диатомовых приближаются к эвтрофным озерам. Однако их мелководность, в связи с обширной водной поверхностью и особенностями температурного и солевого режима, несколько отличает их от естественных озер.

Близкими к озерам являются пруды. Некоторые исследователи склонны рассматривать пруды как очень малые озера, с чем можно было бы согласиться, если бы пруды (копанные или плотинные), созданные человеком, не загрязнялись им при хозяйственном использовании. Присутствие в воде прудов большого количества растворенных органических веществ обуславливает развитие специфической мезосапробной флоры диатомовых водорослей. В планктоне прудов преобладают синезеленые, жгутиковые и зеленые водоросли, диатомовые значительно беднее, чем в озерном планктоне, причем в большинстве это случайно планктонные виды: *Cyclotella Meneghiniana*, *Synedra acus*, *S. ulna* и другие виды рода *Synedra*, *Cocconeis placentula*, *C. pediculus*, *Navicula cryptosephata*, *N. rhynchocephala* и другие виды этого рода, *Pinnularia nobilis*, *Amphora ovalis*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia palea*, *N. vermicularis*, *N. sigmoidea*, *Cymatopleura solea*, многие виды р.р. *Gomphonema*, *Cymbella* и *Epithemia*.

Планктон прудов, не загрязненных органическими веществами, приближается к озерному, тогда в средних широтах Советского Союза в планктоне прудов обычны: *Melosira varians*, *M. italica*, *Cyclotella Meneghiniana*, *C. comta*, *Asterionella formosa* и др.

Болота очень разнообразны по происхождению, питанию и, следовательно, по своим физико-химическим свойствам. В отношении количества растворенных питательных солей различают два типа болот: верховые (олиготрофные) и низинные (эвтрофные). Между этими двумя типами существуют болота переходного типа (мезотрофные).

Низинные болота питаются грунтовыми водами, поэтому более или менее богаты минеральными солями. Активная реакция воды колеблется от нейтральной до слабо кислой или слабо щелочной. По преобладанию высшей растительности различают болота тростниковые, осоковые, осоково-гипновые, гипновые, ольшатниковые и пр.

Несмотря на то, что низинные болота встречаются часто, и флора водорослей, в частности диатомовых, этого типа болот очень богата, однако их изученность в альгологическом отношении очень недостаточна (Матвиенко, 1938, 1941). В европейской литературе имеется достаточно работ, однако точно установить, с каким типом болот имел дело тот или

иной автор невозможно, ввиду отсутствия описания флоры высших растений, характеризующих тип болота. Таким образом, на основании имеющихся данных характеризовать флору диатомовых низинных болот в настоящее время еще нельзя.

Верховые болота питаются атмосферными водами, поэтому воды их очень бедны растворенными питательными солями, особенно кальцием, но богаты гуминовыми веществами. Активная реакция воды в них колеблется от слабо до сильно кислой. Все эти особенности, вместе с своеобразными условиями сфагнового покрова и температурного режима, являются причиной исключительного своеобразия флоры диатомовых верховых болот, которая благодаря целому ряду работ в достаточной мере выяснена. Диатомовая флора верховых болот не богата. Здесь в большом количестве развиваются виды р.р. *Pinnularia* и *Eunotia*, так, обычны *E. tenella*, *E. paludosa*, *E. tridentula*, *E. parallela*, *E. lunaris*, *E. flexuosa*, *E. exigua*, *Tabellaria flocculosa*, *Navicula subtilis* и др. При повышении кислотности (рН 3—4) остаются очень немногие виды диатомовых, переносящие крайнюю степень кислотности, это преимущественно *Pinnularia subcapitata*, *Navicula subtilissima*, *Tabellaria flocculosa*, *Eunotia exigua* и некоторые другие. Влажная краевая зона верховых болот, благодаря соседству с краевым склоном болота, обогащается растворенными минеральными солями, в связи с чем падает кислотность, уменьшается содержание гуминовых веществ и параллельно с этим наблюдается значительное обогащение краевой зоны диатомовыми водорослями (Кригер, 1929).

Помимо вышеописанных постоянных водоемов со стоячей водой, существуют временные водоемы, которые бывают иногда огромных размеров, но существуют обычно первую половину лета, в дальнейшем обыкновенно пересыхают. К этому типу водоемов следует отнести естественные водоемы: луговые болота, степные поды и искусственные водоемы — заливные рисовые поля.

Временные естественные стоячие водоемы — заливные луга и степные поды обязаны своим происхождением или разливам рек (заливные луга) или скоплению талых вод в депрессиях равнины (степные поды). В том и другом случаях эти водоемы сравнительно кратковременные, с понижением грунтовых вод они пересыхают. Эти водоемы очень мелкие, их дно обычно представляет травянистый покров, условия сильного прогревания и богатство воды выщелоченными питательными веществами способствует быстрому развитию богатой флоры водорослей, среди которой большую роль играют диатомовые водоросли. На заливных лугах среди диатомовых преобладают эпифитные виды родов *Synedra*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Fragilaria*, и донные формы рр. *Navicula* и *Pinnularia* (Гайдуков, 1925). В формировании видового состава диатомовых на заливных лугах играет роль характер почв (на севере кислые луга, на юге — засоленные). Поды, широко распространенные в степной полосе, до распашки степей занимали огромные пространства, по мере распашки они уменьшаются и исчезают. Флора диатомовых водорослей степных подов изучена недостаточно (Дідусенко та Прошкіна, 1924; Тюрин, 1937; Прошкіна-Лавренко, 1942). По имеющимся данным, флора диатомовых водорослей подов очень богата, преимущественно эпифитными видами, которые по экологическому характеру относятся к пресноводным, галофильным и слегка солоноватоводным, в зависимости от степени засоленности почв водосборной площади пода.

Своеобразный тип временного водоема создается человеком для орошения рисовых полей. В этих обширных мелководных водоемах, возникающих на распаханной и удобренной земле, чрезвычайно быстро и интенсивно развивается флора водорослей. Диатомовые рисовых полей Советского Союза изучены на Северном Кавказе (Христюк, 1930-а) и в Средней Азии (Киселева, 1939), а также вне СССР на островах Яве (Волошинская, 1912) и Цейлоне (Вест, 1902).

Киселева (1939) приводит для водоемов рисовых полей 223 вида диатомовых, являющихся почти исключительно бентическими (в широком смысле слова). Наиболее обычные из них: *Cyclotella*, *Meneghiniana*, *Synedra ulna*, *Cocconeis pediculus* var. *lineata*, *C. placentula*, *Achnanthes minutissima* var. *cryptocephala*, *Anomoioneis sphaerophora*, *Diploneis puella*, *Navicula cryptocephala* var. *exilis*, var. *intermedia*, var. *veneta*, *Nav. gracilis*, *Nav. radiosa* var. *tenella*, *Cymbella microcephala*, *C. tumida*, *C. ventricosa*, *Amphora ovalis* var. *pediculus*, *A. veneta*, *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa*, *Nitzschia palea*, *Surirella angusta* и др. Среди диатомовых рисовых полей обычны диатомовые галофилы, что объясняется значительной минерализацией воды этих мелких водоемов, заливающих плодородные почвы.

Из временных водоемов наиболее мелкими и кратковременными являются лужи, которые можно назвать эфемерными водоемами. В лужах развиваются в массе эвглены, хламидомонады и некоторые другие представители вольвоксовых, среди них встречаются *Navicula atomus*, *Nitzschia palea*, *N. amphioxys*, но заметного развития они никогда не достигают.

Текучие пресные воды отличаются от стоячих иной термикой и повышенным содержанием газов. Фактор текучести воды имеет очень большое значение в формировании флоры диатомовых водорослей. Текучие пресные воды разнообразны по происхождению, питанию, физико-химическим свойствам, скорости течения и размерам. Это реки, ручьи, источники, оросительные каналы и проч.

Реки в отношении флоры диатомовых водорослей достаточно исследованы, в особенности планктон рек. Диатомовая флора рек очень разнообразна. Состав ее находится в прямой зависимости от широтного положения реки, питающих реку водоемов, состава почв и горных пород, среди которых река протекает, быстроты течения, прозрачности воды и других физико-химических факторов. Реки, берущие начало из крупных озер, торфяных и солоноводных водоемов, вместе с водой принимают флору диатомовых этих водоемов, и присутствие этой привходящей флоры сказывается на значительном протяжении течения реки. Планктон северных рек, с водами, бедными минеральными солями, резко отличается от планктона рек степной и полупустынной зон, вода которых богата минеральными солями. Флористический состав диатомовых речного планктона различен не только в разных реках, но и в разных участках течения одной и той же реки. Это особенно ясно наблюдается в больших реках Советского Союза, которые чаще текут в меридиональном направлении, отличаются большой протяженностью, и, протекая через различные географические зоны, принимают притоки, разнообразные по физико-химическим свойствам воды, со свойственной им флорой диатомовых водорослей. В планктоне рек средних широт Советского Союза из диатомовых обычны: *Melosira granulata*, *M. italica*, *M. varians*, *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus astrea*, *Cyclotella comta*, *C. Kutzingiana*, *C. Meneghiniana* и многие другие. В беглом

обзоре невозможно охарактеризовать все разнообразие диатомовой флоры различных типов рек Советского Союза. Наибольшего количественного развития диатомовые достигают в средних широтах весной, вскоре после вскрытия рек, и осенью. Бентос в реках развит значительно слабее, чем в стоячих водах, а в реках глубоководных с быстрым течением бентос чрезвычайно беден. Небольшие мелководные равнинные речки и ручьи характеризуются слабым течением, илистым дном и густыми береговыми зарослями высших растений, они имеют очень богатую диатомовую флору бентоса (в широком смысле). Планктон мелких рек и ручьев состоит преимущественно из случайно-планктонных форм, попадающих в толщу воды из бентоса.

Совершенно иной характер имеют горные ручьи и речки. Особенностью их является быстрота течения и связанная с ним высокая аэрация. В зависимости от географической широты, высоты над уровнем моря, температуры и химизма воды флора диатомовых горных ручьев и рек различается в отношении систематического состава, но сохраняет свои биологические особенности. Сообщества диатомовых быстро текущих холодных вод состоят из следующих группировок. На камнях и дереве в воде образуются: бурые слизистые налеты или накипные корочки, состоящие преимущественно из *Ceratoneis arcus*; плотные слизистые дерновинки (подушки), достигающие иногда больших размеров, образованные *Didymosphenia geminata* и видами *Gomphonema*, и нежные бахромки, образованные лентовидными и цепочковидными колониями диатомовых (виды р.р. *Tabellaria*, *Fragilaria*, *Diatoma*). Подводные части высших растений, мхи и нитчатые водоросли густо покрыты эпифитными диатомовыми как одиночными (виды р.р. *Cocconeis*, *Achnanthes Rhoicosphenia*, *Epithemia*, *Rhopalodia*), так и колониальными (виды р.р. *Tabellaria*, *Meridion*, *Diatoma* и др.). Среди нитчаток и мхов обычны одиночные, свободно живущие диатомовые (виды р.р. *Navicula*, *Nitzschia* и др.). Флористический состав диатомовых в быстро текущих водах в Карелии (Порецкий, 1927) и Ленинградской области (Ширшов, 1930, 1933, 1933-6) очень сходен и в основном состоит из *Ceratoneis arcus*, *Didymosphenia geminata*, *Tabellaria flocculosa*, *Achnanthes minutissima*, *Gomphonema acuminatum*, *G. capitatum*, *G. ventricosum* и др. На юге, на днепровских порогах и в р. Южный Буг (Ширшов, 1930; Мусатова, 1938) в этих условиях преобладают: *Rhoicosphenia curvata*, *Gomphonema olivaceum*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Navicula cryptocephala*, *N. exilis* и др.

Источники обычно очень резко отличаются от вышеуказанных текущих вод. Большинство источников берет начало из подземных вод, поэтому физико-химические свойства вод источников очень разнообразны. По температуре источники бывают холодные 4—7° С, теплые 18—40° С и горячие — до точки кипения воды, газовый состав источников также различен. По солевому составу вода источников чрезвычайно разнообразна, особенно большое количество растворенных солей содержат горячие источники; трудно найти два совершенно одинаковых источника по физико-химическим свойствам воды, тем более нельзя ожидать общности их флоры. Источники бывают пресные, солоноватые, соленые, горькосоленые, кислые, щелочные, железистые, углекислые и пр. Классификация их по химизму еще недостаточно разработана. Флора диатомовых источников сравнительно богата и разнообразна, она изучена для различных широт. На севере: в Иеллоустонском парке (Коплэнд, 1936), в Исландии (Оструп, 1918; Швабе, 1936; Краске, 1938); в умеренных широтах: в Карлсбаде (Шпренгер, 1930), в Польше (Намыслов-

ский, 1914; Либетанц, 1925), на Кавказе (Воронихин, 1927) и в Узбекской ССР (Киселев, 1931); для тропических широт известны две работы по источникам Явы и Суматры (Густедт, 1937—1938). Однако для классификации флоры диатомовых источников, данных еще очень недостаточно. Температурный предел, при котором могут обитать некоторые диатомовые, не выше  $50,7^{\circ}\text{C}$ , в этом отношении они уступают синезеленым водорослям. Систематический состав диатомовых, обитающих в источниках, очень пестрый.

В источниках тропиков обитают многие диатомовые, не свойственные источникам других широт. Например, *Diploneis subovalis*, *Navicula Ruttneri*, *Cymbella Mülleri* var. *javanica*, *Eunotia Tschirtschiana* известны только с Явы, Суматры и Зондских островов. Некоторые виды убикивисты, как *Diploneis elliptica*, *Pinnularia borealis*, *Epithemia zebra*, *Rhopalodia gibba* и др. встречаются в теплых пресноводных источниках различных климатических зон Явы, Суматры, Камчатки, Исландии и др. В отношении экологического состава диатомовых характерно присутствие во флоре диатомовых теплых источников мезогалобов, галофилов, индифферентов и галофобов. Преобладают обычно галофилы и индифференты, на что указывают многие авторы. Несмотря на значительное количество списков диатомовых из горячих и теплых источников, классифицировать флору диатомовых различных источников еще преждевременно.

К текущим водам следует отнести оросительные каналы и каналы, отводящие воду самого разнообразного происхождения — каналы водосточные, осушительные и отводящие сточные воды различного производства (солевого, химического и пр.). Диатомовые этих водоемов изучались (Гайдуков, 1925; Киселев, 1931а; Кригер, 1927; Буддэ, 1928), но недостаточно.

Сухопутные (субаэральные) местообитания отличаются тем, что водоросли в них обитают вне контакта с большими массами воды. В сухопутных условиях диатомовые живут или на субстрате, периодически покрываемом водой, или в условиях влажной атмосферы, или же в почве. Характерными чертами этих местообитаний являются периодическая сухость, резкие колебания температуры и сопряжение с воздушной средой.

Среди сухопутных местообитаний можно отличить следующие: 1) местообитания с постоянно влажным субстратом характеризуются более или менее достаточным количеством влаги; к таким местообитаниям относятся зоны приливов и отливов, субстрат (камни), увлажняемый в зоне прибоя, у водопадов, источников, в пещерах и пр., сюда же следует отнести снег и лед. 2) Местообитания с периодически увлажняемым субстратом, где влажность значительно меньше, а временами наступают периоды сухости, к таким субстратам принадлежат поверхность почвы, трещины скал, кора деревьев, куртины мхов и пр. 3) Почва, представляющая субстрат, в котором обитают диатомовые в совершенно своеобразных условиях в смысле освещения и химизма, резко отличающих эти местообитания от двух предыдущих.

Сухопутные сообщества диатомовых изучены очень недостаточно, а относительно некоторых из них у нас нет никаких сведений. Примером местообитания с постоянно увлажняемым субстратом являются орошаемые скалы, которые густо населены диатомовыми, заключенными в выделяемую ими слизь, покрывающую камень тонким налетом, или живущими свободно в густых подушках мхов и лишайников, покрывающих

камни. На субстратах, лишенных извести, как правило, обитают *Frustulia rhomboides* и var. *saxonica*, мелкие виды р.р. *Navicula* и *Cymbella*. Среди мхов и лишайников обычны диатомовые: *Melosira Roeseana*, *Tetracyclus rupestris*, *Melosira Dickiei*, *Diatomella Balfuriana*, *Pinnularia borealis*, *P. Balfuriana*, *Navicula perpusilla*, *N. Flotowii*, *Eunotia bigibba*.

Известковые орошаемые скалы более бедны диатомовыми, на них обычны: *Melosira Roeseana*, *M. arenaria*, *Diploneis ovalis*, *Navicula perpusilla*, *Cymbella aspera*; а виды *Diatomella*, *Tetracyclus*, *Eunotia* и *Pinnularia* отсутствуют. На орошаемых глинистых склонах встречается иная флора диатомовых, в массе *Gomphonema parvulum*, *Achnantidium lanceolatum*, *Nitzschia palea*, *Surirella angusta*, *S. apiculata*, *Navicula muralis*, но в присутствии железистых налетов остаются только два первые вида. Ассоциации диатомовых на орошаемых субстратах должны резко отличаться в зависимости от химического состава субстрата, качества орошающей воды (пресные и соленые воды) и климата, но сведений в этом отношении не имеется.

Совершенно специфический субстрат представляют собой снег и лед. Флора льдов и снегов исследована в Альпах, Пиринеях, Сиерра-Неваде, Чилийских Альпах и других горах, но наиболее полно она исследована в Арктике и Антарктике. Усачев (1946) на основании анализа данных исследований многочисленных авторов указывает 34 вида диатомовых наиболее распространенных среди полярных льдов. Ледовые сообщества диатомовых без вреда для их дальнейшей жизнедеятельности выносят низкие температуры до  $-36^{\circ}\text{C}$ , но при повышении температуры выше  $+4^{\circ}\text{C}$  погибают. Флористический состав диатомовых льдов и снега очень разнообразен и зависит от происхождения льдов.

Почва является своеобразным субстратом, в котором обитают диатомовые до глубины 1 м. Характерные особенности этого местообитания — слабое освещение или отсутствие света, очень разнообразный химизм почвенных солей, богатство почв органическими веществами и колебание влажности — являются решающими факторами в формировании качественного и количественного состава флоры диатомовых различных почв. Количество почвенных диатомовых с глубиной быстро уменьшается, наиболее населенными являются верхние слои почвы. Сухость почвы подавляет развитие диатомовых. Некоторые химические свойства почвы, как кислотность и богатство почв органическими веществами, даже при наличии большой влажности, отрицательно сказываются на развитии почвенных диатомовых.

Почвенные диатомовые водоросли в Советском Союзе изучаются в течение последнего десятилетия. Мейер (1937), Дегтярева (1940), Голлербах (1943), Большев и Манучарова (1946) приводят для долины р. Яхромы, окрестностей Томска и такыров пустынь Средней Азии 56 видов. Более полные сведения о почвенных водорослях имеются в работах Петерсена (1928, 1932); Джемса (1935); Джона (1942); Фрича (1942); Люнда (1945, 1946). Работы Люнда посвящены исключительно диатомовым водорослям почв Англии. Им исследовано 66 различных почв Англии с рН от 3,7—8,3, в которых он обнаружил 52 вида. Автор указывает, что с глубиной количество диатомовых убывает и глубже 0,25 м количество их очень незначительно. Кислые и сильно удобренные почвы бедны диатомовыми. Все почвенные диатомовые, за единичными исключениями, принадлежат к порядку *Pennales* и способны к движению. Большинство из них относится к мелким формам и, встречаясь в поч-

венных условиях, они имеют значительно меньшие размеры, чем в водных местообитаниях, оставаясь в морфологическом отношении совершенно тождественными водным формам.

Флора диатомовых почв очень богата убиквидами, особенно большое их количество встречается в обработанных почвах; наиболее обычные из них: *Navicula atomus*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis*, *Nitzschia palea*. На поверхности почв в СССР наиболее обычны: *Navicula mutica*, *Amphora montana*, *Nitzschia frustulum* var. *perminuta*, *N. paleacea*, *N. palea* и все вышеназванные убиквиды. Также богаты диатомовыми приречные аллювиальные пески, среди которых многочисленны *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea* и др. (Засухин и др., 1927).

Сухопутные местообитания диатомовых еще в недостаточной мере изучены. Кроме немногочисленных флористических списков нет специальных исследований в отношении их физиологических особенностей и приспособляемости к высыханию.

Диатомовые приурочены обычно к определенным типам водоемов и к более или менее широким географическим зонам. Однако среди них встречаются эндемики с очень ограниченным ареалом встречаемые в одном — двух водоемах. Известны некоторые водоемы, изобилующие эндемиками: оз. Байкал, оз. Танганьика в Африке, р. Демераре в Южной Америке и др. Возможно, по мере пополнения пробелов в еще чрезвычайно недостаточно исследованной флоре диатомовых, эти эндемические виды окажутся более широко распространенными. Известно также и существование космополитов, имеющих очень широкий ареал и охватывающих почти весь земной шар, но обитающих всегда в определенного типа водоемах. Таковы *Melosira varians*, *Gomphonema olivaceum*, *Asterionella formosa* для пресных вод, а для соленых — *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus radiatus* и др. Наряду с космополитами встречаются и убиквиды, обитающие также почти по всему земному шару, но в различного типа водоемах, таковы, например, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis*, *Nitzschia palea* и некоторые другие, которые можно встретить в пресноводных, солоноватоводных, соленых водоемах и в сухопутных биотопах.

Существование у диатомовых широких ареалов, большого количества убиквидов и космополитов вызывает у людей, недостаточно знакомых с экологией диатомовых водорослей, сомнение в приуроченности диатомовых к географическим провинциям, в результате чего высказывается недоверие к возможности использования диатомовых для географии растений вообще. Значительная геологическая древность диатомовых водорослей, широкое их распространение в третичное и четвертичное время, их легкая приспособляемость, невзыскательность многих из них к экологическим факторам и являются причиной очень обширных ареалов многих из них в настоящий геологический период. Но наравне с такими банальными видами существуют характерные виды, на которые следует опираться при изучении экологии и географии диатомовых водорослей. К сожалению, многие списки диатомовых из наиболее интересных местообитаний включают преимущественно банальные виды и не указывают характерные виды, определение которых часто представляет большие трудности.

До настоящего времени более или менее удовлетворительно изучены диатомовые Европы с прилегающими к ней морями и отчасти океаны. Однако на основании этих знаний, большей частью отрывочных, о географии диатомовых водорослей говорить еще преждевременно.

## Глава V

## МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Диатомовые водоросли — чрезвычайно мелкие микроскопические организмы. При полевых сборах и камеральной обработке их клетки и, особенно, пустые панцыри легко могут быть занесены из одного образца в другой, поэтому при этих операциях необходимо соблюдать аккуратность и чистоту. Нужно также иметь в виду, что диатомовые всюду распространены в современных стоячих и текучих водах и в наземных группировках — на влажной поверхности земли, в моховых подушках, в почве и пр.; поэтому необходимо принимать все меры предосторожности, чтобы не занести в собираемый или обрабатываемый материал панцыри диатомовых из окружающей среды.

## I. Сбор материала по современным диатомовым

Для характеристики современного диатомового населения какого-либо водоема необходимо собрать пробы планктона, обрастаний и грунта. При исследованиях, которые связаны с изучением истории водоемов, нельзя ограничиваться сбором образцов из отложений этих бассейнов, но необходимо для сравнения взять пробы, характеризующие и современную диатомовую флору.

Описание приборов для гидробиологических исследований имеется в следующих работах: «Инструкции» под редакцией Дерюгина (1931), Вислоух (1916), Перфильев (1927, 1931), Сперанский (1933\*)<sup>1</sup>, Васильев (1933), Яшинов (1934, 1939), Долгов и Никитинский (1927), Рылов (1926).

Ниже предлагается методика сбора материала для флористического изучения небольших континентальных водоемов при маршрутных исследованиях.

**Сбор планктона.** Для лова планктона пользуются планктонными сетями различных систем («сетный» планктон) или же собирают его осадочным методом, центрифужным или с помощью мембранного фильтра («осадочный» или «отстойный» планктон).

Планктонная сеть состоит из металлического кольца, к которому пришит мешок из мельничного сита; это сито представляет собой прочную шелковую материю с равномерно расположенными отверстиями правильных очертаний. Различные номера сита имеют отверстия разных размеров: чем больше номер сита, тем мельче отверстия. Для сбора диатомовых применяют планктонные сети, изготовленные из сита № 77 шелкотреста, имеющие 5929 отверстий на 1 см<sup>2</sup>.

Сеть выкраивается из шелкового сита в виде конуса, к верхней широкой части которого пришивается полоса из плотной материи (полотно и т. п.) шириной 5—7 см. Свободный конец этой материи плотно пришивается к металлическому кольцу, к которому на равных расстояниях прикрепляют три короткие шнура, связанные узлом или соединенные небольшим кольцом; к кольцу привязывают длинный спускной шнур (линь), размеченный на метры. Линь служит для опускания и поднятия сети; метки показывают глубину, на которую опущена сеть.

<sup>1</sup> Звездочкой обозначены геологические работы (см. «Список цитированной геологической литературы» стр. 195).

К нижнему узкому концу шелкового конуса прикрепляется стаканчик, в котором, после фильтрации воды через сеть, скопляются организмы, входящие в состав планктона. Существуют разные системы стаканчиков. Наиболее удобны латунные стаканчики с краном; они имеют цилиндрическую форму с коническим дном, в центре которого имеется отверстие, которое ведет в трубку, закрываемую краном. Вместо латунных стаканчиков, можно применять стеклянные, изготавливаемые из толстого стекла. На оттянутый конец стаканчика надевается короткая резиновая трубка, замыкаемая зажимом Моора или пробочкой, которые привязаны коротким шнуром к шейке стаканчика.

Если в планктоне встречаются животные или части высших растений и нитчатых водорослей крупных размеров, то трубка стаканчика быстро закупоривается ими. В этих случаях удобнее пользоваться латунным стаканчиком без крана. Он состоит из двух отделов: верхняя, короткая часть прикрепляется к нижнему концу сетки; нижняя, более длинная часть его навинчивается на верхнюю и имеет сплошное металлическое, или же затянутое шелковым ситом, дно. Когда планктон собран, нижний отдел стаканчика отвинчивается, и планктон сливается в материальную банку.

Лов планктона производят с лодки или с берега. В первом случае сеть спускают с борта или с кормы лодки и, при медленном движении лодки, чтобы не порвать сеть, тянут сеть в течение приблизительно пяти минут. Затем лодку останавливают, сеть подтягивают и вынимают из воды. Когда большая часть воды стечет, то снова спускают сеть 2—3 раза в воду (не погружая кольцо), чтобы смыть приставший к материи планктон. Когда весь планктон соберется в стаканчике, его выливают в материальную банку.

При отсутствии лодки сеть забрасывают с берега, укрепляя конец линия на кисти левой руки; при этом собирают лить свободными кольцами в левой руке и отпускают их в момент закидывания сети правой рукой. Затем сеть подтягивают и после смывания планктона, приставшего к материи, повторным опусканием сети в воду сливают собравшийся в стаканчике планктон в материальную банку.

Если необходимо точно учесть продукцию планктона, для ловли его применяют количественные замыкающиеся сети, имеющие соответственные приспособления для этой цели.<sup>1</sup>

Для сбора планктона из мелких водоемов (лужи, литораль озер) вместо планктонной сети применяют шелковый сачок из мельничного сита этого же номера. Сачок имеет коническую форму с наглухо зашитым узким концом, он надевается на складную палку. Лов сачком производится по способу кошения, применяемого при ловле насекомых. Сачок опускают в воду, смачивают его, затем поворачивают палку так, что кольцо становится вертикально, и описывают палкой дугу, насколько позволяет размах руки, сначала в одну сторону, затем в противоположную. Эту операцию повторяют 10—20 раз. При этом нужно следить, чтобы палка или сачок не коснулись дна и не вызвали взмучивания ила, который даст неправильное представление о составе планктона.

Для сбора планктона из мелких водоемов можно также пользоваться планктонным ситом Кольквица, заменяющим сачок. Сито представляет

<sup>1</sup> Описание приборов см. в «Инструкции» под ред. Дерюгина, ч. II, раздел Б (1931), а также в работах Яшнова (1934, 1939).

собой бронзовый сосуд призматической формы с закругленным дном. Одна из стенок его затянута мелкоячеистой сеткой из фосфористой бронзы; сетка соответствует шелковому ситцу № 70 с 4624 отверстиями на 1 см<sup>2</sup>. Вода фильтруется через эту сеть, а планктон концентрируется на дне сита. Недостатком этого прибора является малая фильтрующая поверхность; кроме того, в экспедиционной обстановке его легко смять или порвать металлическую сетку.

При всех работах с сетью или сачком необходимо промывать их каждый раз водой на месте работы; по возвращении из маршрута нужно снова промыть сеть чистой водой и затем просушить. Перед началом лова на новом месте сеть снова промывают в исследуемом водоеме.

Ввиду того, что при ловле планктонной сетью искажается соотношение в качественном составе планктона и, кроме того, из-за слабой фильтрации не получается вполне точного количественного представления о нем, рекомендуется пользоваться для количественных исследований осадочным методом сбора. При этом, если нужно взять пробу планктона из поверхностного слоя, то вода берется несколько раз кружкой емкостью 0,5—1 л, осторожно переливается в 1—5-литровую бутылку, где фиксируется формалином (до слабого запаха) и отстаивается в течение от 2—3 дней до двух недель. Затем избыток воды удаляется сифоном, конец трубки которого, вставленный в пробу, затягивается ситом № 77. Конец нужно держать все время близко от поверхности воды, чтобы не замутил осадка. Оставшийся осадок с небольшим количеством воды переливают в банку емкостью 25—30 см<sup>3</sup>.

Для взятия проб с различных глубин пользуются бутылкой, которую спускают в закупоренном виде; на требуемой глубине пробку вынимают с помощью привязанного к ней лямки. Вместо бутылки можно пользоваться батометром той или иной системы или насосом.

**Сбор бентоса.** Бентические диатомовые, при благоприятных условиях, развиваются в массе и нередко образуют хорошо заметные скопления в виде коричневых пленок, слизистых подушек, налетов на дне водоема или подводных предметах. В большинстве же случаев мелкие клетки диатомовых, живущие среди других организмов или частиц ила, не дают характерных для них коричневых скоплений и не могут быть замечены невооруженным глазом.

Для сбора бентических диатомовых применяется ряд приборов, которыми можно пользоваться, работая на берегу или на лодке; большая часть их прикрепляется к раздвижной палке. Последняя состоит из латунных трубок, входящих друг в друга, и заканчивается латунным цилиндром с просверленным в нем отверстием и висящей около него на цепочке разводной латунной шпилькой. Различные орудия сбора бентоса, а также и планктонный сачок, имеют соответствующую этому цилиндрику латунную втулку, которая плотно надевается на цилиндр и закрепляется с помощью разводной шпильки.

Раздвижная металлическая палка может быть заменена складным тростниковым удилищем, к концу которого прикрепляется латунный цилиндр с отверстием и шпилькой для надевания приборов.

Для сбора обрастаний применяют следующие приборы.

Грабелки со скребком служат для сбора прикрепленных к субстрату кустиков или свободно плавающих скоплений водорослей. С помощью грабелек удобно поднимать со дна ветви, сучья с налетом из диатомовых и отрывать водные растения, на листьях, стеблях и талло-

мах которых хорошо развиваются вместе с другими водорослями и диатомовые.

Скребок с сачком служит также для соскабливания различных пленок и налетов водорослей с камней и бревен. Снятый налет подхватывают в сачок.

Ложка с острыми краями используется для снятия прочно приросших налетов. С помощью ее удобно также снимать рыхлые нежные пленки на прибрежном иле или песке. Во многих случаях удобнее держать ложку непосредственно в руке без палки, почему рекомендуется делать длинную рукоятку.

В тех случаях, когда налет или оформленные колонии незаметны на высших растениях, для сбора их образцов берут выжимки из соответствующего растительного субстрата.

Для взятия проб ила применяют следующие приборы.

Ведро для ила удобно для работ на малых глубинах. Оно надевается на раздвижную палку и, благодаря наличию шарнира, может быть укреплено по направлению палки или же перпендикулярно к ней. С помощью ведерка ил зачерпывается со дна и затем переливается в материальную банку.

Лот с воронкой используется для взятия проб ила с больших глубин. Этот прибор состоит из металлического стержня с грузом и металлической воронкой, которая прикрывается крышкой, свободно ходящей на стержне. Лот опускается на дно с помощью линя, привязанного к кольцу на свободном конце стержня. При опускании прибора крышка приподнимается, и ил попадает в воронку; при поднятии лота крышка опускается под давлением воды и прикрывает воронку с илом, предохраняя его от вымывания.

Мягкий грунт извлекается этим прибором хорошо. Если грунт плотный, нужно забрасывать лот дальше и тянуть его некоторое время по дну.

Сбор проб ила ведром или лотом имеет тот недостаток, что ил взмучивается и в пробу попадают глубокие его слои, где встречается мало живых организмов.

Для взятия пробы из определенного слоя ила, в том числе верхнего, наиболее богатого живыми организмами, чрезвычайно ценен илосос Перфильева. Он состоит из U-образной латунной трубки с концами различной длины. На коротком конце трубки при помощи резиновой просверленной пробки укрепляются материальные банки, куда собирается ил. Сквозь короткое колено проходит впаянная тонкая и короткая трубка; на верхний конец ее надевается длинный резиновый шланг, свободный конец которого при опускании илососа в воду нужно держать в руке. На длинном конце металлической трубки илососа, имеющем винтовую нарезку, навинчивается диск из оцинкованного железа. К этому диску с помощью трех болтиков, снабженных гайками, прикрепляется второй диск. Изменяя расстояние между дисками, можно варьировать толщину исследуемого слоя ила. С помощью муфты и входящего в нее винта илосос укрепляется на раздвижной палке и опускается на дно, причем свободный конец резинового шланга зажимается зажимом Моора или рукой. При погружении прибора вода заходит в открытое длинное колено U-образной трубки, так как находящийся в последнем воздух сжимается под давлением столба воды, равного глубине погружения илососа. После опускания илососа на дно, зажим Моора снимают с резиновой трубки, сжатый воздух из банки выходит наружу, а вода вместе с илом поступает в банку. Если ил очень жидкий и лежит тол-

стым слоем, можно взять пробы из любого его слоя, удерживая илосос на определенной глубине. Для опускания илососа вместо палки можно применять веревку с привязанными к ней через определенные промежутки (20 см) метками (пробками) для измерения глубины погружения прибора. Илосос хорошо работает на небольших глубинах (6—7 м).

Этот прибор очень удобен, так как он сравнительно легкий, работа производится быстро и взятые им пробы из верхнего горизонта ила содержат большое количество живых организмов.<sup>1</sup>

**Консервирование, упаковка и этикетировка проб.** Весь живой материал (планктон, обрастания, ил) собирается в материальные банки емкостью 30—200 см<sup>3</sup>. Если есть возможность просмотреть материал в живом виде, то необходимо оставить в банке место для воздуха. Очень желательно предварительно просматривать живой материал, чтобы выяснить, находятся ли собранные диатомовые в живом виде или в виде панцирей, лишенных протопласта, и установить форму их колоний; в ряде случаев этим облегчается определение. Предварительный просмотр проб нужно производить в день сбора материала или в крайнем случае в ближайшие дни при условии хранения в прохладном месте. Для исследования собранных проб в экскурсионных условиях очень удобны специальные складные полевые микроскопы, легкие, портативные, имеющие хорошую упаковку (марки ВООМП и др.).<sup>2</sup>

После предварительного микроскопического исследования в полевых условиях собранный материал фиксируется; в случае отсутствия микроскопа фиксация производится сразу на месте сбора. В качестве обычного консервирующего средства применяют формалин, он занимает мало места и хорошо фиксирует, не вызывая сжатия протопласта. Для фиксации в банку с материалом приливают немного крепкого 40% формалина до слабого запаха. Гран и Ангст (1931) рекомендуют следующую концентрацию: 10—15 см<sup>3</sup> формалина на 100 см<sup>3</sup> пробы. Можно консервировать и крепким спиртом, но он менее удобен, так как быстро обесцвечивает хроматофоры и менее портативен.

Для цитологических исследований морского планктона материал фиксируют смесью: 5 см<sup>3</sup> 40% формалина, 5 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты, 40 см<sup>3</sup> морской воды на 100 см<sup>3</sup> пробы планктона. Для общего окрашивания протопласта пользуются кислым фуксином из расчета 0,5 г на 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Если изучают протопласт в воде, то обычно добавляют каплю раствора сафранина (в 50% спирте). Для окраски содержимого живой клетки пользуются водным раствором метиленовой синьки (1 : 100 000); в этом растворе клетка остается живой в течение дня (Капп, 1943).

Каждая проба планктона, обрастаний и ила снабжается этикеткой из пергаментной или простой писчей, но очень плотной, бумаги. На этикетке отмечают тушью<sup>3</sup> характер пробы (планктон, ил), название водоема, № станции водоема (если станций взято несколько), № пробы, время взятия (число, месяц, год, время суток), место взятия пробы (пелагическая или прибрежная область, заросли крупных растений — указать какие), глубина лова, орудие лова, подпись лица, взявшего пробу. Если неудобно

<sup>1</sup> Описание приборов для взятия проб ила и планктона при специальных исследованиях на море см. в «Инструкции» под ред. Дерюгина (1931); Яшнов (1934, 1939).

<sup>2</sup> По вопросам культуры пресноводных и морских диатомовых водорослей см. Ван-Гейрк (1899), Рихтер (1903), Аллен и Нильсон (1910), Аллен (1914), Пич и Друммонд (1924), Густедт (1930—1937), Шрейбер (1931), Видлинг (1940а, 1941).

<sup>3</sup> Качество туши необходимо предварительно проверить.

писать на месте тушью, то пишут на плотной писчей бумаге простым карандашом. Этикетку вкладывают в банку с пробкой и пишут на пробке соответствующий номер образца тушью или химическим карандашом.

Перед упаковкой доливают пробы чистой фильтрованной водой, заливают пробку смесью парафина с воском, обматывают ее бумагой или марлей, которую привязывают шнуром к горлышку банки. Банки упаковываются в ящик, причем необходимо их переложить стружкой, ватой и т. п. Для перевозки проб очень удобен вычурный ящик с вставляющимися в него полочками, разделенными перегородками на гнезда, которые соответствуют по величине материальным банкам.

При маршрутных исследованиях, для выяснения физико-химического режима водоема, берут пробы воды для химического анализа, определяют температуру, прозрачность воды диском Секки, активную реакцию среды рН по шкале Кларка и Михаэлиса или какой-либо другой; отмечают номер цвета воды по шкале Фореля-Уле и характер водоема в отношении глубины и степени зарастания его высшей водной растительностью и водорослями.<sup>1</sup>

При сборе материала, параллельно с его этикетировкой, ведется журнал всех работ на водоеме, куда заносятся все результаты обследования водоема и сведения о каждой пробе, дублирующие (если возможно, более подробно) его этикетку.

## II. Сбор материала по ископаемым диатомовым

Диатомовые водоросли в большом количестве и часто хорошей сохранности встречаются в отложениях водоемов: диатомитах, сапропелях, гиттиях, торфах, часто также в глинах, иногда в песках.

Для выяснения стратиграфических и палеогеографических вопросов необходимо производить сбор образцов осадочных пород полными вертикальными сериями, так как изолированные образцы могут дать указания лишь о генезисе исследуемого горизонта (морской, пресноводный) и то далеко не во всех случаях.

Правила взятия образцов для диатомового анализа имеются в «Краткой инструкции по геологической съемке четвертичных отложений» (1940).

Сбор материала из органогенных отложений производится бурением с помощью торфяных буров различных систем (Гиллера, Сукачева, Дахновского, Инсторфа). Наиболее употребителен бур Гиллера, он очень удобен и портативен. Этот прибор состоит из метровых штанг, которые могут быть скреплены между собой винтами. Верхняя штанга заканчивается рукояткой, с помощью которой бур ввинчивается в породу, нижняя — снабжена специальной стальной камерой — челноком — для взятия проб; на конце этой штанги имеется стальное острие, закрученное винтом; оно позволяет вводить бур в плотную породу. Челнок состоит из двух вложенных одна в другую трубок, снабженных по всей длине узким прямоугольным отверстием; внешняя из них снабжена отогнутым наружу крылом; обе трубки могут вращаться друг около друга, и в зависимости от их положения челнок закрывается или открывается.

При бурении штанги скрепляются друг с другом, при этом в зависимости от глубины исследуемого горизонта между верхней штангой с руч-

<sup>1</sup> Описание приборов и методику работ см. Верещагин, 1933; Малинина, 1933; Инструкция для гидрохимических определений в море, 1938; Алевин, 1941.

кой и нижней с челноком навинчивается то или иное количество средних штанг. При вращении ручки вправо бур ввинчивается в породу до желаемой глубины, при повороте ручки влево — челнок открывается и захватывает пробу; при новом вращении вправо крыло челнока, испытывая давление породы, закрывает отверстие. Бур вынимают, открывают челнок, очищают с поверхности пробу ножом или ложкой и извлекают ее из челнока. После взятия пробы челнок нужно хорошо промыть, чтобы не занести материал в следующий образец.

Еще более портативен бур системы Дахновского; вес его с шестью метровыми штангами — 4,7 кг (вес бура Гиллера с тем же количеством штанг — 10 кг); хотя работа с ним идет быстрее, но он менее пригоден для целей микропалеоботанического анализа, так как камера его во влажной породе работает неудовлетворительно.

Образцы следует сохранять во влажном состоянии, что облегчит последующую техническую обработку для целей диатомового анализа, а для пыльцевого — это является совершенно необходимым условием. Поэтому пробы упаковывают в восковку, пергамент, резиновые мешочки, компрессную клеенку или стеклянные толстостенные цилиндрики. Этикетки пишутся на пергаменте или восковке простым карандашом; в них отмечается географический пункт, № скважины, № пробы, глубина ее взятия, литологический характер, время сбора, подпись лица, взявшего пробу. Этикетка вкладывается внутрь, а на упаковке сверху отмечают тушью или химическим карандашом № скважины, № пробы и глубину взятия образца. В этикетной книжке на корешках этикеток эти сведения повторяются. При бурении рекомендуется кроме того вести журнал, куда заносится описание скважины: тип отложений, степень разложения отдельных горизонтов и их мощность, наличие раковин моллюсков, угольных и минеральных прослоек, остатков древесины и пр.

Если торфяник разрабатывается, то можно использовать карьеры для описания разреза и взятия пробы, предварительно расчистив его стенку, а недостающие образцы взять бурением на дне карьера. При исследовании озерных и болотных отложений необходимо взять образцы также и из подстилающей породы (глина, песок и пр.). Образцы берут, начиная сверху вниз; частота взятия их не реже, чем через 20—25 см; обьем образца 30—50 см<sup>3</sup>.

Если необходимо проследить еще более детально характер отложений, уточнить их стратиграфию, то для сбора материала применяют стратометры (простой или ударный) Перфильева или поршневой бур того же автора. Эти приборы позволяют забивать латунную трубку на определенную глубину и брать отложения в виде монолита с ненарушенной стратификацией. Работа производится с лодки или со льда. В дальнейшем монолиты препарируют на пелотоме Перфильева и готовят из них препараты для диатомового анализа.<sup>1</sup>

Если встречаются обнажения с ископаемыми торфяниками, необходимо после предварительной расчистки взять из них серию образцов очень детально (через 5—10 см), так как торф здесь сильно спрессован и отражает продолжительный этап в жизни торфяника; образцы из покрывающей и подстилающей породы также должны быть собраны.

**Сбор материала из минеральных отложений.** До взятия образцов глин, песков и других осадков обнажение должно быть тщательно рас-

<sup>1</sup> Описание приборов и методику работы с ними см. Перфильев (1927, 1931), Васильев (1933).

чищено и разрез подробно описан в журнале. Сбор образцов производится снизу вверх, чтобы не занести материал из вышележащих горизонтов в нижние. В зависимости от литологического состава отдельных слоев частота взятия образцов бывает различна; чем тоньше материал, тем больше шансов встретить диатомовые и тем чаще собирают образцы: глины — через 20—25 см (межледниковые — желательнее через 10 см), пески большой мощности — через 50 см. Если среди минеральных отложений встречаются прослойки органического происхождения (ил, торф), необходимо взять из них пробы. Флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения обычно не содержат диатомовых; из толщи их достаточно брать образцы через 50 см.

Если материал доставляется из буровых скважин, то керн должен быть тщательно очищен сверху. При проходке скважин с промывкой пробы для диатомового анализа не пригодны, так как диатомовые могут быть занесены из воды, глинистого раствора и из других горизонтов скважин.

Если образцы сухие, то их завертывают в обыкновенную оберточную бумагу, если влажные — то в пергамент, восковку, резиновые мешочки, компрессную клеенку или в стеклянные толстостенные пробирки или цилиндрики, закрытые с обоих концов пробками. Эtiquетировка ведется точно так же, как при сборе осадков органического происхождения, и все образцы из одного обнажения или скважины также упаковываются в один мешочек из материи, на котором надписывают № серии, географический пункт и фамилию лица, производящего исследование.

## Глава VI

### КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Основным систематическим признаком при определении диатомовых водорослей служит детальное строение их кремневого панцыря, которое может быть хорошо рассмотрено только с помощью иммерсионного объектива на постоянных препаратах, где панцыри диатомовых заключены в специальную твердую среду с высоким показателем преломления. До изготовления препаратов нужно произвести предварительную техническую обработку проб, чтобы удалить протопласт клетки и другие органические вещества, находящиеся в пробе (детрит и пр.), маскирующие детали строения панцыря, а также чтобы произвести относительное обогащение пробы панцырями диатомовых, если материал ископаемый. Техническая обработка ведется различно, в зависимости от того, с современным или ископаемым материалом приходится иметь дело.

#### 1. Техническая обработка современных диатомовых

Часть пробы, фиксированной формалином, прежде всего отмывают от формалина повторным центрифугированием в дистиллированной или фильтрованной воде и просматривают под микроскопом, если не было произведено предварительного просмотра в живом виде. При этом обращают внимание на форму колоний, характер соединения в них отдельных клеток и пр. Эти данные могут оказаться ценными при определении диатомовых. Другую часть пробы оставляют в формалине для

дополнительных исследований, если таковые потребуются по ходу обработки материала.

Промывание пробы нужно делать очень тщательно, особенно, если материал был взят из солоноватых или морских водоемов, так как при дальнейшей обработке соли могут выкристаллизоваться и будут препятствовать исследованию деталей структуры панцыря.

Последующая операция состоит в удалении органического вещества путем прокаливания или действием какого-либо окислителя, разрушающего протопласт клетки, детрит и пр. и не действующего на кремневой панцырь.

При методе прокаливания отмытый от формалина материал наносят тонким слоем на покровное стекло, хорошо разравнивают препараталь-

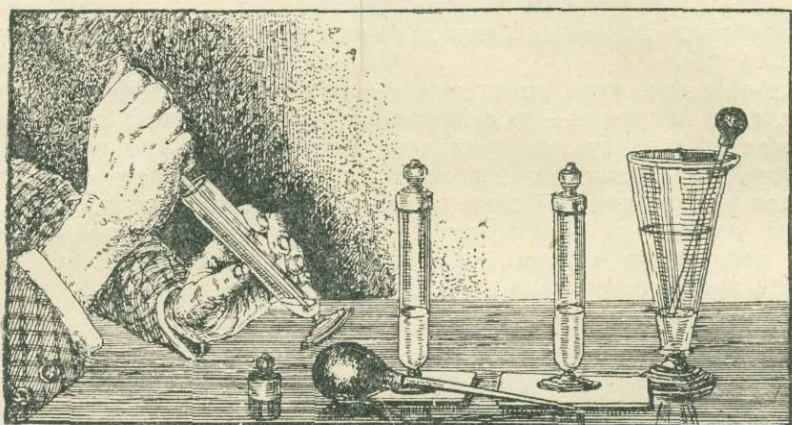


Рис. 51. Техническая обработка (подготовка материала).

ной иглой, подсушивают на спиртовке и прокаливают в течение часа в муфельной печи, на электрической плитке или примусе, положив покровное стекло на слюдяную пластинку. Если покровные стекла окажутся легкоплавкими и не выдерживают высокой температуры, то прокаливают материал, насыпая его тонким слоем на слюдяную пластинку, после чего наносят его на покровное стекло.

При приготовлении препарата очень удобно пользоваться пинцетом-держателем, который можно ставить на стол с зажатым между его концами покровным стеклом в горизонтальном положении (рис. 52).

Более полное удаление органического вещества достигается действием различных окислителей. Существует несколько способов применения этого метода.

*Холодный способ* (по Бруну). Отмытый от формалина материал выдерживают не менее  $\frac{1}{2}$  суток в холодной концентрированной  $H_2SO_4$ , которая обугливает органическое содержимое; затем прибавляют мелкие кристаллики двуххромовокислого калия, который окисляет образовавшийся уголь и обесцвечивает осадок. Последний промывают центрифугированием до полного удаления кислоты (проверить на лакмус). Каплю осадка распределяют равномерно на покровном стекле и подсушивают.

**Горячий способ** (по Кольбе). Слагается из 3-х моментов.

а. **Подготовка материала.** Материал отмывают водой от формалина и осаждают в пробирке на ножке высотой 15 см и диаметром 2,5 см, прикрытой стеклянной крышечкой для защиты от пыли. После полного осаждения материала жидкость осторожно отсасывают пипеткой с сильно оттянутым концом, снабженной резиновым баллоном вместимостью около 60 см<sup>3</sup> (рис. 51, 52).

Если материал содержит известь, то прибавляют к осадку разбавленную HCl (1 : 2), взбалтывают, переносят пипеткой в колбочку и кипятят 10—15 секунд. Затем снова переносят материал в пробирку на ножке и промывают 2—3 раза водой, удаляя таким способом соли кальция, чтобы при последующих операциях с H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> они не выпали в виде кристаллов гипса. Промытый осадок переносят в длинногорлую колбочку с круглым дном вместимостью около 30 см<sup>3</sup>.

б. **Кипячение.** Колбочка с материалом помещается в небольшую песочную баню (железную чашку с тонким слоем мелкого песка) на треножнике и закрепляется в штативе (рис. 53). Проба заливается 4—5 объемами (не больше половины колбы) технически чистой H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (уд. в. 1,84). Горлышко колбы закрывают резиновой пробкой, через которую проходит изогнутая стеклянная трубка, соединенная короткой резиновой трубкой с промывалкой Тищенко, в которую налит слой воды 2—3 см высотой; затем нагревают колбу спиртовкой. Скланка Тищенко поглощает вредные газы и безопасна в отношении попадания из нее воды обратно в колбочку после прекращения нагревания. Сразу же после прибавления H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> содержимое колбы буреет, а при нагревании — чернеет вследствие обугливания органического вещества. При дальнейшем кипячении от 10 до 40 минут жидкость светлеет; долгим кипячением можно достигнуть полного обесцвечивания. Для ускорения процесса окисления материал, доведенный кипячением в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> до бурой окраски, снимается с песочной бани, в горячую жидкость прибавляют несколько кристалликов KNO<sub>3</sub> или NaNO<sub>3</sub> и взбалтывают. Жидкость обесцвечивается, и панцири диатомовых осаждаются в виде белого или светлосерого осадка на дне колбы.

Если осадок недостаточно обесцветился, то прибавляют еще несколько кристалликов KNO<sub>3</sub> и колбу осторожно нагревают. Если осадок остается темным, то осторожно промывают его водой, кипятят повторно в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и снова действуют селитрой.

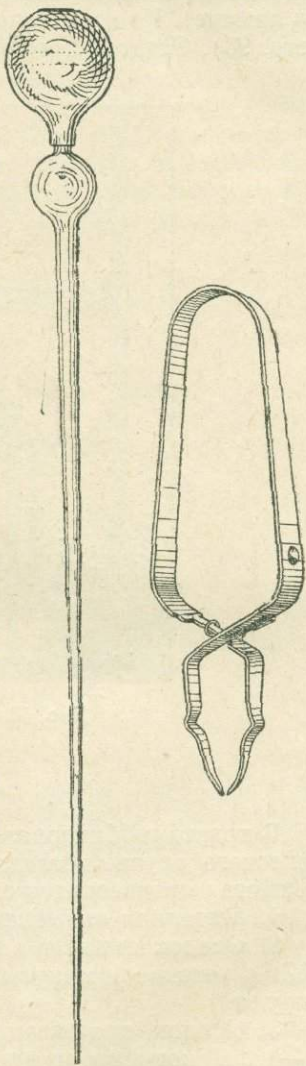


Рис. 52. Пипетка и пинцет.

в. Дальнейшая обработка. После остывания колбы содержимое ее переносится пипеткой с меньшим баллоном в пробирку с водой (соблюдать осторожность, чтобы не произошло вскипания воды и разбрызгивания кислоты). После осаждения кислота отсасывается, а осадок промывается несколько раз до полного удаления серной кислоты (проба на лакмус). Из осадка готовят препарат описанным ниже способом (стр. 93). Остаток материала сохраняют в 70—90° спирте (Кольбе, 1916).

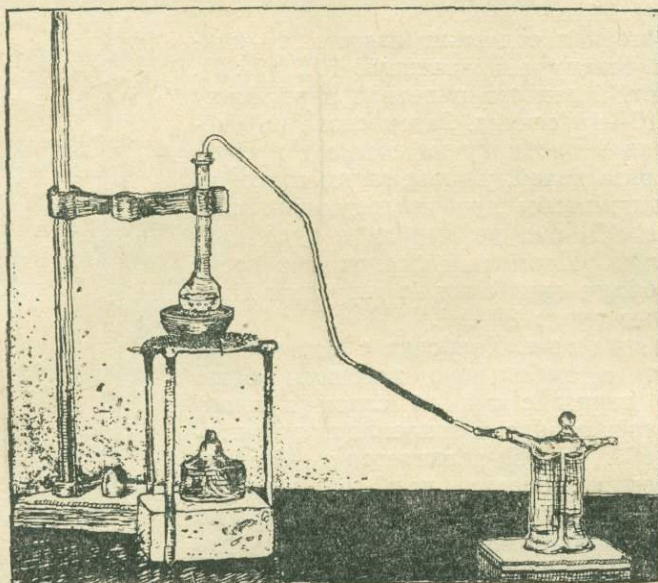


Рис. 53. Техническая обработка по Кольбе (кипячение в кислоте).

В практике Микропалеоботанической лаборатории Всесоюзного геологического научно-исследовательского института удаление органического вещества производится следующим способом:

1. Материал отмывают водой от фиксатора центрифугированием.
2. Осадок кипятят в центрифужной пробирке в разбавленной (1 : 2)  $\text{HCl}$  в течение 1 минуты для перевода солей  $\text{Ca}$  в раствор и центрифугируют.
3. Осадок промывают двукратным центрифугированием, заливают 3—4  $\text{см}^3$  концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (уд. в. 1,84) и кипятят в течение 10—30 минут до тех пор, пока черная жидкость не побуреет.
4. В пробирку осторожно опускают 3—4 маленьких кристаллика  $\text{KNO}_3$  или  $\text{NaNO}_3$  и содержимое кипятят 1—2 минуты.
5. Если содержимое недостаточно обесцветилось, то добавляют еще несколько кристаллов  $\text{KNO}_3$  и снова кипятят 1—2 минуты.
6. Осадок промывают многократным центрифугированием (4—5 раз и больше) до полного удаления кислоты.

Этот способ может быть применен только при наличии вытяжного шкафа, так как при кипячении выделяются вредные пары  $\text{HCl}$  и окислы азота. Метод этот удобен тем, что не нужно переносить осадок из одной

посуды в другую, так как вся операция ведется в одной и той же центрифужной пробирке. Продолжительность каждого центрифугирования на электрической или ручной центрифуге — минут пять (до полного осаждения пробы).

Удаление органического вещества действием других реактивов в работе Генди (1938).

Пельш и Чернов (1937) рекомендуют сжигание органического вещества в колбе Вюрца малой емкости или в колбе Кьельдаля, которые соединяются с водоструйным насосом (рис. 54). При работе насоса в горлышке колбы создается тяга, вредные газы и пары увлекаются в насос и не поступают в комнату через открытое горлышко колбы. Кристаллики  $KNO_3$  опускают в открытое отверстие колбы. Окислы азота выводятся за окно по специальной трубке, присоединенной к водяному насосу.

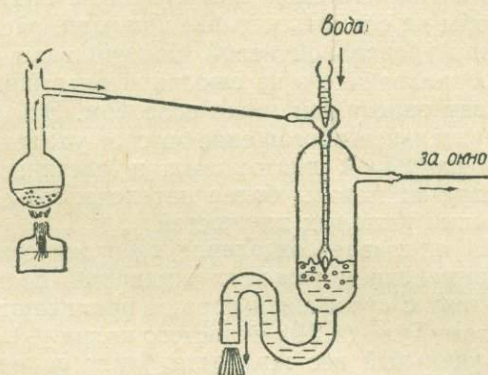


Рис. 54. Кипячение в кислоте (по Пельшу и Чернову).

При работе с диатомовыми применяются дистиллированная или фильтрованная мягкая, например, дождевая вода. Воду фильтруют через двойной фильтр; в верхнее отверстие воронки под фильтр кладут небольшой кусочек ваты во избежание разрыва фильтра.

## 2. Техническая обработка ископаемых материалов

1. Обработка органогенных пород. Породы, содержащие большое количество органических веществ (торф, сапрпель, диатомиты с значительным количеством органического вещества), обрабатываются одним из описанных выше способов, применяемых при обработке проб современных диатомовых (прокаливание или действие окислителей).

2. Обработка терригенных пород. Принимая во внимание, что в огромном большинстве осадочных пород (глины, суглинки и особенно пески) диатомовые встречаются в очень незначительном количестве (а на основании единичных находок невозможны какие-либо стратиграфические или палеогеографические выводы), то до приготовления микроскопических препаратов необходимо произвести предварительное

извлечение диатомовых из породы или обогащение; это достигается отмучиванием или применением тяжелых жидкостей.

В Микроропалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ отмучивание производят следующим способом. Образец пробы 15—20 см<sup>3</sup> заливают 500 см<sup>3</sup> воды в химическом стакане емкостью 1 литр. Порода размокает; после этого стакан приводят в быстрое вращательное движение в течение 5 минут. Затем стакан оставляют стоять спокойно в течение 0,5—1 минуты (чем грубее порода, тем меньше требуется времени для отстаивания), после чего мутную жидкость, содержащую панцыри диатомовых, сливают в полулитровый конический сосуд; песок остается в стакане. Материал отстаивается в коническом сосуде в течение суток; затем жидкость осторожно сливают сифоном, а из осадка готовят препарат.

Так как диатомовые разных размеров и веса осаждаются в разных слоях, то для приготовления препарата берут по одной капле осадка из верхнего, среднего и нижнего слоя, наносят их на покровное стекло; затем осторожно, чтобы не сломать нежные панцыри, распределяют равномерно материал препаровальной иглой, подсушивают на спиртовке покровное стекло, прокаливают его на слюдяной пластинке и готовят постоянный препарат описанным ниже способом. Этим способом достигается лишь незначительное обогащение за счет удаления грубого песка, мелких обломков панцырей диатомовых и частично глины, лучшие результаты дают другие методы более интенсивного обогащения, основанные на применении тяжелых жидкостей.

Крейзель (1932) описывает отделение неорганических примесей, например, слюды, применением тяжелых жидкостей следующим образом: в маленькую пробирку с суспензией породы приливают концентрированный раствор жидкости Туле (1,24 г иодистого калия + 1 г иодистой ртути) до тех пор, пока удельный вес жидкости будет равняться 2,3 и слюда опустится на дно. Всплывающие панцыри диатомовых время от времени извлекаются пипеткой и подвергаются той же операции в другой пробирке. Если при этом выделяются красные кристаллы иодистой ртути, то для растворения их добавляется раствор иодистого калия.

Гричук и Жузе (1940) считают наиболее правильным применение тяжелой жидкости Туле с удельным весом 2,48—2,49.<sup>1</sup> Экспериментальным способом ими установлено, что удельный вес панцырей диатомовых — 2,4, а удельный вес жидкости для обогащения должен быть несколько выше удельного веса диатомовых (чтобы была достаточна сила выталкивающего гидростатического давления) и несколько ниже удельного веса большинства породообразующих минералов; большая часть последних имеет удельный вес больше 2,54 и только некоторые минералы, группы глин, обладают меньшим удельным весом. Принимая во внимание, что при размачивании пробы в ней остается некоторое количество воды, эти авторы рекомендуют смешивание 1 объема суглинка или 1 объема глины соответственно с 3 и 4 объемами жидкости Туле с удельным весом 2,65, чтобы в результате получить жидкость удельного веса 2,48—2,59.

Обработка проб по методу Гричука и Жузе сводится к следующему

<sup>1</sup> Для приготовления жидкости Туле смесь 875 г HgI<sub>2</sub> и 925 г KI растворяют в 350 см<sup>3</sup> горячей воды, фильтруют через вату и кипячением доводят до желательного удельного веса. При всех работах с жидкостью Туле необходимо учитывать ядовитое действие ртути, следует работать в оборудованной лаборатории с вытяжным шкафом, закрытой центрифугой и надевать во время работы резиновые перчатки.

а) Если проба содержит в большом количестве карбонаты, то их удаляют обработкой 10%  $\text{HCl}$ , причем образование устойчивой пены устраняется прибавлением небольшого количества спирта или ацетона, после этого осадок промывают.

б) К пробе (5—15 г), помещенной в фарфоровую чашку, приливают небольшое количество крепкой  $\text{HNO}_3$  для разрушения органического вещества. Породу кипятят в вытяжном шкафу на электрической плитке до полного ее размельчения и окисления органического вещества (по мере испарения кислота доливаеся). Когда порода побелеет, нагревание прекращают, а избыток кислоты после отстаивания сливают.

в) Если порода содержит грубый песок, то, предварительно отмыв ее от  $\text{HNO}_3$ , пропускают ее через сито с отверстиями 0,1 мм для удаления крупных частиц.

г) Осадок заливают водой и центрифугируют; для полного осаждения глинистых частиц нужно центрифугировать 2 минуты при скорости 2500 оборотов в минуту. Лучше применять крупные пробирки емкостью до 40 см<sup>3</sup>. Если же широких патронов в центрифуге нет, то осадок размещают в 2—4 пробирках по 2,5—3 см<sup>3</sup> в каждой. Пробирки предварительно градуируются на 1—2 см<sup>3</sup>.

д) Жидкость сливают, осадок хорошо взбалтывают с водой и снова центрифугируют в течение 5 минут при 2500 оборотов в минуту (строго соблюдать эти условия, так как от них зависит количество воды в осадке и успех обогащения).

е) Воду сливают, пробирку вытирают внутри фильтровальной бумагой и к плотному осадку приливают жидкость Туле удельного веса 2,65. Если порода глинистая, то на 1 объем осадка приливают 4 объема тяжелой жидкости; если порода представляет собой суглинок, то добавляют 3 объема жидкости Туле.

ж) Осадок тщательно перемешивают и центрифугируют 5 минут при той же скорости.

з) Осадок и всплывшую часть породы осторожно перемешивают и повторно центрифугируют.

и) Жидкость с всплывшей частью породы, содержащей панцири диатомовых, сливают в стакан, смешивают с 2 объемами воды, размешивают в центрифужных пробирках обычного размера и центрифугируют 2 минуты.

к) Образовавшийся осадок два раза промывают в центрифуге водой и из него обычным путем готовят препараты.

3. Обработка диатомитов и плотных пород. Для извлечения и очищения диатомовых из третичных диатомитов А. Жузе (1946) применяет следующий метод:

а) 3 см<sup>3</sup> образца отмучивают в воде,

б) легкий осадок переносят в фарфоровую чашку, заливают 20% раствором соды, кипятят 6—8 часов и промывают водой,

в) осадок кипятят с крепкой  $\text{HCl}$  около получаса или оставляют в кислоте на сутки, после чего промывают водой.<sup>1</sup>

Вместо отмучивания Жузе также использует метод Сабанина, который обычно применяют при механическом анализе осадочных пород. Для этого берут столбик породы высотой 2 см и производят слив через каждые 12 минут. После выделения нужной фракции (0,006—0,25 мм)

<sup>1</sup> Кольбе рекомендует всегда обрабатывать материал соляной кислотой, так как при наличии солей железа и марганца, дающих в препаратах желтые и бурные осадки, эти соли под влиянием  $\text{HCl}$  переходят в раствор и удаляются при промывке водой.

осадок разделяется жидкостью Туле удельного веса 2,49—2,495. Диатомовые всплывают. При обработке этим способом панцыри диатомовых лучше очищаются от мелких частиц глины и обломков диатомовых, которые заполняют камеры панцырей и мешают микроскопированию.

г) Если очищение недостаточно, то осадок кипятят в концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  не меньше часа и затем промывают. В течение всей обработки соблюдается осторожность: кипятят медленно, чтобы не повредить панцыри.

Для более плотных пород — опок, опокovidных песчаников или сливных песчаников — Жузе рекомендует размельчить породу на кусочки величиной  $0,5 \text{ см}^3$ , залить 10% (в некоторых случаях 20%)  $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$  и оставить на несколько суток. Желательно прокипятить предварительно пробу в щелочи в течение нескольких минут, чтобы ускорить процесс разрыхления. Нужно заметить, что Кольбе (1916) считает небезопасным кипячение панцырей современных диатомовых в щелочах, особенно едких, так как оно нередко ведет к значительному повреждению их. Жузе, анализирувавшая третичные и меловые породы после обработки щелочью в течение 7 суток, не обнаружила следов растворения ископаемых панцырей.

Для разрыхления может быть применен процесс повторного замораживания и оттаивания в воде.

Разрыхление плотных пород по Гартигу (Крейзель, 1932) производится смачиванием глауберовой солью, которая, выкристаллизовываясь, вызывает размельчение породы. Процесс по желанию может быть повторен многократно с легким подогреванием и, если нужно, с добавлением воды.

Гапонов (1927) использует для разрыхления плотных пород уксуснокислый натрий. Кусочек породы  $1/4$ — $1/2 \text{ см}^3$  размельчают на кусочки не крупнее, чем  $2 \text{ мм}^3$ , и смешивают с пятикратным весовым количеством кристаллов уксуснокислого натрия. На дно пробирки наливают 1—2 капли воды, ускоряющей плавление уксуснокислого натрия, и помещают туда смесь породы с реактивом. Пробирку осторожно нагревают до полного плавления кристаллов, затем охлаждают для новой кристаллизации. Кристаллизацию и плавление повторяют до 40—70 раз в зависимости от плотности породы, которая в конечном итоге должна превратиться в однородную очень тонкую массу. Затем породу очень тщательно отмывают от уксуснокислого натрия. Чтобы освободиться от мелких частиц глины и крупных частиц песка, производят отмучивание. Для этого пробу разрыхленной породы взмучивают в пробирке 20 см длины и, дав постоять три минуты, сливают суспензию (фракция Б) с осадка А. Эту операцию несколько раз повторяют с осадком А и каждый раз после отстаивания суспензию приливают к фракции Б. Последнюю взмучивают и, дав постоять 5 минут, сливают жидкость В с осадка Б. Это отмучивание неоднократно повторяют для осадка и жидкости порознь. В результате проба делится на 3 фракции: в фракции А остаются песчинки, спикеры губок, фораминиферы и очень редко диатомовые; фракция Б является обогащенной панцырями диатомовых; фракция В состоит из глинистых частиц, мелких обломков створок диатомовых и мельчайших песчинок. Постоянные препараты готовят из фракции Б; чтобы избежать ошибок и потери части панцырей, просматриваются временные контрольные препараты из фракций А и В.

Если порода не поддается размельчению, то для изучения диатомовых можно использовать тонкие шлифы.

### 3. Среды для заключения панцрей диатомовых водорослей

Определение диатомовых водорослей производится на основании структуры панцыря. Для того чтобы отчетливо были видны ее детали, необходимо заключить кремневые оболочки в какую-либо среду с показателем преломления, значительно отличающимся от показателя преломления кремнезема, равного 1,43. При этом удобнее пользоваться твердой средой, чтобы створки занимали определенное положение в препарате, которое может быть зафиксировано координатами крестообразного столика; это очень важно для микрофотографирования и для повторного нахождения форм при определении.

В качестве таких сред применяются следующие:

1. Среда Кольбе—Вислоуха. Имеется 2 рецепта ее приготовления.  
а) Пиперин<sup>1</sup> — 1 вес. ч., кумарон — 2 вес. ч., иодистая ртуть — 0,1 вес. ч. Показатель преломления 1,65. б) Пиперин — 4 вес. ч., канифоль — 1 вес. ч.; показатель преломления 1,63.

Для изготовления среды Кольбе—Вислоуха (Вислоух и Кольбе 1927) по рецепту «б» смесь 4 весовых частей пиперина и 1 весовой части канифоли помещают, тщательно перемешав, в фарфоровый тигель или чашку и осторожно подогревают в пламени спиртовки или на электрической плитке. Когда смесь расплавится, ее продолжают подогревать минут 20—30, помешивая стеклянной палочкой, на очень слабом огне до появления цвета крепкого чая (следить, чтобы среда не вскипала). Если капля расплавленной среды, помещенная на стекло, быстро застывает, прозрачна, имеет красный оттенок, сходный с цветом рубина, и легко отделяется скальпелем от стекла — среда готова. С помощью стеклянной палочки всю расплавленную среду переносят каплями на стеклянную или фарфоровую пластинку, застывшие капли снимают скальпелем и сохраняют в стеклянной посуде с плотно закрытой пробкой.

При изготовлении среды следить за чистотой, чтобы устранить всякую возможность занесения в нее диатомовых с пылью, посудой и пр. Вся операция производится в вытяжном шкафу, так как пары пиперина ядовиты.

2. Синтетическая смола AFS или гиракс состоит из анилина, формальдегида и серы. Эта среда имеет вид желтой смолы, которая может быть употреблена в виде густой вязкой массы, или в разбавленном анилином или другими растворителями виде. Употребляется, как канадский бальзам. Структура диатомовых различима в этой среде лучше в четыре с половиной раза, чем в канадском бальзаме. Показатель преломления около 1,8. Покровное стекло прикрепляется хорошо и при затвердевании среды не отпадает. По данным Ганна, препараты сохраняются в течение ряда лет, не изменяясь. Ввиду того, что глубина фокуса стоит в прямой зависимости от показателя преломления, гиракс является ценной средой и при микрофотографировании (Ганна, 1927-а, 1927-б). Капп (1934) указывает показатель преломления гиракса — 1,71, отмечает растворимость его в кислоте, бензоле, толуоле и нерастворимость в воде

<sup>1</sup> Пиперин извлекается из семян черного перца и затем выкристаллизовывается из полученной вытяжки; изготавливается в химических лабораториях ВСЕГЕИ и Ленинградского химико-технологического института; канифоль продается в музыкальных магазинах.

и спирте и рекомендует окантовывание препарата лаком, так как, по ее данным, неокаймленные препараты, сохраняются не больше полугода.

3. Открытая в последние годы синтетическая смола — плевракс особенно ценна при определении нежных форм планктона. Показатель преломления этой среды — 1,9, т. е. выше, чем у других применявшихся до сих пор твердых сред. Плевракс растворим в спирту; диатомовые, сохраняемые в 95° спирту, непосредственно можно заключать в эту среду (Капп, 1943).

4. Смесь бромистой сурьмы и пиперина имеет высокий показатель преломления. Обе составные части должны быть предварительно тонко размельчены. Смешивать их заранее нельзя, так как они быстро соединяются и дают темный препарат. При приготовлении препарата смесь (1 часть бромистой сурьмы на 1—2 части пиперина) кладут на подогретое покровное стекло с равномерно распределенной на нем пробой; при подогревании смесь плавится, причем сначала выделяются пузырьки; когда выделение их прекратится, покровное стекло поворачивают материалом книзу и помещают на предметное. Охлажденный препарат окантовывается лаком и может долго сохраняться, не изменяясь (Люнд, 1945).

5. Стиракс представляет собой смолу с показателем преломления — 1,58. Он легко плавится, медленно застывает и распределяется ровным слоем без пузырьков воздуха. В этой среде легко приготовить очень тонкий препарат. Недостатком ее является малый показатель преломления, поэтому нежные структуры слабо различимы. При определении форм, которые нужно рассматривать в разных положениях (например, при изучении третичных диатомитов), стиракс удобен для дополнительного просмотра, так как, поворачивая панцыри диатомовых в этой вязкой среде, можно наблюдать их в разных положениях.

6. Монобромнафталин — нестойкая жидкость, легко портится и высыхает. Обладая высоким показателем преломления, может быть использован для дополнительного просмотра, как и стиракс.

7. Канадский бальзам — хотя и удобен для приготовления постоянных препаратов, но, имея показатель преломления, равный 1,53, близкий к кремнезему, мало пригоден для точного определения.

#### 4. Приготовление постоянных препаратов, этикетировка и микрофотографирование

Для приготовления постоянных препаратов желательно брать тонкие предметные стекла с шлифованными краями, чтобы препарат лежал плотно на крестообразном столике. Покровные стекла удобнее всего круглые, диаметром 20 мм или квадратные 18 × 18 мм. Необходимо, чтобы толщина их не превышала 0,018—0,020 мм, так как все определения диатомовых ведутся с иммерсионными объективами (2 мм), которые имеют очень короткое фокусное расстояние.

Все стекла должны быть тщательно вымыты и обезжирены. Кольбе (1916) рекомендует для очистки покровных стекол следующий способ: 1) промывание в течение суток в мыльном спирте (2 вес. ч. 70% спирта, 1 вес. ч. зеленого мыла); 2) трехкратное промывание в чистом 70% спирте; 3) ополаскивание смесью крепкого (95%) спирта с серным эфиром (1:1); 4) двукратное ополаскивание чистым серным эфиром;

5) высушивание (не вытирая) и хранение в стеклянном сосуде с притертой пробкой.

Для приготовления постоянных препаратов используют чистый осадок, полученный в результате того или иного способа технической обработки. Каплю воды или спирта с осадком, заключающим панцыри диатомовых, наносят на чистое покровное стекло, осторожно распределяют его тонким слоем с помощью препаровальной иглы и подсушивают. На предметное стекло кладут небольшое количество среды с высоким показателем преломления (среда Кольбе—Вислоуха, гиракс и др.) и осторожно подогревают, чтобы расплавить среду. Необходимо следить, чтобы среда не вскипала, так как пузыри воздуха будут мешать определению. Теплое покровное стекло накладывается пинцетом на каплю среды слоем материала книзу. Предметное стекло снова слегка подогревают, и среда расплывается под покровным стеклом. Препарат сразу же кладут на стол для остывания, так как при медленном остывании в воздухе среда может выкристаллизоваться. Чтобы слой среды был тонким, рекомендуется слегка надавливать рукояткой препаровальной иглы на покровное стекло. При этом диатомовые располагаются почти в одной плоскости, близко от объектива, что очень важно, так как определение производится с иммерсионным объективом, имеющим короткое фокусное расстояние; кроме того, в панцырях диатомовых остается мало пузырей воздуха, которые мешали бы микроскопированию.

При работе с ископаемым материалом, кроме препарата из обогащенной пробы, всегда готовится контрольный препарат непосредственно из породы. Для этого небольшое количество породы наносится на покровное стекло, разравнивается в капле воды, подсушивается, прокаливается и заключается в среду. Покровное стекло с контрольным материалом помещается на том же предметном стекле, где находится другое покровное стекло с обогащенным материалом.

Приготовленный постоянный препарат очищают, снимая скальпелем избыток среды, и затем протирают мягкой материей, смоченной ксилолом.

При использовании синтетической смолы плевракс применяют следующий способ приготовления постоянных препаратов. Каплю спиртового материала смешивают с каплей плевракса на покровном стекле, которое кладут на теплую латунную пластинку. Растворитель постепенно испаряется. Покровное стекло переворачивают, кладут на чистое предметное стекло и осторожно подогревают при  $t^{\circ}$  не выше  $100^{\circ}$ , следя за тем, чтобы не образовались пузырьки газа (Капп, 1943).

Для точного учета количества панцырей разных видов диатомовых пользуются препаратом из необогащенного материала. Для приготовления его берут кончиком ножа  $1 \text{ мм}^3$  материала в разных местах, чтобы получить среднюю пробу. Материал стряхивают с ножа на покровное стекло, положенное на металлическую пластинку, добавляют каплю перекиси водорода и подогревают в пламени спиртовки. Органическое вещество окисляется. Материал тщательно разравнивают кончиком ножа, удаляют крупные песчинки и заключают в гиракс, удаляя ксилол подогреванием. Покровное стекло кладут на теплое предметное стекло слоем материала книзу, слегка подогревают, осторожно нажимая, чтобы удалить воздух (Брандер, 1936).

Этикетка препарата является копией этикетки взятого образца; она должна быть подробной, с указанием географического пункта, № серии и № образца, глубины взятия пробы, характера образца (или породы),

фамилии лица, собравшего коллекцию, времени сбора и т. д. Кроме того, на этикетке необходимо поставить порядковый номер препарата по журналу лаборатории, в который записывают все анализируемые пробы. Этикетка всегда накладывается на предметном стекле рядом с контрольным покровным стеклом, с другой стороны которого помещается покровное стекло с обогащенной породой. При микроскопировании предметное стекло всегда ориентируют на крестообразном столике так, чтобы этикетка была справа, обогащенное стекло — слева, чтобы сохранить координаты крестообразного столика, записанные для какой-либо формы.

Для определения диатомовых применяют биологические микроскопы — монокуляры или бинокуляры фирм ВООМП, Цейсс, Лейц, Рейхерт и другие. Микроскоп должен быть снабжен крестообразным столиком для передвигания препарата в горизонтальном направлении. Препарат всегда укрепляется на крестообразном столике в определенном положении (этикеткой вправо). Положение любой интересующей исследователя формы может быть отмечено координатами крестообразного столика для того, чтобы возможно было найти этот вид повторно.

При работе по изучению диатомовых водорослей пользуются иммерсионным объективом 90 (2 мм). Просмотр препарата удобно вести с окулярами 4, 5, 6 (разных систем), которые дают с этим объективом увеличение около 500 и имеют довольно большое поле зрения (при просмотре можно также применять иммерсионный объектив 60). Для детального изучения структуры панцыря нужно пользоваться более сильными окулярами (12, 15, 18, 20, 25 разных систем) и производить все изменения, изучение и зарисовку деталей структуры при увеличении в 1000 раз или больше.

Иммерсионное масло, применяемое при работе с иммерсионным объективом, изготавливается Отделом растительных ресурсов Ботанического института Академии наук СССР.

Для зарисовки диатомовых пользуются рисовальным аппаратом; во всех случаях, когда это возможно, применяют микрофотографирование, которое дает более объективное изображение формы, чем рисунок.

Описание оптических приборов дано в работе Наумова (1932), а рациональное использование различных способов освещения при исследовании деталей структуры диатомовых — в работе Элленгорна (1941).

## 5. Оформление результатов диатомового анализа

Полученные при определении диатомовых результаты оформляют в виде сводных систематических таблиц и в наиболее характерных случаях в виде диатомовых диаграмм.

Составление сводных систематических таблиц диатомовых водорослей. При составлении систематического списка найденных форм помещают их в генетическом порядке с указанием экологии и количества.

Если исследованные образцы составляют одну вертикальную серию (скважину, обнажение), то удобнее давать результаты анализа в виде сводной систематической таблицы, куда помещают все найденные в разрезе виды с распределением их по горизонтам. В заголовке указывают все данные, имеющиеся на этикетке образца.

|                               |  |                                    |                       |      |       |      |      |
|-------------------------------|--|------------------------------------|-----------------------|------|-------|------|------|
| Обн. №                        | 194 . . . . . г.                           | № препарата по журналу лаборатории | 18                    | 19   | 20    | 21   | 22   |
| Лев. берег р . . . . . в...км |  | литология                          | песок                 |      | глина |      |      |
| от г . . . . . вверх          |  | абс. выс.                          | 7.0                   | 6.75 | 6.5   | 6.25 | 6.0  |
| по течению                    |  | глуб. в метр.                      | 0.25                  | 0.5  | 0.75  | 1.0  | 1.25 |
| . . . . . геологич. партия    |  | № обр.                             | 1                     | 2    | 3     | 4    | 5    |
| №№ по порядку                 | Название водоросли                         | экология                           | количественная оценка |      |       |      |      |
| 1                             | <i>Melosira sol</i> (Ehr.) Ktz.            | морск.                             |                       |      |       | ...  | —    |
| 2                             | <i>Thalassiosira gravida</i> Cl.           | "                                  |                       |      |       | ...  | =    |
| 3                             | <i>Cyclotella Meneghiniana</i> Ktz.        | пресн.-солоноватов.                | ≡                     | ≡    |       | ...  |      |
| 4                             | <i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grun. | "                                  | ≡                     | ≡    | —     |      |      |
| 5                             | <i>Coscinodiscus lacustris</i> Grun.       | эвригалини.                        | —                     | —    | =     | =    | ≡    |

. . . . . 194 г. Определение производя . . . . .

Для учета частоты встречаемости той или иной формы обычно применяют приблизительную глазомерную оценку. В практике микропалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ и других геологических учреждений Ленинграда с этой целью пользуются несколько измененной шкалой Вислоуха:

... единично (1—5 экземпляров в препарате),

— редко (10—15 » ),

= нередко (25—30 » ),

≡ часто (по 1 экземпляру в каждом ряду покровного стекла при иммерсионном объективе 2 мм и окуляре 4, 6),

≡ очень часто (несколько экземпляров в каждом ряду при том же увеличении),

≡ в массе (в каждом поле зрения при том же увеличении).

Ниже приводится образец сводной систематической таблицы диатомовых водорослей.

Подобный учет количественного развития отдельных видов, хотя и не являясь точным, дает вполне сравнимые результаты для различных проб, обрабатываемых одним способом.

Наряду с глазомерной оценкой применяют и точный подсчет количества найденных панцирей разных видов диатомовых не только при анализе современной диатомовой флоры, но также и ископаемой. Этот точный количественный учет ведут на контрольном препарате, сделанном из небогатенной породы (Брандер, 1936, 1937).

Построение диатомовых диаграмм. Наиболее характерные моменты, полученные в результате диатомового анализа какого-либо разреза осадочных пород, отражают в диатомовых диаграммах. При построении их выбирают формы доминирующие или же характерные в экологическом отношении, указывающие на большую или меньшую концентрацию солей, глубину бассейна, термические условия и пр. Все виды располагают в диаграмме в экологическом, а не генетическом порядке (морские, солоноводно-морские, солоноводные, пресноводно-солоноводные, пресноводные). С левой стороны диаграммы помещают колонку, показывающую литологию разреза. Затем по оси координат наносят глубины исследованных горизонтов, по оси абсцисс — количественную оценку различных видов. Приблизительный масштаб для вертикали — 25 см в 10 мм, для горизонтали: единично — 2 мм, редко — 4 мм, нередко — 6 мм, часто — 8 мм, очень часто — 10 мм, в массе — 12 мм.

В правой части диаграммы помещают количество найденных видов по отдельным горизонтам и затем кривые распределения диатомовых по экологическим группам в различных горизонтах разреза (рис. 55).

При построении кривых, для каждого горизонта подсчитывают в процентах число найденных видов, принадлежащих к разным экологическим группам (Порецкий, Жузе и Шешукова, 1934). При вычислении процентов важно учесть не только количество видов, но и их обилие (Брандер, 1937).

Подобного типа кривые распределения всех диатомовых по различным экологическим группам очень ценны, так как они дополняют диаграммы, которые иллюстрируют развитие лишь нескольких характерных и доминирующих видов.

Если есть данные о современной диатомовой флоре водоема (планктон, обрастания, грунт), то их тоже отражают в диаграмме.

Когда параллельно с диатомовым анализом производится пылецевой анализ разреза, то пылецевую диаграмму помещают рядом с диатомовой диаграммой.

Определение качества диатомитов микроскопическим методом. При анализе диатомитов часто требуется выяснить пригодность их для промышленных целей, которая определяется количественным соотношением панцирей диатомовых и минеральных примесей (песок и пр.). Для этой цели наряду с химическим анализом применяется анализ микроскопический. В Микророботанической лаборатории ВСЕГЕИ определение качества диатомитов производится способом, предложенным В. С. Порецким. В окуляр вставляют стеклянную пластинку, разделенную на клетки (сетчатый окуляр), и подсчитывают в препарате из небогатенной породы количество клеток, занятых панцирями диатомовых, и отдельно количество клеток, занятых минеральными частицами. Подобный подсчет производят 40—50 раз на разных полях зрения. Затем вычисляют процентное содержание панцирей диатомовых. Чем выше процент диатомовых, тем лучше качество диатомита: его адсорбирующая способность и другие свойства,

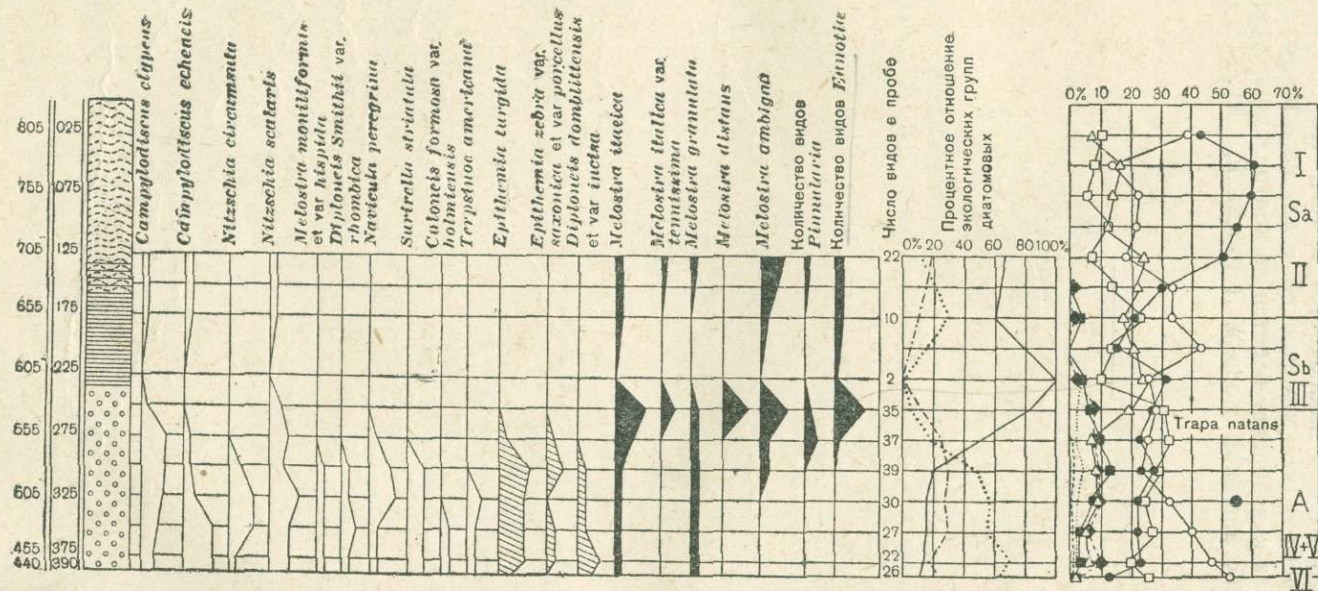


Рис. 55. Образец диатомовой и пыльцевой диаграмм: диатомовая и пыльцевая диаграмма болота Леше (Ленинградская область, Лужский район, по Маркову и Порецкому).

Опыт применения этого метода на диатомитах Кольского полуострова показал, что микроскопический анализ качества диатомита дает результаты, очень близкие к данным химического анализа. Преимущество микроскопического метода заключается в том, что он требует значительно меньше времени, чем химический, и для него не нужны специальные реактивы, так как подсчет ведется по контрольному препарату, сделанному из необогащенной породы (Порецкий, Жузе и Шешукова, 1934).

---

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКАЯ

---

### Глава I

#### О СОХРАННОСТИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕИ В ИСКОПАЕМОМ СОСТОЯНИИ

Чем древнее флора диатомовых, тем, обычно, хуже сохранность кремневых панцирей. Причина плохой сохранности диатомовых заключается в совокупности факторов, действующих на хрупкий панцирь диатомовых. В растворении кремневого панциря играют роль разнообразные метаморфические и диагенетические процессы, происходящие в породах. Кремневые панцири прекрасно сохраняются в целом ряде случаев, если порода не подвергалась длительному воздействию происходящих в ней диагенетических процессов. А. Н. Криштофович (1941), касаясь причин отсутствия в древних породах диатомовых, пишет: «отсутствие диатомовых в древних осадках до сих пор является мало объясненной загадкой. В то время, как одни считают, что легкая растворимость кремневого панциря диатомовых является причиной их исчезновения в древних слоях, другие справедливо считают, что все же в некоторых случаях их остатки могли бы сохраниться». Несомненно, что найти панцири хорошей сохранности в древних породах трудно не только потому, что они поддаются растворению, но, может быть, главным образом и потому, что породы этого возраста бедны ими. Кроме того, необходимо принять во внимание, что специальное изучение дочетичных пород с целью определения диатомовых производилось в меньшей степени по сравнению с породами третичного и четвертичного возраста.

Диатомовые хорошей сохранности в мезозойских отложениях пока обнаружены в единичных случаях. Следы полурастворившихся панцирей можно видеть нередко в породах нижнемелового возраста. Растворение панцирей прежде всего выражается в сплывании структуры створок. У более грубых форм сохраняется внешний контур панциря, что позволяет иногда производить определение до рода. Исследование опок и опоковидных сцементированных песчаников показывает, что диатомовые в этих породах подвержены постепенному уничтожению благодаря диагенезу в этих породах. Автор этой главы производил исследование сотен образцов опок и опоковидных песчаников нижнесызранского подъяруса из Ульяновской и Пензенской областей, а также, в меньшем количестве, исследование опок эоценового возраста с восточного склона Урала, и во всех случаях приходилось наблюдать сплывание структуры створок, уничтожение контуров края панциря и нередко сохранялись только незначительные остатки панциря. За очень редкими исключениями определение диатомовых нельзя было сделать. Только

у грубопанцирных форм, как *Melosira sulcata* var. *siberica*, *Triceratium Weissii*, сохранялся контур панцыря. Исчезновение диатомовых не наблюдается в рыхлой опоке или слабо сцементированном песчанике. Плохая сохранность диатомовых наблюдается нередко даже в палеоценовых опоквидных глинах Зауралья.

Процессы растворения кремневого панцыря мы специально изучали в субфоссильных сапропелях, в некоторых, преимущественно степных, озерах Зауралья. Определение диатомовых в каждом сантиметровом слое монолита ила, взятого стратометром Перфильева, показывало, как в некоторых озерах с глубиной происходит растворение панцыря. В верхних слоях встречались панцыри с исчезнувшей структурой, глубже с неясными расплывшимися краями и, наконец, можно было видеть только толстостенный участок створки, в котором лежит шов (у *Viraphi-leae*). Аналогичное явление растворения кремневого панцыря наблюдала в сапропелях озер Зауралья и в илах ультрагалинных участков лимана Сиваша А. И. Прошкина-Лавренко (1945). То же явление наблюдала А. Жузе у диатомовых из илов оз. Балхаш. Поэтому не следует удивляться тому, что до сих пор известно немного пунктов с хорошо сохранившейся дотретичной флорой. Необходимо сочетание ряда благоприятных условий, чтобы панцыри диатомовых остались без существенного изменения. При этом время имеет меньшее значение по сравнению с местными условиями fossilization диатомовых. Известны случаи, когда панцыри диатомовых сохраняются в форме ядер, например пирита, но и тогда определение до вида часто невозможно.

## Глава II

### К ВОПРОСУ О ПАЛЕОЗОЙСКИХ ДИАТОМОВЫХ

Факты, которыми мы располагаем в настоящее время, позволяют считать наиболее древними диатомовыми немногочисленные виды, которые Ротплетц (1896) нашел в порах губок из лейасовых сланцев Болля в Вюртемберге. В отложениях древнее нижней юры достоверные диатомовые неизвестны. Все указания на палеозойские диатомовые оказывались ошибочными. Однако в литературе, время от времени, появляются сообщения о находках диатомовых в отложениях палеозоя. В настоящее время подобные заявления исходят от не специалистов-диатомологов, но в прошлом столетии палеозойский возраст диатомовых упорно пытались доказать многие специалисты по диатомовым. Происходило это потому, что в породах палеозоя, главным образом в каменноугольных и пермских отложениях, некоторые исследователи находили панцыри диатомовых, которым они приписывали древний возраст.

Отсутствие в то время достаточных знаний вообще об ископаемых диатомовых не позволяло первым исследователям отнестись достаточно критически к случайно встреченным в породах современным формам. Случайно занесенные диатомовые принимались за достоверные древние ископаемые формы и постепенно возникла литература о так называемых «палеозойских формах».

Кастракане (1874—1878) нашел диатомовые в палеозойских отложениях. В течение ряда лет Кастракане публиковал списки диатомовых, которые он находил в каменноугольных отложениях Англии. В его списках мы встречаем: *Fragilaria Harrisonii*, *Epithemia gibba*, *Gomphonema*

*capitatum*, *Epithemia granulata* и *Nitzschia parvula*, т. е. современные пресноводные формы. Даже в то время находки Кастракане вызвали законное сомнение, но, ввиду отсутствия достаточных знаний об ископаемых диатомовых, долгое время не могли быть опровергнуты, тем более, что, доказывая палеозойский возраст найденных им форм, Кастракане ссылался на авторитет целого ряда геологов, которым демонстрировались препараты.

Впоследствии, с целью проверки данных Кастракане, были предприняты Вильямсом и Мара (Френгелли, 1932) специальные исследования, которые дали отрицательные результаты. Эти ученые неопровержимо доказали современный возраст диатомовых, которые с рудничными водами проникали в каменноугольные отложения.

Хотя, как мы видим, «палеозойские» диатомовые Кастракане оказались современными формами, проникшими в породу в результате заноса, это не помешало впоследствии некоторым альгологам и геологам вновь ссылаться на ошибочные данные Кастракане для подтверждения мнения о существовании диатомовых в палеозое. Наиболее последовательным сторонником существования палеозойских диатомовых является Цанон (1929, 1930 и 1930а). Как известно, Цанон в ряде работ констатирует присутствие диатомовых в карбоновых и, главным образом, в пермских отложениях. По вопросу о древности этих водорослей Цанон стоит целиком на позиции Кастракане, он воскращает его выводы и идет еще дальше в смысле утверждения неизменности диатомовых с древнейших времен и до наших дней. Он не принимает во внимание многочисленные сведения об ископаемых диатомовых, о вымерших среди них видах, родах и семействах и появлении новых в третичном и четвертичном периодах и вообще игнорирует эволюционный процесс.

Цанон приводит многочисленные списки для палеозоя «палеозойских» видов, которые относятся преимущественно к современным диатомовым; он выступает с резкой критикой против Френгелли, когда тот высказывает серьезные сомнения по поводу возможного присутствия современных диатомовых в карбоне, перми и триасе. Цанон (1929) заявляет, что «где и когда бы ни были вода, свет и тепло, всюду, где произрастали другие растения и где встречаются следы животной жизни, должны были также жить и диатомовые». Особенно бурно дебатировался этот вопрос между ними на международном ботаническом съезде в Риме в 1930 г. Д. Френгелли (1932) жестоко критиковал все проблематичные находки диатомовых в палеозое. До этого Френгелли почти 20 лет исследовал породы палеозойского возраста с целью найти в них древнейшие диатомовые, но усилия его остались безрезультатными. После появления работ Цанона, где утверждалось существование достоверных каменноугольных и пермских диатомовых, Френгелли предпринимает повторное изучение тех самых пород, в которых Цанон находил диатомовые водоросли.

Проверка данных Цанона происходила двояким путем. Первая серия опытов проводилась над породой, оберегаемой самым тщательным образом от лабораторной пыли. Вторая серия опытов над той же породой происходила без особых предосторожностей против попадания пыли. Исследовались те четыре образца, в которых Цанон (1930а) находил диатомовых: 1) сланец с *Calamites* из среднего карбона Италии, 2) известняк с *Fusulina alpina* и *Schwagerina talmazzo*, 3) сланец с *Calamites* (из Сардинии) и 4) сланец с *Glossopteris* — последние три образца из нижней перми. Из каждого образца приготавливалось десять

препаратов. Изучение препаратов первой серии не обнаружило никаких остатков панцрей диатомовых водорослей, а также скелетов радиолярий, которые Цанон указывал как частые и даже очень частые в образцах 1 и 2.

Просмотр препаратов второй серии обнаружил во всех без исключения образцах единичные находки панцрей диатомовых или их обломки. Так, в образце 1, в результате изучения 10 препаратов, Френгелли нашел обломки *Synedra*, целый панцрь *Navicula peregrina*, иглы пресноводной губки. Притом в препаратах второй серии были найдены Френгелли совсем не те виды диатомовых, которые имелись в списках Цанона. Причина та, что обработка велась в различных лабораториях и источники заноса были различные. После исследования породы просматривалось содержимое пыли, которая осаждалась на стеклянную посуду в лаборатории в течение 24 часов. Из нее было приготовлено 2 препарата. В обоих были встречены отдельные створки диатомовых.

Ошибочность выводов Цанона о существовании палеозойских диатомовых была очевидна. Опыты Френгелли доказывают, с какой легкостью в породах, в которых первоначально не было диатомовых, они затем оказались, если только не принимать всех необходимых мер предосторожности против заноса. Насколько легко совершается перенос створок диатомовых доказывает изучение пород четвертичного возраста в районах распространения диатомитов палеогенового возраста. Редкий образец четвертичного возраста не содержит створок третичных диатомовых. Это переотложение происходит в природе, что необходимо учитывать во избежание серьезных ошибок.

В советской литературе в последнее время появились две статьи, в которых указывались диатомовые из отложений каменноугольного и пермского периодов. В статье Попова и Лучицкого (1938) доказывается присутствие диатомовых в первичном залегании в угленосной толще нижнего карбона Подмосковского бассейна. Авторы отрицают всякую возможность случайного заноса диатомовых извне, перечисляя все те меры предосторожности, которые были ими предприняты при технической обработке породы и приготовления препаратов для диатомового анализа. Мы не знаем их лабораторной обстановки, так же как ничего не можем сказать о специальной подготовке лиц, производивших анализы, но при чтении указанной статьи невольно напрашиваются следующие критические замечания.

1. Если судить по приведенной в статье микрофотографии, то встречены виды р.р. *Navicula* и *Cymbella*. Определенно можно утверждать, что на фотографии изображена *Cymbella aspera*. Это современный пресноводный вид, известный также в последнедевонских отложениях пресноводных водоемов. Авторы указывают на встреченных каких-то *Coscinodiscaceae* и *Diatomaceae*. За очень небольшим исключением *Coscinodiscus* — род морской. Среди класса *Diatomeae* не существует семейства *Diatomaceae*, и что под этим названием скрывается, мы затрудняемся сказать. Что касается опаловых образований треугольной формы с неясно различимым точечным рисунком, то известно, что треугольную форму имеют только морские роды *Triceratium* и *Trinacria*. Таким образом, в исследуемых породах каменноугольного бассейна Подмосковья встречена странная смесь пресноводных современных диатомовых, морских *Coscinodiscus* и те неопределимые треугольные формы, о которых мы говорили выше.

2. Хорошая сохранность панцрей диатомовых свидетельствует о молодом возрасте форм, а не является доказательством их первичного залегания, как пишут авторы. Плохая сохранность створок диатомовых — основная причина того, что до настоящего времени известно так мало пунктов с диатомовой флорой мезозойского возраста.

3. Противоречием является одновременное присутствие пресноводных диатомовых с морскими, а также с многочисленными фораминиферами и глауконитом, которые указывают на морское происхождение исследуемых пород. Диатомовые очень чувствительные индикаторы в отношении солености воды, и представить себе в природе такой бассейн, где наряду с фораминиферами существовали бы пресноводные *Navicula* и *Cymbella*, невозможно. Это очевидно для всякого флориста-альголога и, к сожалению, неизвестно авторам статьи.

Так же как в свое время Кастракане, в настоящее время Попов и Луцицкий сделали неправильные выводы на основании случайно внесенных в породу диатомовых.

Вслед за этим была опубликована заметка Яковлева (1939) «О находке диатомовых водорослей в Балахонской свите Кузбасса». Автор обнаружил в продуктах мацерации анжерских углей (Анжеро-Судженское месторождение Кузбасса), взятых из шахты 9/15 с глубины свыше 200 м, некоторое число морских диатомовых. По утверждению автора, также были приняты все предосторожности, чтобы избежать случайного заноса диатомовых. Анализировались рудничные воды, где диатомовые не были обнаружены, а также употребляемая в лаборатории дистиллированная вода. Вероятность занесения диатомовых из воздуха автором отвергается, потому что найдены диатомовые морские и притом третичные. Предположение, что морские диатомовые могли проникнуть в анжерские угли нижнепермского возраста в третичное время, автор также подвергает сомнению, хотя в настоящее время близ Анжеро-Судженского бассейна Коровин предполагает существование третичного моря. Если судить по приложенной к статье микрофотографии, к сожалению, плохо выполненной, то в продуктах мацерации углей найдены следующие диатомовые: *Melosira sulcata* var. *siberica*, *Melosira sulcata* var. *crenulata*, *Stephanopyxis turris* var., var., *Triceratium Weissii*, *Triceratium* sp., sp. и возможно *Pyxidicula* sp. или *Coscinodiscus* sp.

Весь этот комплекс форм с несомненностью указывает на то, что флора относится к нижнетретичному возрасту, наиболее вероятно, к палеоцену, но не зная всего списка форм, а главное, не имея возможности проверить сделанные определения, утверждать этого нельзя.

В своей статье В. Н. Яковлев решительно полемизирует с А. Н. Криштофовичем, возражая против высказанных последним мыслей об эволюции диатомовых и об обязательной самобытности палеозойской флоры, если бы таковая была, наконец, найдена (Криштофович, 1938).

В заключение своей статьи автор приводит список наиболее характерных диатомовых из анжерских углей: р.р. *Pyxidicula*, *Melosira*, *Coscinodiscus*, *Stephanopyxis* и *Navicula*. По мнению В. Н. Яковлева, представители указанных родов являются наиболее распространенными и наиболее древними среди этих водорослей. В отношении р. *Navicula* такое утверждение является грубейшей ошибкой, так как первые и притом единичные представители этого рода появились с конца олигоцена и только миоценовое время может считаться временем развития р. *Navicula*. Этот род относится к формам, имеющим настоящий шов, а эти формы возникли значительно позднее по сравнению с порядком *Centrales*.

к которому принадлежат вышеупомянутые р.р. *Stephanopyxis*, *Coscinodiscus*, *Triceratium* и др. Расцвет *Melosira* и *Coscinodiscus* наступает с олигоцена, когда появляются многие виды и количественное развитие их достигает высокой степени.

В верхнемеловой флоре известен один вид *Melosira* (не считая сомнительного вида, описанного Ганна из верхнемеловой флоры Калифорнии) и 5—6 видов р. *Coscinodiscus*, наряду с значительным качественным и количественным преобладанием *Triceratium*, *Stephanopyxis* и *Hemiaulus*. Сказать, как попали в исследуемую породу диатомовые, мы не можем, но анализ их убеждает нас, что эти формы заносные, и утверждения об их каменноугольном возрасте ошибочные.

В настоящее время положение вопроса о до-третичных диатомовых водорослях таково:

1. Достоверных диатомовых в породах палеозойского возраста наука до настоящего времени не знает. Многочисленные ссылки на находение диатомовых в каменноугольных и пермских отложениях ошибочны. Опубликованные списки заключают формы, которые встречались в древних породах в результате случайного заноса.

2. Если, наконец, удастся найти диатомовых в палеозойских породах, то все эти формы, или во всяком случае почти все, должны относиться к вымершим. В этом нас убеждает эволюция диатомовых, известная по сохранившимся меловым и третичным флорам.

3. Представление о долговечности большинства видов диатомовых, об «извечности» флоры этих водорослей в корне ошибочное и противоречит самому принципу эволюции.

4. Для диатомовых существуют те же законы эволюционного развития, как и для других групп живых организмов. Представить себе в породах палеозойского возраста какую-нибудь *Symbella aspera* столь же парадоксально «как подлинность костей лошади или быка в осадках пермской или триасовой системы», по остроумному замечанию А. Н. Криштофовича (1938).

5. Существуют две точки зрения на древность диатомовых водорослей. Согласно первой — это микроскопические водоросли сравнительно молодого возраста, они появились в мезозое и оптимум своего развития имели в миоцене. Согласно второй точке зрения, диатомовые — очень древняя группа организмов, существовавшая в палеозое. В этом убеждает богатство и разнообразие меловой флоры, которая несомненно прошла длительный путь эволюционного развития еще до мелового периода. Мы полагаем, что диатомовые водоросли должны были появиться значительно раньше среднего мезозоя.

6. Среди известных нам видов верхнемеловой флоры, являющейся наиболее изученной флорой мезозойского возраста, 99% вымерли. Из них вымершими оказываются не только виды, но многие роды и даже семейства. На смену им пришли другие виды, появились новые систематические группы, семейства и роды, которые продолжают свое развитие до настоящего времени. Преобладавшие в до-третичное и третичное время представители порядка *Centrales* уступают в настоящее время место представителям порядка *Pennales*, достигающим в современный геологический период наибольшего разнообразия и распространения. Утверждать отсутствие эволюции диатомовых водорослей может только тот, кто совершенно не знаком с ископаемыми и современными формами и лишен представления о законе эволюции всего живого, частью которого являются диатомовые.

## Глава III

## ДИАТОМОВЫЕ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Находки самых древних диатомовых относятся к нижней юре. В породах губок из лейасовых сланцев Болля в Вюртемберге были найдены Ротплетцом (1896) два вида: *Puxidicula bollensis* и *P. liassica*. Впоследствии оказалось, что эти виды принадлежат к р. *Stephanopuxis*. Кайо (1892) сообщает о встреченных им многочисленных диатомовых плохой сохранности в верхней юре Франции, но определение этих диатомовых не было произведено. Анализированные нами глины и суглинки юрского возраста в районе верхней Волги диатомовых не содержали.

## I. Диатомовые меловых отложений

## 1. Нижнемеловые диатомовые

В течение длительного периода с нижней юры и до верхних ярусов нижнего мела мы не имеем сведений о флоре диатомовых, но то, что она существовала и быстро развивалась, доказывает богатая и разнообразная флора в альбских фосфоритах Ганновера. Полный список найденных диатомовых не опубликован. Форти и Шульц (1932), исследовавшие указанные фосфориты, ограничились опубликованием только 10 видов: *Stephanopuxis mirabilis*, *Craspedodiscus incurvus*, *Dactyliosolen priscus*, *Ditylum cornutum*, *Gladius antiquus*, *Isthmia Fortii*, *Kentrodiscus germanicus*, *Pyrgodiscus antiquus*, *Raphidiodiscus cretaceus*, *Stephanopuxis turris* var. *campanella*.<sup>1</sup>

Кроме того, Шульц (1935) в работе о верхнемеловых диатомовых указывал, что среди ископаемых диатомовых в фосфоритах Ганновера в очень большом количестве встречался *Gladius speciosus*, описанный впервые в сенонских породах. Нахождение диатомовых в точно датированных альбских фосфоритах Ганновера представляет исключительный интерес, поскольку раньше в отложениях этого возраста находили диатомовых плохой сохранности. Нами исследованы альбские черные глины из разрезов р. Выши у дер. Липовки, Салтыховского района Пензенской обл. Среди многочисленных сильно деформированных диатомовых можно определить *Puxilla* sp., *Stephanopuxis* sp. и *Coscinodiscus* sp. Все известные диатомовые нижнемелового возраста принадлежат к 15 родам из порядка *Centrales*.

## 2. Верхнемеловые диатомовые

Наиболее древние диатомовые верхнемелового возраста были найдены в туронских глинах в Чехии. Визнер (1936), описавший эту флору, смог дать только список родов. В его статье дана таблица фотографий, где изображены *Triceratium* sp., *Stephanopuxis* sp. и *Coscinodiscus* sp. sp. Все формы имеют очень неясную структуру панцыря и нередко расплывчатый внешний контур. Визнер впервые наблюдал здесь сохранившиеся диатомовые в форме пиритовых ядер. О включениях зерен пирита в клетках *Hemiaulus elegans* писал раньше Шульц (1927).

<sup>1</sup> В палеоботанической части все виды диатомовых приведены без указания авторов, которые указаны при соответствующих видах в систематической части и в алфавитном указателе родов и видов.

Из турона Вестфалии Мюллер (1911) указал *Actinoclava Frankei*, но в настоящее время диатомовая природа этой формы оспаривается.

Значительно больше известно о диатомовых из более высоких горизонтов верхнего мела. О составе этой флоры можно судить по немногочисленным местонахождениям, где диатомовые хорошо сохранились. В СССР известны 3 местонахождения в Свердловской обл.: 1) Ново-Лялинский район, бассейн р. Большого Актая, глинистые пески (Жузе, 1946—1947), 2) левый берег р. Пышмы у с. Курьи, опоковидные глины (Жузе, 1946), 3) по р. Сосьве у пос. Гари, зеленые глины на глубине 197—215 м (Жузе, 1946); в Европе — на берегу Данцигской бухты, сенонские губковые породы (Шульц, 1935) и в Сев. Америке — в Калифорнии, свита Морено (Ганна, 1927, 1934).

Меловая флора бассейна р. Б. Актай и р. Пышмы (восточный склон Урала). Руководящими диатомовыми в глинистых песках Актая являются *Stephanopyxis Schulzii* и var. *cretacea*, они развиты в массе и господствуют среди всех других. До 75% всей массы диатомовых составляет *St. Schulzii*, характерной особенностью которого является его исключительная изменчивость. Господствующей формой *St. Schulzii* является также в сенонских губковых породах Данцигской бухты. Родственные связи *St. Schulzii* ведут к более древней форме — *St. mirabilis* из нижнемеловых (альб) отложений Ганновера. В нижнесызранском ярусе палеоцена Ульяновской области *Stephanopyxis Schulzii* единично был встречен автором и Н. В. Анисимовой (1938) в диатомите у ст. Инза. В палеоценовой и эоценовой флоре на восточных склонах Урала эта диатомовая не встречается, что позволяет рассматривать ее как руководящую верхнемеловую форму.<sup>1</sup> Вторая руководящая форма верхнемеловой флоры — *Coscinodiscus dissonus*. Эта крупная форма не имеет большого количественного развития как здесь, так и в отложениях Данцигской бухты. Массовое развитие имеют виды р.р. *Triceratium* и *Hemiaulus*. Среди первых преобладает *Triceratium Schulzii*, среди вторых — *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus* var. *glacialis*, *Hem. echinulata*. К числу очень характерных диатомовых Б. Актая относятся *Puxilla cretacea* и *Pux. ascidiiformis*. Развитие в породах мелового возраста видов *Puxilla* очень интересно, так как до изучения флоры Б. Актая *Puxilla* известны были только среди диатомовых эоценового и нижнеолигоценного возраста. Род *Trinacria* представлен *Trin. Anisimovi* и *Trin. aries*. Последний вид также характерен для мела Калифорнии, но у калифорнийских форм структура створки более грубая. Флора глинистых песков Б. Актая содержит две примитивные формы: *Aulacodiscus septus* и *Poretzкия mirabilis*, последний из них обычен в мелу. Среди диатомовых исследуемой флоры очень редки *Melosira sulcata* var. *crenulata* и *M. sulcata* var. *siberica*, порообразующее значение которых известно для палеоцена Среднего Поволжья и эоцена Зауралья. Род *Coscinodiscus* развит слабо. Чаще встречается *Cos. lineatus fossilis* (отличающийся от современных форм более тонкой структурой, 7—8 ареол в 10  $\mu$  вместо трёх). Этот вид указывается также для верхнемеловой флоры Данцигской бухты и Калифорнии. Ганна (1927) замечает, что *Cos. lineatus* принадлежит к редчайшим формам, существующим без изменения с конца мезозоя до наших дней. С этим выводом мы не можем согласиться. Уже Анисимова (1938) вполне обоснованно отделяла ископаемые

<sup>1</sup> Единично *St. Schulzii* var. *cretacea* была встречена в палеоценовых опоковидных глинах на глубине 56 м у с. Кашай, Свердловской обл.

формы палеоценового возраста (из нижнесызранского подъяруса) от современных. Она предложила выделять ископаемые формы этого вида в разновидность *Schmidtii*. Нам кажется более правильным к наименованию ископаемого вида прибавлять слово *fossilis*, как это предложила А. Клеве-Эйлер (1942). Сравнительное изучение древних видов диатомовых от мелового периода до современности показывает постепенное изменение структуры кремневого панцыря и несомненно ошибочно объединять современные и древние ископаемые виды под одним названием. В глинистых песках в бассейне р. Б. Актая определено свыше 50 видов (см. список стр. 181). В характерный комплекс диатомовых из верхнемеловых отложений Б. Актая входят следующие формы: *Stephanopuxis Schulzii* et var. *cretacea*, *Coscinodiscus dissonus*, *Trinacria aries*, *Trin. Anissimovi*, *Triceratium Schulzii*, *Tric. Schulzii* var. *capitata*, *Poretzkiia mirabilis*, *Hemiaulus latus*, *Hem. polymorphus* var. *glacialis*, *Hem. polycystinorum*, *Hem. echinulata*, *Aulacodiscus septus* и *Puxilla cretacea*. Большая часть видов известна только в составе верхнемеловой флоры, в палеоценовую флору перешли *Hemiaulus polycystinorum* и *Hem. polymorphus* var. *glacialis* без явных изменений в структуре панцыря.

Сопоставление диатомовых Б. Актая с комплексом диатомовых из губковых пород Данцигской бухты позволяет предположительно считать возраст глинистых песков Б. Актая не выше маастрихта.

В опоковидных глинах верхнемелового возраста левого берега р. Пышмы у с. Курьи (Свердловская обл.) сохранилось небольшое количество диатомовых, но в значительном числе встречаются радиолярии и иглы губок. Найдены следующие диатомовые: *Stephanopuxis Schulzii* var. *cretacea*, *Melosira sulcata* var. *crenulata*, *Coscinodiscus dissonus*, *Stephanopuxis turris* var. *cylindrus*, *Pterotheca carinifera*, *Pseudopuxilla russica* и в очень большом числе *Poretzkiia circularis*. Среди них многие в форме неопределимых обломков (особенно виды р. *Hemiaulus*) и полурасстворенных панцырей. В зеленых глинах р. Сосьвы у пос. Гари была найдена характерная меловая форма *Gladius speciosus* и неопределимые виды р. *Stephanopuxis*.

Верхнемеловые диатомовые Данцигской бухты. В Европе меловая флора диатомовых найдена в губковых породах сенонского возраста в обрыве берега Данцигской бухты (Шульц, 1935). Особенностью данной флоры является богатое развитие р.р. *Triceratium*, *Aulacodiscus* и *Actinoptychus*. Многие виды этих родов уже были ранее известны во флоре диатомовых нижнесызранского подъяруса палеоцена Ульяновской области, таковы: *Triceratium archangelskianum*, *Tric. Weissii*, *Tric. nobile*, *Tric. fenestratum*, *Tric. exornatum*, *Tric. arietinum*, *Tric. cellulolum*, а также *Actinoptychus heterostrophus*, *Act. seductilis*, *Act. simbirskianus*, *Aulacodiscus archangelskianus*, *Aul. septus*, *Aul. Lahusenii* var. *marginalis* и др. Из 55 диатомовых Данцигской бухты не меньше 30 видов, т. е. 60%, являются общими с нижнесызранским комплексом диатомовых.

До появления исследования Шульца (1935) о верхнемеловых диатомовых Данцигской бухты нижнесызранская флора рассматривалась как чрезвычайно самобытная, не имеющая аналогов среди известных флор Запада. Касаясь вопроса сходства этих флор, Шульц полагает, что оно является результатом одинаковых условий развития, но не одинакового возраста, и высказывает предположение, что Балтийское верхнемеловое море (в сенонское время) глубоко вдавалось заливами в Европейскую часть СССР. В небольших изолированных бассейнах этого верхнемело-

вого моря флора сохранилась в палеоценовое время. К началу третичного периода вымерли характерные верхнемеловые диатомовые: *Stephanopyxis Schulzii*, *St. ornata*, *Coscinodiscus dissonus*, *Gladius speciosus* и, возможно, *Podosira Wittii*.

Флоры Данцигской бухты и Б. Актая очень близки. Руководящие виды одинаково представлены в массовом числе, а именно: *Stephanopyxis Schulzii*, *Triceratium Schulzii*, *Coscinodiscus dissonus*. То же самое можно сказать в отношении видов р. *Hemiaulus*. Представители р. *Melosira* крайне скудно развиты в обоих местонахождениях. Интересной особенностью флоры Данцигской бухты является массовое развитие *Stephanopyxis Grunowii*, которая отсутствует в флоре Б. Актая. Этот вид неизвестен в палеоцене, но в большом числе встречается в флоре верхнего эоцена и нижнего олигоцена. Диатомовые данцигского местонахождения обнаруживают черты сходства с нижнемеловой флорой из Ганновера. Несомненно, что *Stephanopyxis mirabilis* родственен *St. Schulzii*. Структура панциря обоих видов состоит из ребер и двурядных ареол между ними, а у известных в литературе третичных видов структура состоит только из ареол. Ребра имеются только у *St. delectabilis*, который, вероятно, нужно рассматривать как синоним *St. Schulzii*. Оба вида р. *Gladius* в изобилии найдены во флоре альбских фосфоритов Ганновера, тогда как в флоре Данцигской бухты Шульц нашел только *Gladius antiquus*. Таким образом, сопоставление флор верхнемелового возраста Данцигской бухты и Б. Актая показывает несомненную связь этих двух морских бассейнов в верхнемеловое время.

Верхнемеловые диатомовые в свите Морено Калифорнии. В названных отложениях Ганна (1927, 1934) описывает шесть новых родов: *Benetorus*, *Micrampula*, *Horodiscus*, *Meretrosulus*, *Chasea* и *Gloriophthychus*. Это необыкновенно своеобразные роды и большинство из них не имеет близких родов. Ганна приводит всего 42 вида, из них характерными, количественно преобладающими диатомовыми, являются виды р.р. *Stephanopyxis*, *Coscinodiscus*, *Triceratium* и *Trinacria*. Виды вышеуказанных новых родов играют подчиненную роль. Комплекс количественно доминирующих диатомовых: *Stephanopyxis discrepans*, *St. Grunowii*, *Coscinodiscus immaculatus*, *C. morenoensis*, *C. Steinii*, *Triceratium bicornigerum*, *Tric. Hertleini*, *Trinacria aries*, *Trin. insipiens*, *Trin. tristictia* и *Hemiaulus polymorphus*.

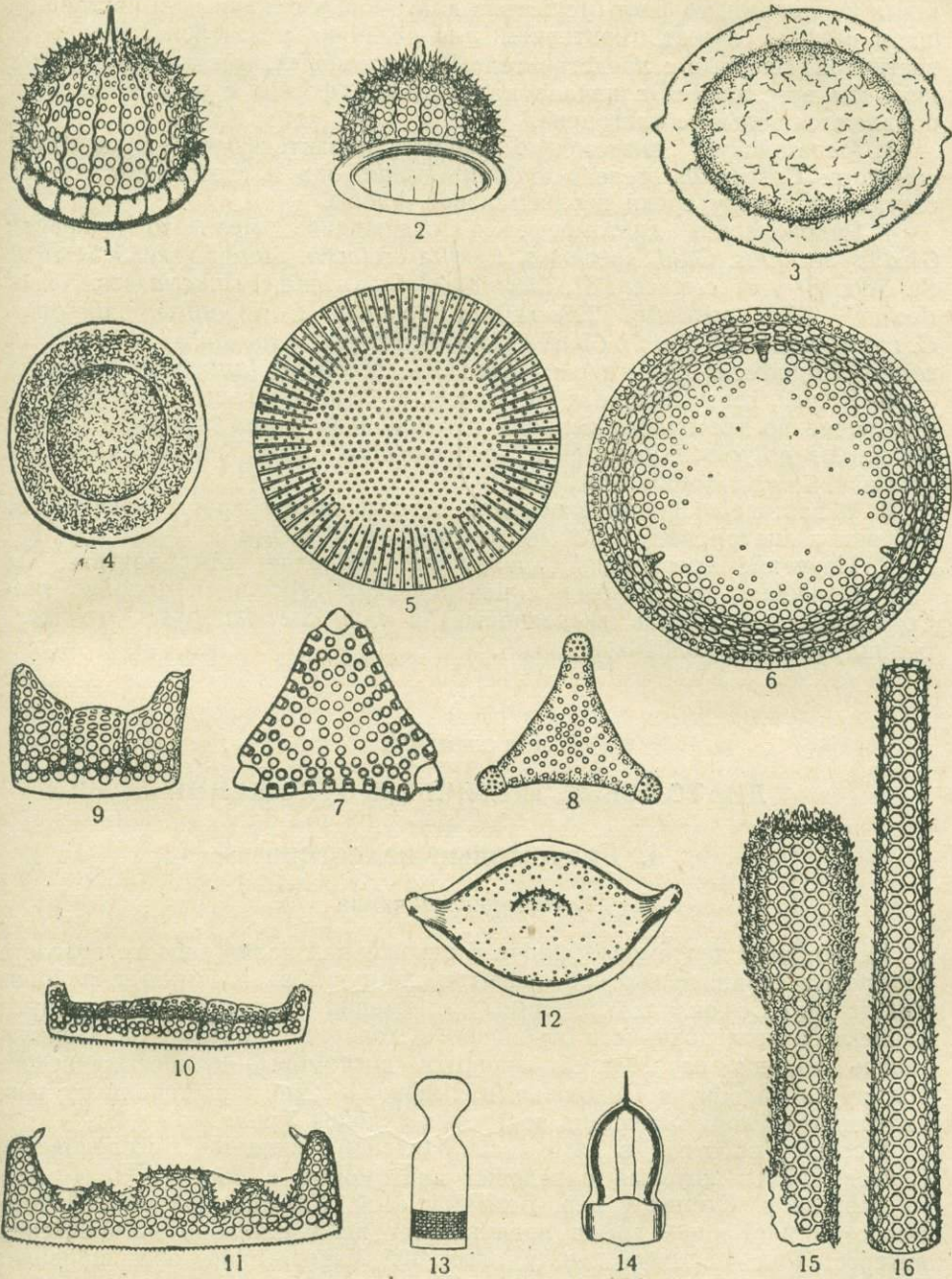
Верхнемеловая флора Калифорнии имеет четыре общих вида с флорой Данцигской бухты и шесть с флорой Б. Актая. Калифорнийская флора очень своеобразная, близких аналогов ее мы не знаем ни в Сев. Америке, ни в Европе. Толща, где были найдены Ганна диатомовые, лежит непосредственно под нижнемиоценовыми диатомитами, достигающими мощности нескольких сот метров. Отсутствие руководящей фауны не позволяет датировать точнее возраст исследованной верхнемеловой флоры. Если судить о возрасте по сопоставлению с комплексом диатомовых в Данцигской бухте и Б. Актая, то нам кажется, что возраст диатомовых Калифорнии более древний.

### Заключение

Мезозойская флора диатомовых имеет следующие характерные черты.

1. Все известные нам диатомовые мезозойского возраста принадлежат к порядку *Centrales*. Это планктонные неритические или литоральные формы, населяющие главным образом морские водоемы.

Таблица 1



Характерный комплекс диатомовых водорослей верхнего мела (Свердловская область).

1,2 — *Stephanopyxis Schulzii* var. *cretacea*. 3 — *Poretzкия mirabilis*. 4 — *Por. circularis*. 5 — *Stictodiscus punctatus*. 6 — *Aulacodiscus septus*. 7 — *Trinacria Anissimovi*. 8 — *Triceratium. Schulzii*. 9 — *Hemiaulus polymorphus* var. *glacialis*. 10 — *Hem. polycystinorum*. 11 — *Hem. echinulatus*. 12 — *Hem. fragilis*. 13 — *Gladius speciosus*. 14 — *Pterotheca aculeifera*. 15 — *Pyxilla ascidii jormis*. 16 — *P. cretacea*.

2. До сих пор в отложениях этого возраста не найдены диатомовые с ложным и настоящим швом. Если это будет подтверждено дальнейшими находками, то факт отсутствия диатомовых с ложным и настоящим швом может служить критерием для различия мезозойской флоры от третичной. Впервые с представителями диатомовых, имеющими ложный шов, мы встречаемся с начала палеоцена, а формы с истинным швом появляются только с олигоцена.

3. Мезозойскую диатомовую флору характеризуют виды двух семейств: *Coscinodiscaceae* и *Biddulphiaceae*, они и составляют господствующую группу среди верхнемеловой флоры.

4. Руководящие диатомовые в отложениях мелового возраста: *Gladius antiquus*, *Glad. speciosus*, *Pyxilla cretacea*, *Stephanopyxis Schulzii*, *St. Schulzii* var. *cretacea*, *St. discrepans*, *St. ornata*, *Trinacria aries*, *Trin. deciusi*, *Trin. tristictia*, *Triceratium Schulzii*, *Coscinodiscus dissonus*, *C. morenoensis*, *C. Stejnii*, *Chasea bicornis*, *Poretzkia mirabilis*, *Aulacodiscus septus*, *Eupodiscus (Rattrayella) Churhi* и *Benetorus fantasmus* (Табл. I).

5. Виды, встречающиеся в массе в верхнемеловых отложениях, дожившие до третичного периода и влившиеся в палеогеновую флору: *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus*, *Hem. polymorphus* var. *glacialis*, *Stephanopyxis Grunowii*.

6. В настоящее время в породах дотретичного возраста известно до 180 видов диатомовых, которые относятся к 40 родам.

7. Изучение древнейших диатомовых позволяет предполагать, что они произошли от предков с центрическим строением, подобно типу *Coscinodiscus* (панцырь дисковидный) и типу *Stephanopyxis* (панцырь цилиндрический, колпачковидный).

## Глава IV

### ДИАТОМОВЫЕ ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

#### I. Диатомовые палеогена

##### 1. История изучения

Ископаемая диатомовая флора в отложениях палеогенового возраста известна в сравнительно небольшом числе пунктов. Для многих районов Советского Союза, где известны отложения палеогена, отсутствуют какие-либо исследования в отношении ископаемых диатомовых. Сравнительно хорошо изученными являются диатомовые нижнесызранского подъяруса палеоцена Поволжья, примерно в такой же степени изучена диатомовая флора палеогена восточных склонов Урала.

Первой работой в этом направлении является исследование Вейссе (1854), который определил диатомовые в образце диатомита из разреза р. Стемас у дер. Беклемишевой, Ульяновской обл. Работа Вейссе в настоящее время представляет исключительно исторический интерес. Ряд описаний диатомовых из Ульяновской обл. приводит Эренберг в своей классической работе «Микрогеология» (1854). В дальнейшем часть материалов, которые изучал Вейссе и отчасти Эренберг, попала в руки альголога Вейссфлога. Последний, обладая более усовершенствованными методами препарировки панцырей диатомовых, добился больших успехов в смысле правильного изображения

многих волжских диатомовых. Результаты определения Вейсфлога вошли в атлас А. Шмидта (1874—1937). Спустя несколько лет препараты Вейсфлога вновь изучались лучшим исследователем диатомовых того времени — Груновым (1884). Грунов проводит сопоставление списков диатомовых Поволжья со списками форм из свиты Молер в Дании (область Лим-фьорда, острова Морс и Фур) и устанавливает между ними определенную связь. Кроме того, Грунов (1884) находит много сызранских диатомовых в исследованных им грунтах Северного Ледовитого океана, которые были взяты с глубины от 100 до 500 м. Им установлено остающееся до сего времени не опровергнутым и не подтвержденным совпадение видового состава диатомовой флоры современных грунтов Северного Ледовитого океана с диатомовыми палеоцена Ульяновской обл. Сомневаться в точности определений, сделанных Груновым, нет основания. Нам кажется, что прав Пиа (1931), высказывая предположение о вторичном залегании диатомовых в грунтах Северного Ледовитого океана, тем более, что Грунов указывает на сильную раздробленность створок диатомовых и на отсутствие панцирей с клеточным содержимым. Мы считали необходимым более детально коснуться работы Грунова, поскольку его данные до сих пор трактуются неправильно и в справочных руководствах (Густедт, 1930—1937; Ван-Гейрк, 1896 и др.) вымершие палеоценовые и эоценовые виды указываются как современные формы, населяющие грунты Северного Ледовитого океана. На этом основании делаются неверные выводы об арктическом характере этих ископаемых палеоценовых видов. Так А. Миссуна (Рогозин, 1913) на основании работы Грунова делает неверное заключение об арктическом режиме палеоценового моря в Поволжье.

Почти одновременно с Груновым изучением диатомовых в отложениях палеогенового возраста Среднего Поволжья занимался Панточек. Он определял диатомовых в диатомитах нижнесызранского возраста у с. Ананьино, Ульяновской обл., а также в районе г. Кузнецка, Пензенской обл., повидимому, в отложениях камышинского яруса. Результаты своего исследования Панточек опубликовал в своей монографии (1903—1905). Для районов Поволжья автор дает список из 140 видов. Впоследствии очень многие виды Панточека перешли в синонимику, многие виды оказались неясными или сомнительными, так как для них отсутствовали достаточно четкие рисунки и полные диагнозы. Но одной из несомненных заслуг Панточека является высказанное им впервые убеждение о руководящем значении диатомовых в изучении стратиграфии отложений.

Классические исследования Витта (1885) не потеряли своего значения до настоящего времени. Можно определенно сказать, что в работе Витта имеются вполне удовлетворительные диагнозы и особенно рисунки для большинства диатомовых из нижнесызранского подъяруса. Витт описал свыше 30 новых видов и разновидностей. Его исследование касается диатомита у с. Архангельское-Куроедово (бассейн р. Туармы) Ульяновской обл.<sup>1</sup> Работы Грунова и Витта могут служить до настоящего времени справочником при изучении флоры диатомовых ниже-

<sup>1</sup> По мнению Милановского (1922, 1925), при определении места взятия образца, который исследовал Витт, вкралась ошибка. У с. Архангельское-Куроедово в многочисленных разрезах Милановскому не удалось обнаружить местонахождения трепелов. Тогда как у с. Троицкое-Куроедово, в бассейне р. Сыр-Барыш имеется богатое развитие трепелов. Повидимому, образец Витта был взят у с. Троицкое-Куроедово.

сызранского подъяруса Поволжья. Последующие работы незначительно увеличили число видов нижнесызранской флоры.

В статье Rogozina (1913) приводится список 32 форм из отложений у дер. Старая Зиновьевка близ ст. Барыш. Определение диатомовых принадлежит А. Миссуне.

Последняя из опубликованных работ по диатомовым палеогенового Поволжья принадлежит Шеневьеру (1934). Его исследование касается состава диатомовых из диатомита в районе г. Камышина. Точных сведений о местонахождении исследованной породы в статье Шеневьера не имеется. Автор в предисловии к своей работе пишет, что найденный в породе комплекс диатомовых представляет собой почти полный аналог известной диатомовой флоры нижнеоценового возраста в Дании (в области Лим-фьорда на островах Морс и Фур, где находится одно из величайших месторождений диатомита в мире).

В камышинском образце диатомита Шеневьер находит целый ряд датских видов, как, например, *Janischia antiquus* Grun. (*Coscinodiscus Ludovicianus* Rattr.), также встречены характерные датские формы — *Odontotropis cristata* и *Od. carinata*. Кроме того, Шеневьер указывает на небольшое число видов общих с палеоценовой флорой Ульяновской и Пензенской областей (например, очень редкая *Lepidodiscus elegans*).

В работе Анисимовой (1938) по диатомовым нижнесызранского подъяруса Ульяновской обл. (у р. Барыш, у ст. Инза, в разрезах р. Стемас у Беклемишева и в других местах) приводится 78 видов, для которых впервые даны правильные и развернутые диагнозы. В целом ряде случаев установлены характерные особенности ископаемых видов, в отличие от современных их представителей.

Укажем еще на некоторые находки диатомовых из пород нижнего палеогена Ульяновской и западных районов Куйбышевской областей, которые производились Анисимовой и Шляпиной. Неполные списки их определений помещены в геологических отчетах: Дервиз (1940\*), Петрова (1934\*) и Дробышева (1940\*).

В течение 1945 и 1946 гг. специальное исследование диатомовых палеогена Ульяновской и Пензенской областей в целях использования их для изучения стратиграфии палеогена этих районов производилось Жузе (отчеты 1945—1946 гг.). К отчету за 1946 г. приложено описание 30 наиболее характерных видов диатомовых (см. стр. 181) и помещена корреляционная таблица, где делается первая попытка сопоставления ископаемых диатомовых палеогена Поволжья и восточных склонов Урала.

Исследованная диатомовая флора Украины, Воронежской и Курской областей относится к более высоким стратиграфическим горизонтам палеогена. Диатомовые в отложениях харьковского яруса нижнего олигоцена изучались Успенской (1935, 1936, 1940, 1940-а) в окрестностях г. Харькова, г. Ромен и дер. Верино Поле, Изюмского района. Опубликованные работы Успенской могут быть использованы лишь частично в связи с тем, что некоторая часть форм определена только до рода, а многие видовые определения неверны. В связи с плохими фотографиями и рисунками, приложенными к работам, пополнить и исправить погрешности в определениях затруднительно. Ряд неточностей в определениях Успенской зависит от устаревших определителей, которыми она пользовалась.

Диатомовые палеогена из Воронежской, Курской, Харьковской и Ворошиловградской областей, а также восточных склонов Северного и

Среднего Урала (по материалам А. А. Дубянского) изучаются Жузе, и описание многих новых видов диатомовых харьковского яруса входит в систематическую часть настоящего руководства.

В заключение обзора литературного материала по ископаемым диатомовым палеогенового возраста остановимся на работе Журавлевой (1936). Исследование касается отложений в Тункинской котловине, расположенной в 80 км к западу от оз. Байкал в долине р. Иркут. Здесь третичные отложения представлены мощной серией пород глинисто-песчаной фации. Диатомовые встречены в большом числе, наряду с остатками северного водяного ореха (*Trapa borealis*) на глубине 120 м в лёссовидных глинах коричневого цвета. Эти отложения Палибин, на основании ископаемой флоры высших растений, относит к олигоцену. Состав диатомовых (63 вида) определенно говорит в пользу более молодого возраста этого горизонта. Комплекс диатомовых носит смешанные черты; возможно, что в тункинских отложениях имеется более древняя флора, перемешанная, в силу каких-то неизвестных причин, с более молодой. За это говорит также факт одновременного нахождения в породе морских диатомей вместе с пресноводными. Повторяем, что возраст диатомовой флоры в отложениях Тункинской котловины неопределенный. То, что эта флора далеко не олигоценного возраста, очевидно из богато развитого в ней комплекса видов р.р. *Navicula*, *Pinnularia*, *Eunotia*, *Tetracyclus*, *Synedra*, *Diploneis*. Появление указанных родов произошло в течение миоцена-плиоцена. По существу из анализа флоры диатомовых в отложениях Тункинской котловины вытекает, что в составе ее нет характерных форм олигоценного возраста. Наиболее обильно представлена *Melosira islandica* f. *curvata*, экология и возраст которой неизвестны. Эта форма чрезвычайно широко встречается, возможно во вторичном залегании, в межледниковых и послеледниковых отложениях на Дальнем Востоке.

## 2. Диатомовые палеоцена

Описание диатомовой флоры палеоценового возраста произведено на основании изучения флоры нижнесызранского подъяруса палеоцена Среднего Поволжья (Ульяновская и Пензенская обл.) и палеоценовой флоры в отложениях опоковидных глин на восточном склоне Урала (Свердловская обл.). В состав флоры входит до 80 видов, не считая разновидностей (см. стр. 181—182). Указанная до сего цифра 130—140 видов ошибочна, потому что многие виды описывались авторами, независимо друг от друга, под разными видовыми названиями.

Палеоценовая флора диатомовых в Ульяновской и Пензенской областях известна из многих пунктов, где изучалась нижнесызранская флора. Не касаясь старых работ, о которых мы говорили выше, остановимся на исследованиях последних лет в этом районе, по работам Жузе. Большое количество разрезов изучено в бассейне р. Канадейки, правом притоке р. Сызрани. Помимо изучения целых разрезов изучались изолированные образцы диатомитов нижнесызранского возраста, у ст. Инза, ст. Барыш, у Базарного Сызгана и в других пунктах.

Характерный комплекс диатомовых в составе флоры нижнесызранского возраста палеоцена в разрезе правого берега р. Инзы (напротив разъезда Чаис, Инзинского района Ульяновской обл.): *Coscinodiscus simbirskianus*, *Triceratium Weissii*, *Tric. archangelskianum*, *Tric. caudatum*,

*Tric. Heibergii*, *Tric. Kinkerianum*, *Tric. fenestratum*, *Trinacria pileolus*, *Trin. pileolus* var. *media*, *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus*. Породообразующей диатомовой является *Melosira sulcata* var. *sibirica*. Указанный комплекс форм отличается очень высоким количественным развитием отдельных видов. Это касается в первую очередь *Hemiaulus polycystinorum*, *Trinacria pileolus*, *Triceratium Weissii*. Постоянным элементом флоры являются количественно беднее представленные: *Actinoptychus heterostrophus*, *A. seductilis*, *A. simbirskianus*, *Aulacodiscus archangelskianus*, *Aul. Lahusenii*, *Aul. probabilis* и др. В числе диатомовых, также количественно бедно развитых, встречаются *Pterotheca aculeifera*, *Pt. Kittoniana*, *Pt. carinifera*, *Pt. uralica*, *Pseudopyxilla russica*, *Ps. dubia*, *Rutilaria tenuis* и *Rut. longirostris*. Из них *Pterotheca* и *Pseudopyxilla* вымершие роды, отличающиеся своеобразным почти бесструктурным панцирем (табл. II а, б).

Наиболее характерной чертой нижнесызранского комплекса в разрезе рр. Инзы, Сызрана, Барыш, Канадейки и других мест является богатое развитие р. *Triceratium*. Во всех разрезах наиболее частой формой является *Tr. Weissii*, в некоторых — большого развития достигает *Tr. archangelskianum*. Последняя форма в разрезе рр. Инзы и Сызрана (у Базарного Сызгана) имеет массовое развитие. Количество видов *Triceratium* в составе нижнесызранской флоры достигает 25. Число видов *Coscinodiscus* сравнительно невелико. Можно говорить о 5—6 видах этого рода, более или менее постоянных в флоре исследуемого возраста. Руководящей формой является *Coscinodiscus simbirskianus*. До сих пор этот вид известен только в отложениях нижнесызранской флоры Поволжья. В целом ряде исследованных пунктов *Coscinodiscus simbirskianus* является массовой формой. Изучение структуры панциря этой крупной диатомовой показывает ее несомненное родство с современным *Coscinodiscus oculus-iridis*.<sup>1</sup>

Кроме перечисленных, в массовом числе встречаются *Hemiaulus polycystinorum* и *Trinacria pileolus*. Как первая, так и вторая формы отличаются большой изменчивостью. В отложениях палеоценового возраста на восточных склонах Урала *Hemiaulus polycystinorum* продолжает встречаться в столь же подавляющем количестве, как и в верхнем мелу. В верхнеэоценовых отложениях эта форма, насколько можно судить по имеющимся материалам, неизвестна. Вновь начинает встречаться *Hemiaulus polycystinorum* в нижнеолигоценовых глинах у Сталинграда и в синхроничных отложениях харьковского яруса Украины. Здесь эти формы отличаются более крупными ареолами и грубыми псевдосептами. Такая же примерно история развития у *Hemiaulus polymorphus* с верхнего мела до верхних горизонтов олигоцена.

Очень характерная палеоценовая форма *Trinacria pileolus* встречается в большом числе во всех исследованных пунктах. Этот полиморфный вид имеет несколько разновидностей, одинаково широко распространенных в палеоцене. Благодаря грубому панцирю *Trinacria pileolus* обычно хорошо сохраняется даже в крепких породах. Этот вид в отложениях верхнемелового возраста на Урале неизвестен.

<sup>1</sup> Структурные особенности в панцире ископаемых форм настолько очевидны, что их необходимо в каждом отдельном случае оговаривать. Отсутствие критического подхода к этому вопросу приводит к тому, что многие характерные черты палеоценовой флоры ступшеваются, ввиду того, что в ее состав вводятся современные формы. Этой погрешности можно избежать, учтя ту существенную разницу в структуре панциря, которая появилась в течение длительного существования вида.

Все вышеупомянутые диатомовые нижнесызранской флоры относятся к центрическим формам (пор. *Centrales*). Но в составе палеоценовой флоры впервые появляются диатомовые, относящиеся к двум родам *Raphoneis* и *Sceptroneis* пор. *Mediales*. Представители двух указанных родов относятся к диатомовым, имеющим ложный шов, в отличие от форм с истинным швом, которые появляются значительно позднее. Диатомовые, лишенные истинного шва, таким образом, более древняя группа организмов, чем диатомовые со швом. В палеоценовой флоре Поволжья встречаются *Raphoneis lancetulla* var. *jutlandica* и *Sceptroneis caduceus*.

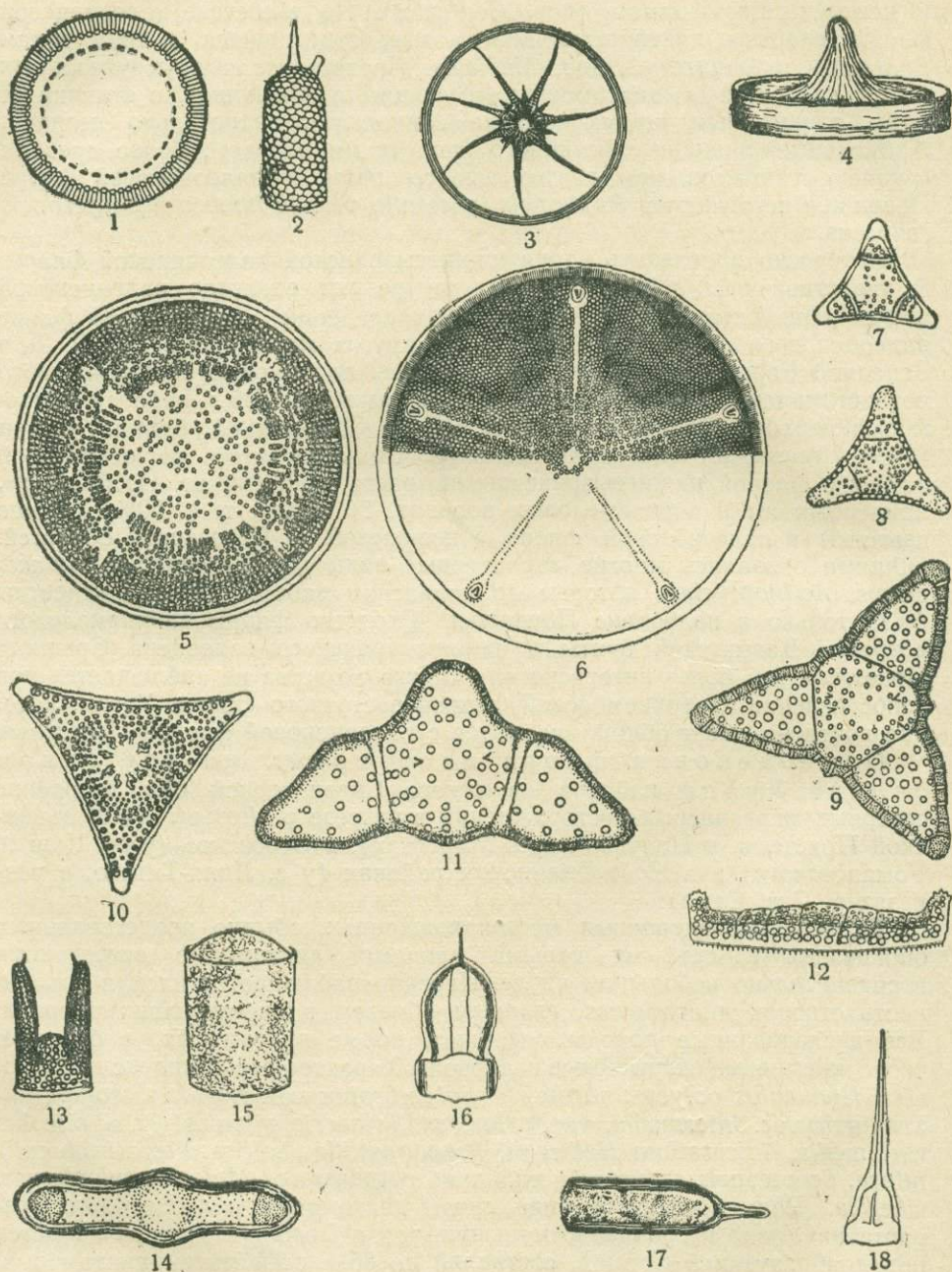
Интересно проследить корни нижнесызранской палеоценовой флоры. В известной нам зарубежной литературе нет аналогов палеоценовой флоры Поволжья, вообще нет никаких сведений о диатомовой флоре палеоценового возраста ни для каких других мест, кроме СССР. Для Западной Европы и для Америки известны диатомовые верхнемелового возраста и затем нижнеэоценового. В вышедшей в 1935 г. работе о диатомовых верхнемелового возраста в районе Данцигской бухты, Шульц (1939) указывает на поразительное сходство этой верхнемеловой флоры с флорой нижнесызранского возраста в Поволжье. Из 55 форм, найденных им в верхнемеловых породах, 30 видов, т. е. 60%, хорошо известны в палеоценовой флоре Ульяновской и Пензенской областей. Общими оказались многие характерные виды р.р. *Triceratium*, *Aulacodiscus*, *Actinoptychus*, которые до появления работы Шульца известны были только в палеоцене Поволжья. Сходство флоры верхнемелового возраста Данцигской бухты и нижнесызранского палеоцена Среднего Поволжья тем более интересно, что такого сходства не наблюдается при сопоставлении с верхнемеловой флорой восточного склона Урала, которая почти не имеет общих элементов с палеоценовой флорой Поволжья.

Палеоценовая флора диатомовых на восточном склоне Урала найдена на севере Свердловской обл. в районе северных марганцевых месторождений в разрезе р. Лозьвы (у Лозьвинской Пристани, в Полуночном, в Марсятах), в Серовском (у сс. К шай, Романовского) и в Ново-Лялинском районах (у с. Ляля-Титово, в разрезах р. Сев. Сама).

Во всех исследованных местонахождениях, обычно представленных опоковидными грубыми серыми глинами, диатомовые встречаются в сравнительно небольшом числе. Нередко наблюдается плохая сохранность створок диатомовых, главным образом в окремневших породах. Все исследованные породы содержат, кроме диатомовых, в большом числе кремневые жгутиковые водоросли. Характерный комплекс диатомовых: *Hemiaulus polycystinorum*, *H. polymorphus* var. *frigida*, *Stephanopyxis turris* var. *intermedia*, var. *cylindrus*, *Trinacria pileolus*, *Trin. pileolus* var. *media*, *Triceratium Heibergii*, *Pseudopyxilla baltica*, *Pterotheca carinifera*, *Sceptroneis caduceus* и единично встречаются *Melosira sulcata* var. *siberica*. Роль последнего вида среди диатомовых палеоценового возраста на Урале несравненно меньшая, чем в Поволжье, где он является порообразующей формой, составляя до 85% всей массы диатомовых, тогда как на Урале количественное развитие этого вида ничтожное. Характерный комплекс диатомовых в Полуночном и Марсятах не отличается от такового у Лозьвинской Пристани.

Богатейшая палеоценовая диатомовая флора прекрасной сохранности обнаружена в долине р. Сосьвы и у с. Кашай, Серовского района, где комплекс диатомовых состоит из: *Hemiaulus polycystinorum*, *H. polymorphus*,

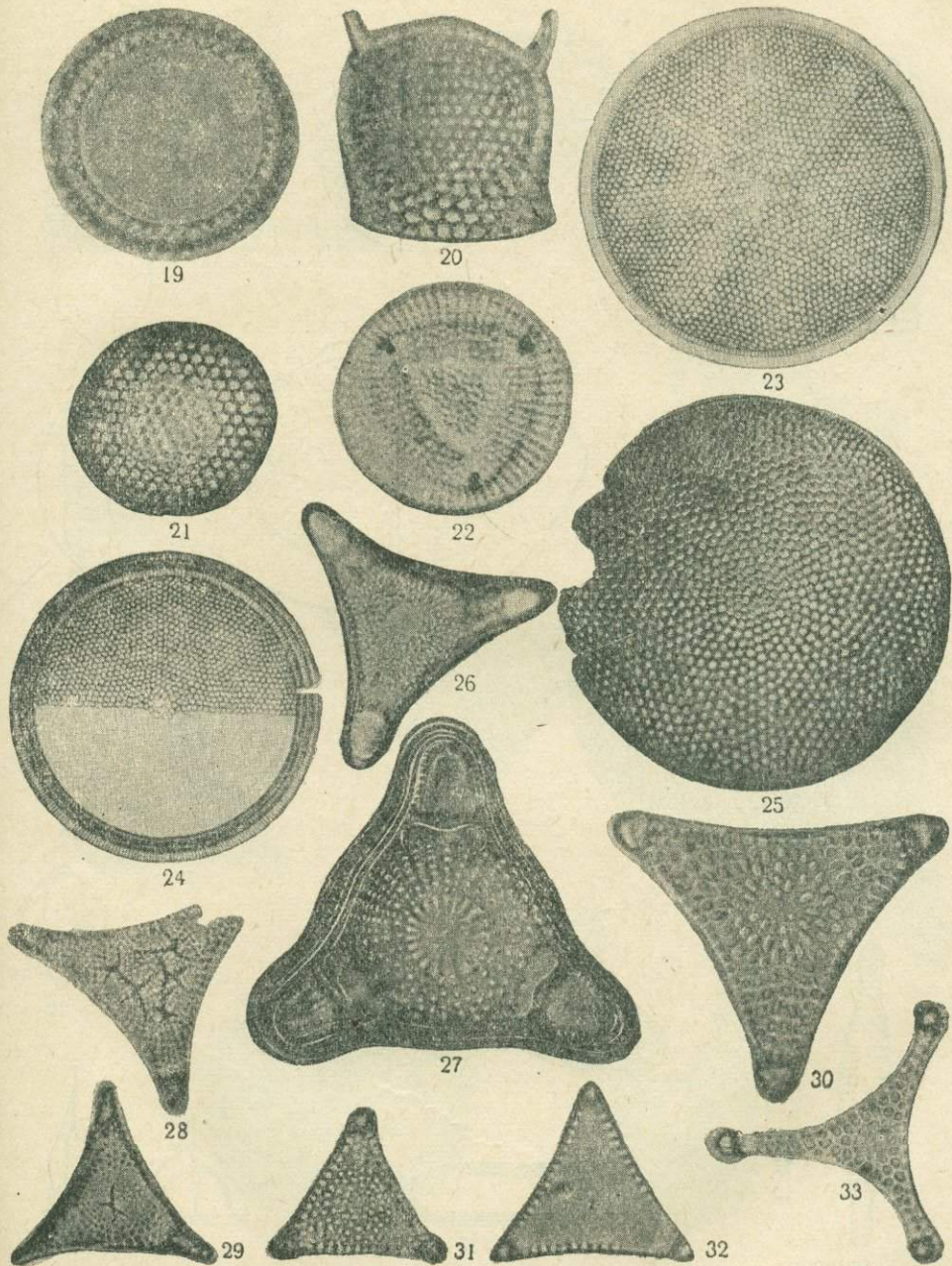
Таблица 11а



Характерный комплекс диатомовых водорослей нижнесызранского подъяруса палеоцена (Ульяновская область).

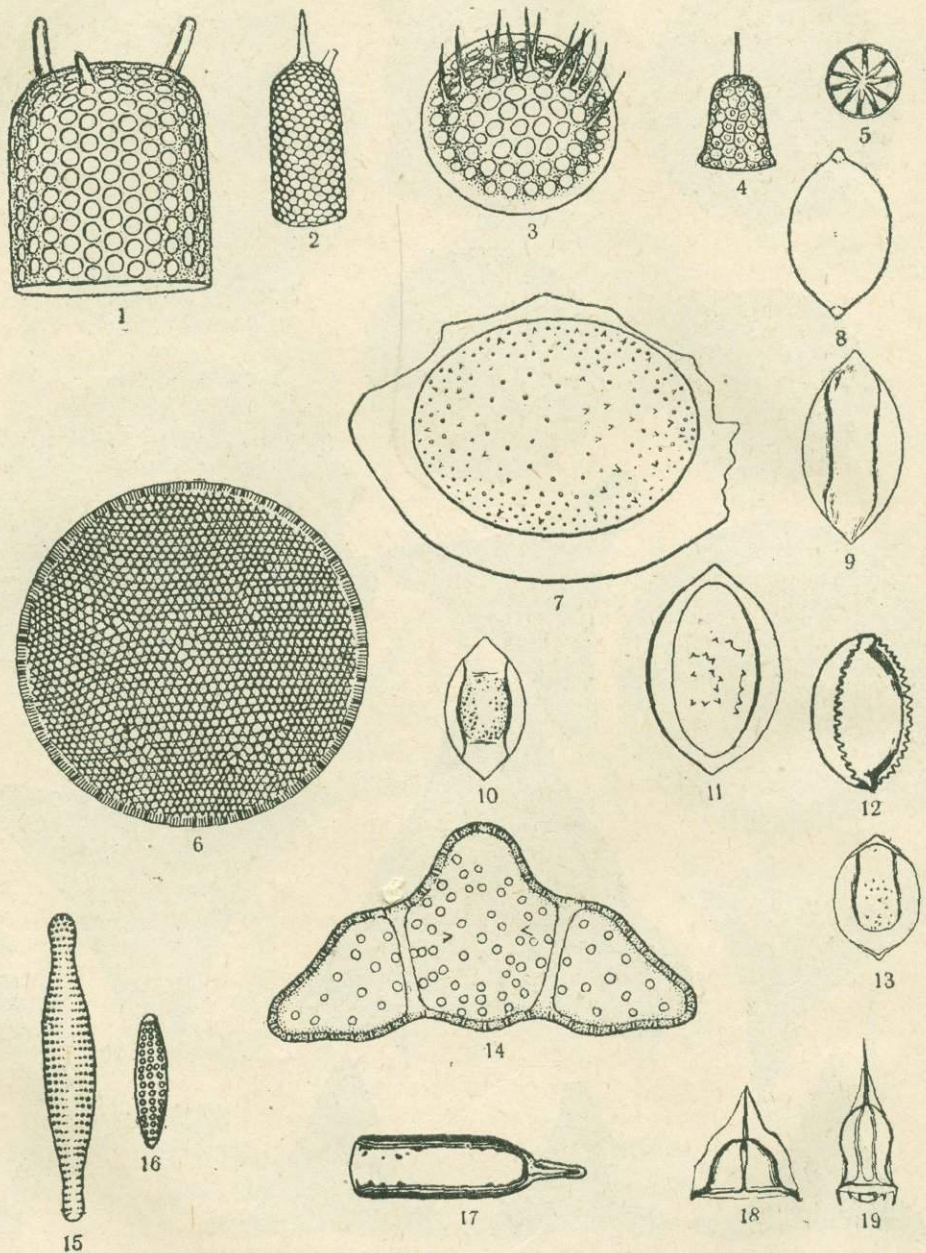
- 1 — *Melosira sulcata* var. *siberica*. 2 — *Stephanopyxis turris* var. *cylindrus*. 3, 4 — *Gyrodiscus vortex*. 5 — *Aulacodiscus Lahusenii* var. *marginatis*. 6 — *Aulacodiscus archangelskianus*. 7 — *Triceratium fenestratum*. 8 — *Tric. Schmidtii*. 9 — *Tric. archangelskianum*. 10 — *Tric. ventriculosum*. 11 — *Eunotoگرامma Weissii*. 12 — *Hemiaulus polycystinorum*. 13 — *Hem. polymorphus* var. *frigida*. 14 — *Hem. ornitocephalus*. 15 — *Pseudopyxilla russica*. 16 — *Pterotheca aculeifera*. 17 — *Pter. carinifera*. 18 — *Pter. uralica*.

Таблица 116



Характерные диатомовые нижнесызранского подъяруса палеоцена (Ульяновская область).

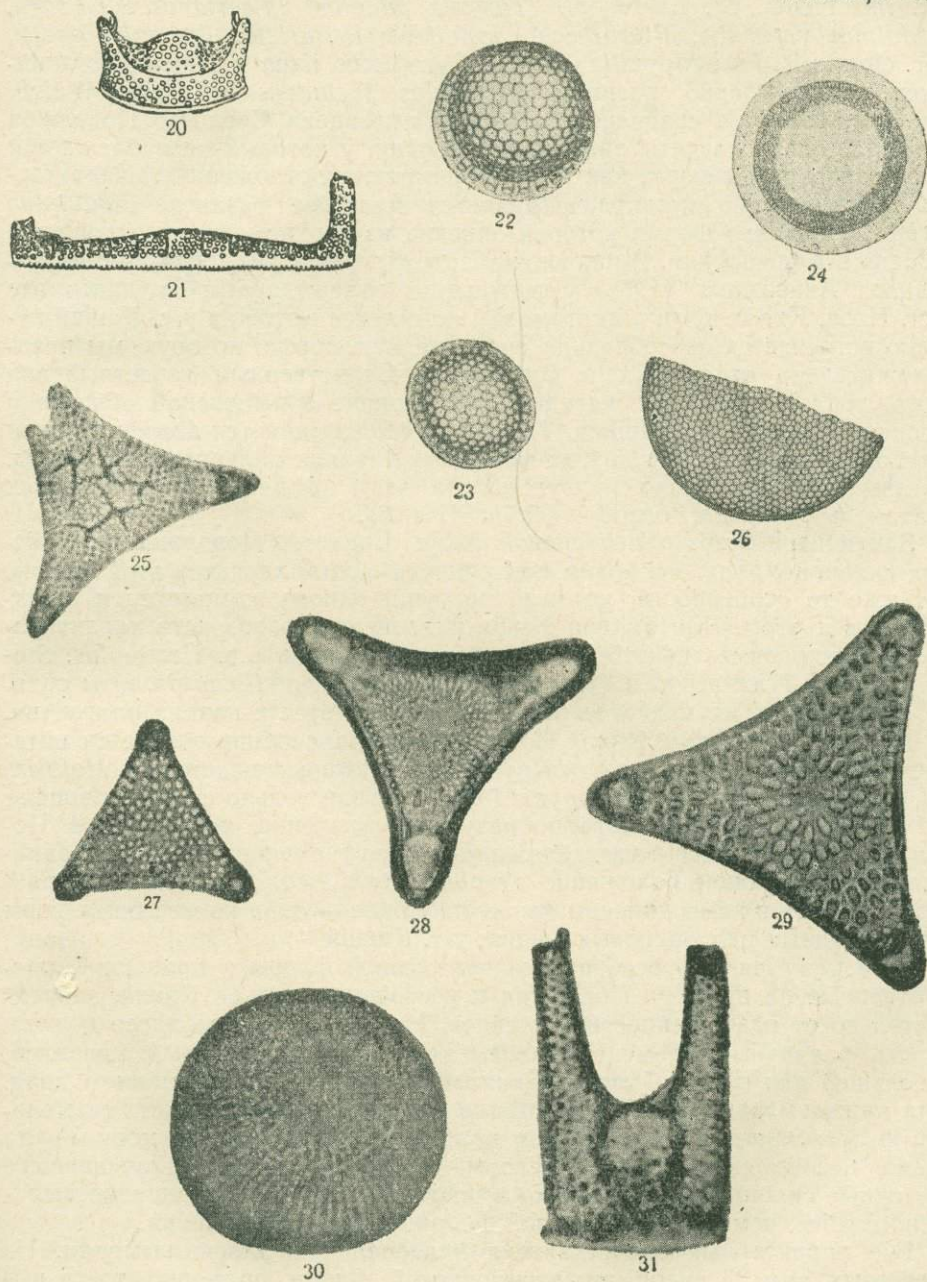
19 — *Melosira sulcata* var. *siberica*. 20, 21 — *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* f. *constricta*. 22 — *Aulacodiscus Schmidtii*. 23 — *Cos. stellaris* var. *symbolophora*. 24 — *Cos. bellum*. 25 — *Coscinodiscus simbirskianus*. 26, 27 — *Triceratium Weissii*. 28 — *Tric. Heibergii*. 29 — *Tric. caudatum*. 30 — *Trinacria pileolus*. 31 — *Trin. pileolus* var. *media*. 32 — *Trin. insipiens*. 33 — *Trin. aries*.



Характерный комплекс диатомовых водорослей палеоцена (Свердловская область)

- 1—*Stephanopyxis turris* var. *intermedia*. 2—*St. turris* var. *cylindrus*. 3—*St. ferox*. 4—*St. turris* var. *campanulata*. 5—*Gyrodiscus nana*. 6—*Coscinodiscus (Thalassiosira) excentricus*. 7—*Poretzкия ovalis*. 8, 9, 10, 11, 12, 13—*Biddulphia variabilis*. 14—*Eunotogramma Weissii*. 15—*Raphoneis lancettula* var. *jutlandica*. 16—*Raphoneis elliptica*. 17—*Pterotheca carinifera*. 18—*Pt. arctica*. 19—*Pt. Kittoniana*.

Таблица IIIб



Характерный комплекс диатомовых водорослей палеоцена (Свердловская область)

20—*Hemiaulus ambiguus*. 21—*Hem. polycystinorum*. 22,23—*Stephanopyxis Laurencoi*. 24—*Podosira simplum*. 25—*Triceratium Heibergii*. 26—*Coscinodiscus Josephinus*. 27—*Trinacria pileolus* var. *media*. 28—*Triceratium Weissii*. 29—*Trinacria pileolus*. 30—*Pseudostictodiscus picus*. 31—*Hem. polymorphus* var. *frigida*.

var. *frigida*, *Stephanopyxis ferox*, *St. turris* var. *cylindrus*, *St. turris* var. *intermedia*, *St. Lavrencoi*, *Trinacria pileolus*, *Triceratium Heibergii*, *Biddulphia variabilis*, *Pterotheca aculeifera*; *Pt. uralica*, *Poretzka ovalis*, *Por. circularis*, *Pseudopyxilla baltica*, *Gyrodiscus nana* и *Hemiaulus ambiguus*. Более бедно развиты *Hemiaulus includens* и *Hem. Weissii* (см. стр. 182). По сравнению с флорой палеоцена Среднего Поволжья на Урале слабо развиты виды р. *Triceratium*, у которых не наблюдается того разнообразия форм, как в нижнесызранских отложениях. Характерной особенностью комплекса является массовое развитие *Biddulphia variabilis*, близкая форма которой описана из верхнемеловых отложений Морено в Калифорнии. В палеоцене Поволжья этот вид, по видимому, находила Анисимова (1938) единичными экземплярами в диатомите у ст. Инза. Кроме того, в диатомовом комплексе в глинах у с. Кашай нередко встречается своеобразная очень мелкая форма, которую мы предположительно относим к р. *Gyrodiscus*. Единственный известный вид этого рода встречается изредка в палеоцене Ульяновской области и в эоцене района г. Камышина. *Trinacria pileolus* является доминирующей формой, так же как и в других местонахождениях палеоценовой флоры. Чрезвычайно интересно присутствие в этом комплексе двух меловых диатомовых из рода *Poretzka* (табл. III а, б).

Заканчивая обзор палеоценовой флоры Среднего Поволжья и восточных склонов Урала, мы хотим подчеркнуть общий характер этой флоры, а также те особенности, которые присущи одному комплексу и отсутствуют в другом. Диатомовая флора палеоценового возраста характеризуется господством некоторых определенных видов р.р. *Hemiaulus*, *Stephanopyxis*, *Triceratium* и *Trinacria*. Виды р. *Coscinodiscus* развиты сравнительно слабо, их массовое развитие наблюдается с начала олигоцена.

При сопоставлении флоры Поволжья и Урала обнаруживается интересный факт одновременного развития некоторых видов, как *Melosira sulcata* var. *siberica*, *Stephanopyxis ferox*. Первая только с начала эоцена на Урале приобретает пороодообразующее значение, тогда как в Поволжье *Melosira sulcata* var. *siberica* уже с верхнемелового времени занимает доминирующее положение. *Stephanopyxis ferox* в Поволжье характерная форма в камышинском ярусе, на Урале — одна из массовых форм в опоковидных палеоценовых глинах у с. Кашай.

Нам кажется, что особенности диатомовой флоры в палеоцене, рассмотренные на примере Поволжья и восточных склонов Урала, зависят не только от разобщенности бассейнов. Не меньшую роль здесь должен играть различный элемент верхнемеловой флоры, который вливался, в большей или меньшей мере, в диатомовую флору палеоценового моря. Для нижнесызранской флоры устанавливается преемственность от меловой флоры Запада. В диатомовом комплексе палеоценового моря Урала видно несомненное влияние флоры мелового бассейна, омывавшего восточные склоны Урала. Однако в последнем случае это влияние выражено слабее, чем на палеоценовой флоре Среднего Поволжья.

Все характерные представители палеоценовой флоры вымерли. Из известных нам 85 видов нижнесызранской флоры примерно треть вымерла к камышинскому времени, как, например, *Coscinodiscus simbirskianus*, *Triceratium archangelskianum*, *Tric. caudatum*, *Tric. Kinkerianum*, *Tric. cellulosum*, *Trinacria Grevillei*, *Pyrgodiscus simplex*, *Aulacodiscus Schmidtii*, *Aul. septus*, виды *Rutilaria* и другие; остальные вымерли позже и до наших дней сохранилось не больше одного — двух процентов видов, существовавших в палеоцене. К числу таких относится пелагический вид

*Stephanopyxis turris*, структура панцыря которого почти не изменилась. Некоторым палеоценовым видам приписывается существование в современных морях. Это касается, например, *Coscinodiscus lineatus*, *C. stellaris* var. *symbolophora*. Как указано выше, эти ошибочные утверждения основаны на незнакомстве с структурой ископаемых видов, которые следует выделять как формы вымершие (fossilis).

Диатомовая флора палеоцена содержит достаточно характерный комплекс форм, который легко можно отличить от комплекса форм более молодого и более древнего возрастов. Насколько можно судить на основании анализа диатомовых палеоценового моря в Поволжье, температурный режим его был достаточно высокий. Флору диатомовых можно отнести к умеренно-теплолюбивой. Подобное предположение мы высказываем на основании современного географического распространения родственных групп диатомовых. Препрежнее утверждение об арктическом характере диатомовой флоры нижнесызранского бассейна неверно, о чем указано выше. К сожалению, прямых доказательств в пользу того или иного температурного режима палеоценового бассейна восточного склона Урала диатомовая флора не дает. В отличие от диатомового комплекса Поволжья на Урале совершенно отсутствуют теплолюбивые роды *Actinoptychus* и *Aulacodiscus*, столь характерные для нижнесызранской флоры, что говорит в пользу более холодолюбивого характера флоры палеоцена Урала.

Кроме того, надо отметить, что в 1943 г. Г. И. Тесленко, при работах над бентонитами в районе Ферганы, обнаружила вблизи их прослоя породу, в которой В. М. Криштофович на шлифах предварительно (до рода) определила ряд диатомовых, среди них роды *Triceratium*, *Coscinodiscus* и др., что подтверждено и А. Н. Криштофовичем. Эта находка диатомовых является первой для Средней Азии и, повидимому, относится к палеоцену.

### 3. Диатомовые эоцена

Специальное изучение ископаемых диатомовых в породах эоценового возраста начато в последние годы. То немногое, что в настоящее время известно, касается диатомовых камышинского яруса в Поволжье, который, согласно взглядам Милановского (1925 \*, 1927 \*, 1940 \*) и других, мы относим к нижнеэоценовому возрасту. Флора «камышинского» типа была нами найдена в ряде пунктов Пензенской обл., на западе Куйбышевской обл. и в конгломератовидных породах в разрезе р. Волги у с. Пролейка Сталинградской обл.

До сих пор не удалось найти диатомовых в песчаных породах бучакского яруса Воронежской, Курской и Ворошиловградской областей. Повидимому, мы не знаем диатомовых киевского яруса, если не считать известных диатомовых в отложениях, представленных коричневатозеленоватыми глинами на юге Пензенской обл., возраст которых остается не совсем ясным.

На восточном склоне Урала диатомовые эоценового возраста найдены в многочисленных породах как предгорных районов, так и в восточных районах распространения морского палеогена. Изучение диатомовой флоры показывает, что в дальнейшем можно будет выделить для Зауралья более низкие и более высокие стратиграфические горизонты, характеризующиеся различным видовым составом. Кроме того, изучение диатомовых в эоценовых отложениях Урала показывает

изменение видового состава флоры в зависимости от различных фациальных условий. В западных районах восточных склонов Зауралья находим флору, соответствующую прибрежным условиям существования, в восточных — более глубоководную.

В Европе известно несколько пунктов с хорошо сохранившейся диатомовой флорой нижнеэоценового возраста. Месторождение диатомита в Дании, в области Лим-фьорда, на островах Морс и Фур, где находится известная свита Молер, занимающая площадь в несколько десятков километров и представляющая собой одно из крупнейших месторождений диатомита. В этой свите горизонты диатомитов чередуются с слоями туфогенных пород. На примере строения свиты Молер наглядно видна связь развития диатомитов с древними областями вулканической деятельности. Возраст диатомовых указанного месторождения датируется нижним эоценом, на основании найденной там руководящей фауны.

Одновозрастные и однотипные отложения широко представлены на севере Германии, в области развития туфогенных пород и базальтовых туфов, переслаивающихся с диатомитами. Изучение диатомовой флоры в районах развития этих пород (Грейсвальде Ой, Людвигбургергекен, Ноэ-Бранденбург, Грейфенберг, Шлагентин, Геммоор, Басбен-Остен и др.) обнаружило тот же самый видовой состав, что и в свите Молер в Дании. Шульц (1927), определявший диатомовые в указанных выше пунктах, пишет, что из 49 найденных видов 44, т. е. 90%, встречаются также в свите Молер в Дании. С другой стороны, сопоставление с флорой нижнесызранского возраста дает только 14 общих форм, т. е. 29%. Столь разительное сходство диатомового комплекса в датских и северогерманских отложениях позволяет отнести последние к тому же возрасту. Об этом определенно высказывается Шульц в упомянутой выше работе.

Для нас чрезвычайно важно знать характерный комплекс диатомовых нижнеэоценового возраста в отложениях Дании и Северогерманской низменности, потому что других, точно датированных по фауне, отложений с сохранившейся и хорошо изученной диатомовой флорой мы не знаем. Диатомовые в лондонских глинах изучены недостаточно, кроме того, возраст их точно не установлен. Таким образом, диатомовая флора из свиты Молер в Дании и в туфогенных породах северной Германии представляет единственный материал для сравнения.

Эоценовая флора камышинского яруса в Поволжье близка по составу к нижнеэоценовой флоре Западной Европы. Характерный диатомовый комплекс, встреченный в камышинских слоях, весьма сходен с диатомовой флорой из свиты Молер в Дании. Для флоры датских отложений, так же как для флоры, найденной в камышинских породах, характерно развитие одних и тех же видов р.р. *Hemiaulus*, *Trinacria*, *Stephanopyxis*, *Odontotropis* и *Melosira*. Наиболее характерной общей чертой является развитие *Grunowiella gemmata* V. Н. (*Operphora gemmata* Grun.). В нижнесызранском комплексе диатомовых указанный вид отсутствует. Столь же велико развитие этого вида в нижнеэоценовых отложениях на севере Германии.

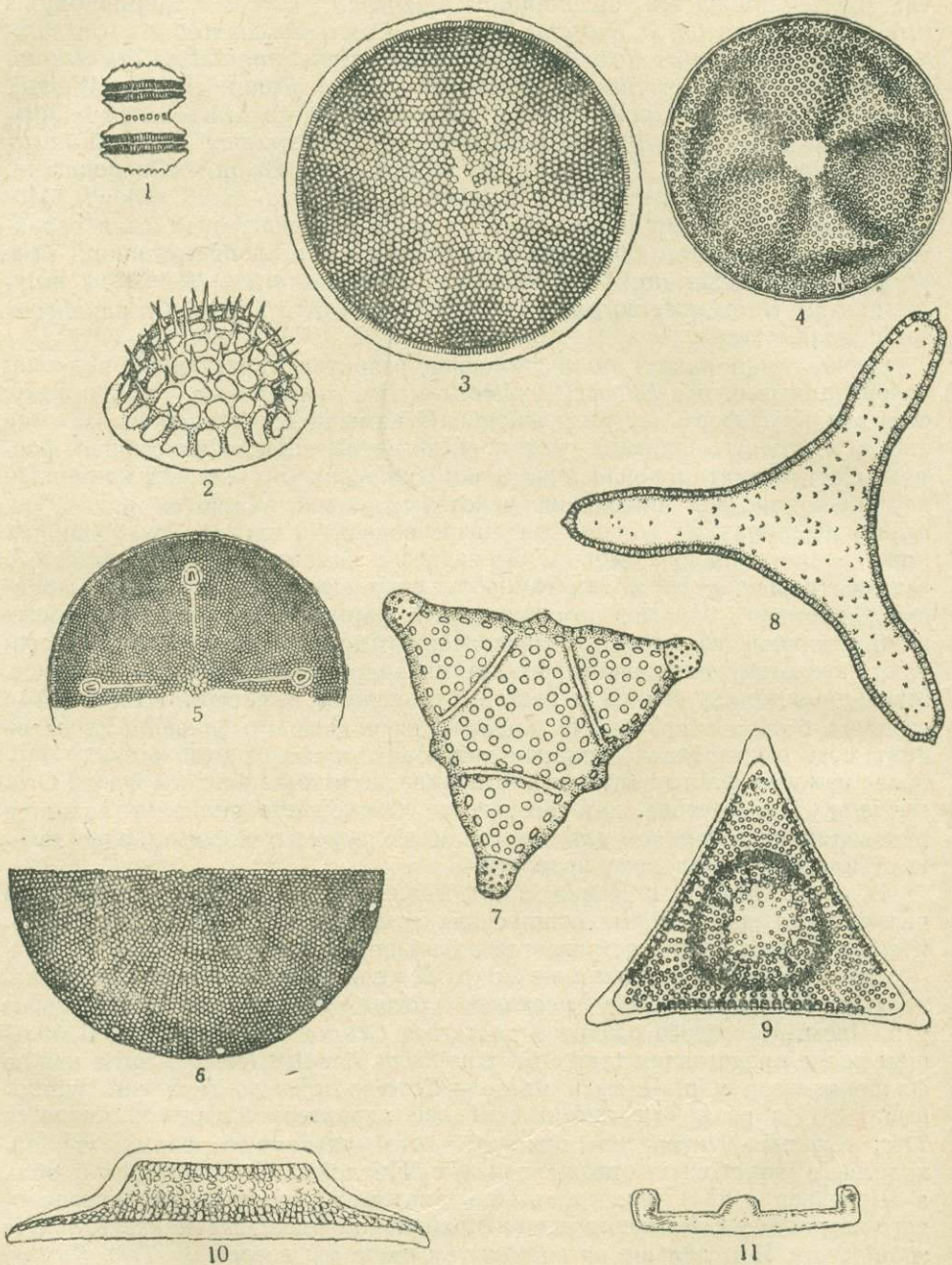
Камышинская флора диатомовых была встречена в многочисленных разрезах рек в бассейне верхнего течения р. Суры (Пензенская обл.). Кроме того, аналогичную по составу флору мы встретили в разрезе р. Давыдовки, правого притока р. Канадейки. Характерной формой во всех изученных породах является *Grunowiella gemmata*. Таким образом в нижнеэоценовой флоре диатомовых в Поволжье развивается третий род из порядка *Mediales* — *Grunowiella*.

Диатомовый комплекс р. Часы, правого притока р. Суры (Кузнецкого района, Пензенской обл.): *Melosira sulcata* var. *biseriata*, *M. sulcata* var. *siberica*, *M. sulcata* var. *crenulata*, *M. ornata*, *M. Westii*, *Stephanopyxis turris* var. *intermedia*, *St. Broschii*, *St. ferox*, *Coscinodiscus stellaris* var. *symbolophora*, *C. lineatus fossilis*, *Pseudostictodiscus angulatus*, *Triceratium fenestratum*, *Tric. flos*, *Tric. Kinkeri*, *Tric. nobile*, *Eunotogramma Weissii*, *Glyphodiscus simbirskianus*, *Odontotropis carinata*, *O. Klavseni*, *Lepidodiscus elegans*, *Hemiaulus includes* var. *saratoviana*, *Hem. elegans*, *Hem. hostilis*, *Trinacria excavata*, *Trin. insipiens*, *Podosira* sp. *Grunowiella gemmata*, *Raphoneis Fuchsii*, *R. elliptica*, *Sceptroneis caduceus*, *Sc. Grunowii*. По-прежнему отсутствуют диатомовые со швом. Совершенно исчезли характерные палеоценовые формы, как *Triceratium archangeliskianum*, *Tric. Weissii*, *Tric. caudatum*; *Tric. Heibergii*; *Trinacria aries*, *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus* var. *frigida* et var. *glacialis*, *Coscinodiscus simbirskianus* (табл. IV а, б).

Очень резко падает количественное развитие характерной палеоценовой диатомовой *Trinacria pileolus*. Без изменения, по видимому, остается круг форм *Melosira sulcata*. В камышинских породах, так же как и в нижнесызранских, этот вид является порообразующей формой. Состав диатомовой флоры в камышинских отложениях изменился не только за счет появления некоторых родов и многих видов, но, главным образом, благодаря исчезновению многих руководящих нижнесызранских диатомовых. Очень резко изменяются количественные взаимоотношения среди диатомовых, сохранившихся с нижнесызранского времени. Многие доминирующие формы в составе диатомовых нижнесызранского моря в камышинских отложениях заметно регрессируют, а в отношении некоторых других видов можно сказать обратное. Многие элементы флоры перешли без всяких заметных изменений и создают, особенно при беглом анализе, впечатление о большом сходстве диатомового комплекса в сызранских и камышинских отложениях. Наиболее важным фактом мы считаем появление в камышинской флоре *Grunowiella*. Присутствие или отсутствие *Grunowiella gemmata* является руководящим признаком для отнесения исследуемых пород к более древнему или более молодому возрасту.

В свите Молер в Дании, в туфоженных породах Северогерманской низменности, в эоценовых отложениях восточного склона Урала *Grunowiella gemmata* всегда встречается в большом количестве.

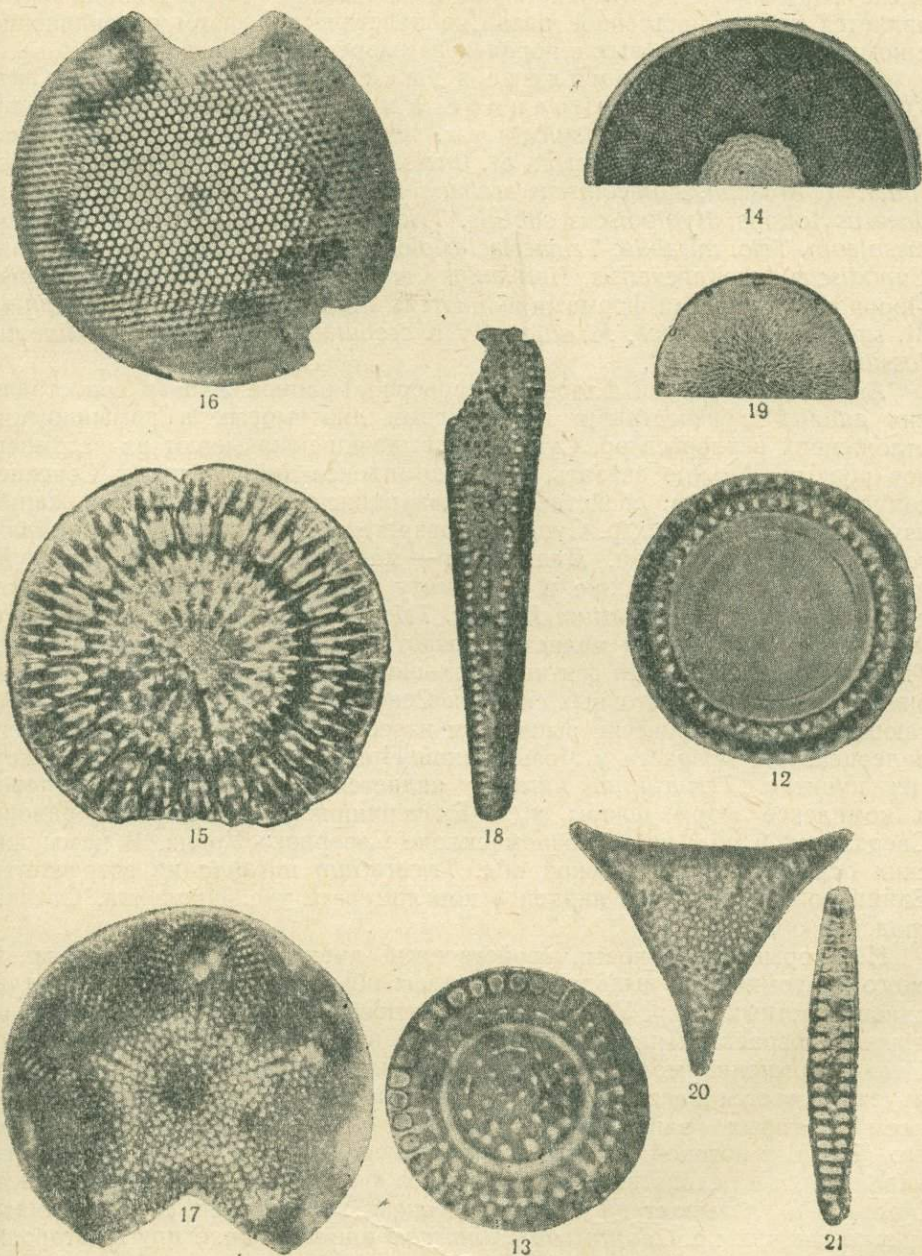
Диатомовый комплекс р. Давыдовки (приток р. Канадея) в Пензенской обл. несколько отличается от описанной выше у р. Часы. Массового развития достигает *Grunowiella gemmata*. В большом числе представлен также *Coscinodiscus lineatus fossilis*, тогда как во флоре разреза у р. Часы в массе — *Coscinodiscus stellaris* var. *symbolophora*. Из рода *Triceratium* наиболее характерной формой является *Tric. Kinkeri*. Интересно отметить, что указанную форму мы находили в эоценовых отложениях у с. Пролейка Сталинградской обл., а Шеневьер (1934) описывает ее в диатомите вероятно верхнеэоценового возраста у г. Камышина, но неправильно определяет ее как *Trinacria simulacrum*. Чем дальше на восток, тем чаще мы встречаем *Tric. Kinkeri* в породах эоценового возраста. В диатомите из карьера «Гранное Ухо» у пос. Сенгилей Куйбышевской обл. этот вид один из наиболее обычных видов рода *Triceratium*. В отложениях на восточном склоне Сев. Урала (Ивдельский район, Ленгурской участок) *Tric. Kinkeri* столь же характерен.



Характерный комплекс диатомовых водорослей эоцена Поволжья.

1 — *Melosira recedens*. 2 — *Stephanopyxis ferox*. 3 — *Coscinodiscus stellaris* var. *symbolophora*. 4 — *Actinoptylchus heterostrophis*. 5 — *Aulacodiscus crux*. 6 — *Eupodiscus ramischevensis*. 7 — *Triceratium flos*. 8 — *Tric. Kinkerii*. 9 — *Trinacria coronata*. 10 — *Odontotropis carinata*. 11 — *Hemiaulus includens* var. *saratoviana*.

Таблица IVб



Характерный комплекс диатомовых водорослей эоцена Поволжья

12—*Melosira sulcata* var. *siberica*. 13—*M. ornata*. 14—*Hyalodiscus scoticus fossilis*. 15—*Lepidodiscus elegans*. 16—*Coscinodiscus lineatus*. 17—*Aulacodiscus archangelskianus*. 18—*Raphoris Fuchsi*. 19—*Glyphodiscus simbirskianus*. 20—*Triceratium nobile*. 21—*Grunowella (Opephora) gemmata*.

Диатомовые хорошей сохранности были найдены в обнажениях по р. Сюзюмке (Кузнецкий район, Пензенская обл.). Характерный комплекс форм ничем не отличается от комплекса р. Часы. Общей чертой является преимущественное развитие пелагических форм по сравнению с комплексом диатомовых в породах из разреза р. Давыдовки.

Диатомовый комплекс в диатомите у поселка Сенгилей, в карьере «Гранное Ухо» (на западе Куйбышевской обл.) состоит из *Melosira sulcata* var. *siberica*, *M. sulcata* var. *crenulata*, *M. ornata*, *Stephanopyxis ferox*, *St. turris*, *St. turris* var. *cylindrus* f. *paucispina*, *St. Broschii*, *Aulacodiscus archangelskianus*, *Aul. crux*, *Coscinodiscus lineatus fossilis*, *Hyalodiscus subtilis*, *Triceratium flos*, *Tric. Kinkeri*, *Tric. mesoleum*, *Tric. mirabile*, *Trinacria insipiens*, *Trin. excavata*, *Trin. coronata*, *Eupodiscus kamischevensis*, *Hemiaulus ambiguus* и *Grunowiella gemmata*. Пороодообразующими формами являются: *Melosira sulcata* aff. *genuina*, *M. sulcata* var. *siberica*, *M. sulcata* var. *crenulata* и *Coscinodiscus lineatus fossilis* (см. стр. 182).

Анализ диатомовой флоры из карьера «Гранное Ухо» и сопоставление данных с известными комплексами диатомовых в камышинских отложениях верховьев рр. Суры и Давыдовки показывают их несомненное родство. Можно сказать, что в комплексе диатомовых у Сенгилея совмещаются черты, свойственные камышинской флоре из отложений, изученных в верховьях р. Суры и в разрезе р. Давыдовки. Столь характерная черта флоры р. Давыдовки — массовое развитие *Grunowiella gemmata* — присуща также и диатомиту у Сенгилея. В составе флоры находятся также *Triceratium Kinkeri*, *Tric. flos*. Особенностью исследуемой диатомовой флоры является развитие в ней очень мелкой формы *Triceratium mirabile*. Эта форма в большом числе встречается в трепеловидных глинах на восточных склонах Северного Урала, в породах, залегающих стратиграфически выше, чем известные нам опоковидные глины палеоценового возраста у Лозьвинской Пристани, в Полуночном и других пунктах. *Triceratium mirabile* является характерной диатомовой в комплексе форм флоры у с. Екатерининки, Ивдельского района, Свердловской обл. на восточном склоне Северного Урала. В камышинских отложениях Пензенской обл. *Triceratium mirabile* не встречается. Единично этот вид был найден в конгломерате у с. Пролейка, Сталинградской обл.

Некоторые особенности, свойственные диатомовой флоре сенгилейского диатомита, не выходят за пределы обычных отклонений в составе разновозрастных флор. У нас пока нет оснований видеть здесь отложения другого возраста. Диатомовый комплекс в составе диатомита «Гранное Ухо» несомненно моложе, чем в диатомитах нижнесызранского подъяруса. Остается неясным возраст диатомовых у Камышина, определением которых занимался Шеневьер. В предварительной статье его (1934), в которой имеется только описание новых видов, автор останавливается на сходстве всего комплекса форм с флорой в датской свите Молер. Он указывает на целый ряд очень характерных датских диатомовых, как виды р. *Odontotropis*, *Janischia antiqua* и др. С другой стороны, в исследуемых отложениях Шеневьер нашел редкую диатомовую *Lepidodiscus elegans*, описанную Виттом (1886) в сызранских отложениях Ульяновской обл. и найденную Жузе в камышинских породах бассейна верхнего течения р. Суры (1946). Шеневьер описывает 9 новых видов, из них 2 вида рода *Kittonia*. Насколько нам известно, представители р. *Kittonia* встречаются только в нижнеолигоценовых отложениях

Оамару (в Новой Зеландии). Большая часть видов в отложениях у Камышина соответствует нижнеэоценовой флоре Поволжья.

Диатомовая флора эоценового возраста в Зауралье найдена во многих пунктах восточного склона Северного и Среднего Урала в области распространения мягких диатомитов и диатомовых глин, которые являются верхним членом опоковой свиты надпалеоценовых пород. Опоки, опоковые песчаники и диатомовые глины слагают по Ренгартену (1945 \*) и Рабинович (1946 \*) мощную толщу пород, которые залегают над грубыми опоковидными глинами палеоценового возраста. К востоку мощность опоковой свиты возрастает и, как показывают буровые скважины, у пос. Гари на р. Сосьве и у г. Камышлова, достигают 100 м. Диатомовые хорошей сохранности найдены только в диатомовых глинах и диатомитах. Исследованные опоки и опоковые песчаники оказывались большей частью немymi, но иногда панцыри диатомовых со сплывшейся структурой и неясным контуром, встречались в заметном количестве. Подобный вид панцырей характерен для диатомовых в указанных породах. Флора диатомовых из верхней, над-опоковой, толщи пород известна достаточно хорошо для очень многих мест Северного и Среднего Зауралья. Благодаря тому, что диатомиты нередко выходят в открытых разрезах и доступны изучению — диатомовые, участвующие в их образовании, изучались для многих районов Зауралья, чего нельзя сказать относительно диатомовых более древнего возраста. Диатомовая флора эоценового возраста известна в Ивдельском районе (Семеновско-Орбинский увал, Свердловская обл.), в Ново-Лялинском районе (водораздел рек Ляли-Лобвы) и на р. Сосьве у пос. Гари. Наибольшее количество местонахождений диатомовых эоценового возраста находится в Верхотурском районе по среднему течению р. Тавды (по рр. Туре, Нице, Пышме и Ирбиту), где удалось проследить смену эоценовой флоры более молодой (см. стр. 182). Диатомовых того же возраста находили В. С. Шешукова и Е. В. Шляпина, первая в Камышловском районе Свердловской обл., вторая для Маянского района Челябинской обл. Н. В. Анисимова производила многочисленные определения диатомовых в Верхотурском районе по материалам геолога Н. Ситникова.

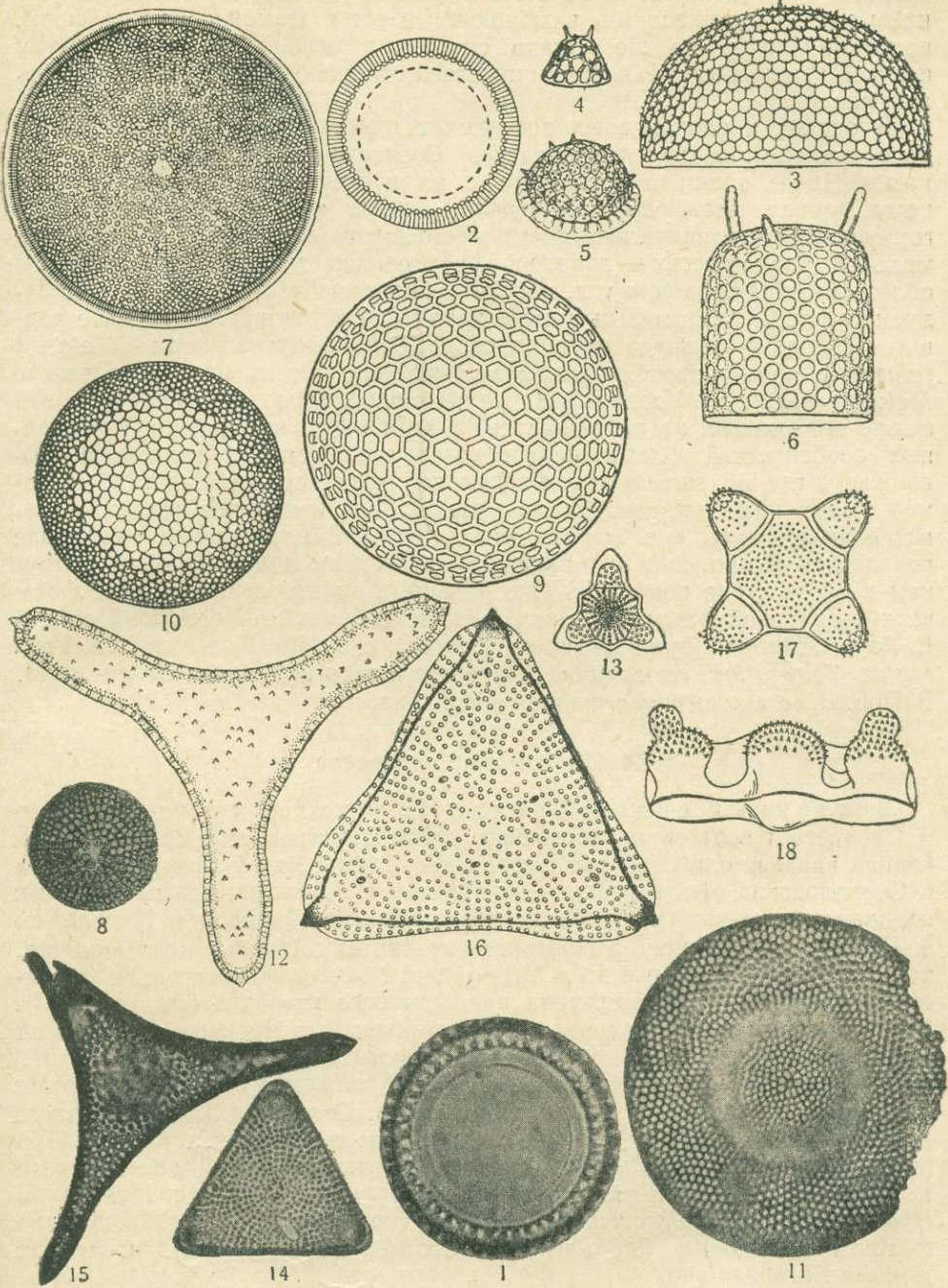
Исследования последних лет позволяют нам сделать следующие выводы. Диатомовая флора камышинского яруса, известная в Пензенской и Ульяновской обл., — в Зауралье не найдена. Лишь некоторые характерные элементы ее, как *Triceratium Kinkeri*, *Tric. mirabile*, *Tric. flos.*, встречаются в диатомитах по Семеновско-Орбинскому увалу, т. е. в западных, прихребтовых районах Зауралья. Нижнеэоценовая флора, известная в диатомитах и туфогенных породах Дании и северной Германии, в Зауралье пока также неизвестна. В диатомовых глинах и диатомитах Зауралья, венчающих опоковую толщу пород, флора несомненно более молодого возраста. В ее составе можно различить два характерных комплекса, которые соответствуют двум стратиграфическим горизонтам. Первый комплекс форм содержит некоторые элементы, характерные для палеоценовой флоры, а именно: богатое развитие р.р. *Hemiaulus*, *Stephanopyxis* и *Triceratium*. Во втором — почти не встречаются *Hemiaulus* и *Triceratium*, а род *Stephanopyxis* представлен иными видами. Флора диатомовых первого комплекса известна в диатомовых глинах, вскрытых скважинами к востоку от Семеновско-Орбинского увала и в глинах у пос. Гари на р. Сосьве. Во всех диатомитах, залегающих обычно на более высоком стратиграфическом уровне, как, например

в обнажениях р. Сосьвы у пос. Гари комплекс диатомовых носит иные черты, включая в себя нередко элементы нижнеолигоценовой флоры (в наиболее высоких слоях).

Среди этих флор можно различить два характерных комплекса. Первый — *Melosira sulcata* var. *crenulata*, *M. sulcata* var. *siberica*, *Stephanopyxis turris* var. *cylindrus*, var. *intermedia*, *St. Broschii*, *St. ferox*, *Coscinodiscus Moelleri* и var. *macroporus*, *C. uralensis*, *Craspedodiscus Moelleri*, *Biddulphia tridentata*, *Pterotheca danica*, *Pt. uralica*, *Pt. Kittoniana*, *Pseudopyxilla russica*, *Hemiaulus elegans*, *Hem. hostilis*, *Hem. polymorphus* var. *morsiana*, *Hem. arcticus*, *Trinacria regina*, *Trin. exculpta*, *Trin. excavata*, *Triceratium Kinkeri*, *Tric. mirabile* и *Grunowiella gemmata*. Диатомовая флора первого комплекса характеризуется массовым развитием *Coscinodiscus uralensis*, а участие *C. Moelleri*, руководящего вида для диатомовой флоры эоценового возраста, в первом комплексе невелико и подчинено *C. uralensis*. Аналогичная флора найдена в диатомовых глинах у пос. Гари. Флора второго комплекса наиболее типично выражена в разрезах диатомитов по р. Сосьве у пос. Гари, которые в стратиграфическом отношении являются более высоколежащими по сравнению с глинами из скважины у того же поселка. Второй руководящий комплекс диатомовых включает: *Melosira sulcata* и круг ее форм (породообразующие), *Stephanopyxis Grunowii*, *Coscinodiscus Moelleri* и *C. Payeri* (оба вида в массе), *C. argus*, *C. radiatus*, *Trinacria regina*, *Trin. exculpta*, *Trin. excavata*, *Triceratium exornatum* и *Grunowiella gemmata*. Здесь не встречается, или встречается единично, *Coscinodiscus uralensis*. Массового развития достигает *C. Moelleri* и значительного *C. Payeri* — характерные диатомовые для эоценовой флоры Зауралья. *Grunowiella gemmata* как в первом, так и во втором комплексах, наблюдается примерно в одинаковом количестве. Во втором комплексе появляются единично диатомовые, которые в нижнеолигоценовой флоре достигают оптимального развития, а именно — *Hyalodiscus* sp., *Pyxilla gracilis*, *Coscinodiscus marginatus* и др. Можно сказать, что диатомовая флора с руководящим *Coscinodiscus uralensis* имеет некоторые общие черты с более древней нижнеэоценовой флорой, тогда как в комплексе диатомовых более высоких горизонтов появляются новые элементы, свойственные нижнеолигоценовой флоре. Провести резкую грань между диатомовой флорой второго комплекса и флорой нижнеолигоценового возраста часто весьма затруднительно. (Табл. V).

Диатомовая флора эоценового возраста имеет совершенно отличный от палеоценовой облик. Среди флор палеоценового и эоценового бассейнов можно назвать единичные общие формы. Большая часть общих форм приходится на комплекс диатомовых из пород более низкого стратиграфического горизонта. Здесь не наблюдается той общности диатомовых, как это отмечено для нижнесызранской флоры Поволжья и камышинских слоев. Повидимому, это объясняется более молодым возрастом эоценовой флоры Зауралья по сравнению с возрастом флоры камышинского яруса. Это становится очевидным, если обратить внимание на многие нижнеолигоценовые формы, которые появляются в верхнем горизонте эоцена Зауралья. Диатомовую флору, представленную первым (более древним) и вторым (более молодым) комплексами форм, мы относим к верхнему эоцену. Таким образом, на основании имеющегося в данное время фактического материала, верхнеэоценовую флору мы подразделяем на два возрастных комплекса. В более древнем комплексе руководящую роль играет *Coscinodiscus uralensis*, в более

Таблица V



Характерный комплекс диатомовых водорослей верхнего эоцена (Свердловская область.)

- 1, 2 — *Melosira sulcata* var. *siberica*. 3 — *Stephanopyxis Grunowii*. 4 — *St. megopora*. 5 — *St. Broschii*.  
 6 — *St. turris* var. *intermedia*. 7 — *Coscinodiscus uralensis*. 8 — *C. Payeri*. 9 — *C. Moelleri* var. *macroporus*.  
 10 — *C. decrescens*. 11 — *Craspedodiscus Moelleri*. 12 — *Trilicratium Kinkeri*. 13 — *Tric. mirabile*.  
 14 — *Tric. exornatum*. 15 — *Trinacria excavata*. 16 — *Trin. regina*. 17 — *Trin. exculpta*. 18 — *Biddalpiia tridentata*.

молодом — *C. Moelleri*, *C. Payeri* и *Stephanopyxis Grunowii*. Резкой границы между отложениями, включающими тот и другой комплекс форм, провести нельзя. То же можно сказать в отношении грани между флорой верхних слоев верхнеэоценовых отложений и нижнеолигоценовой флорой.

В опоках и опокovidных песчаниках изучение диатомовых пока не дало положительных результатов. Согласно представлению Рабинович (1946) опоки и связанные с ними песчаники относятся к нижнему эоцену. Повсюду в Зауралье опоки являются маркирующим горизонтом, отделяющим породы палеоэоценового возраста от пород более молодой трансгрессии — эоценовой. В опоках у пос. Гари найдены обломки *Melosira sulcata* var. *siberica* и *Grunowiella gemmata*. Для исследуемой флоры диатомовых весьма характерным является массовое развитие, нередко в качестве породообразующих, круга форм *Melosira sulcata*, с явным преобладанием var. *siberica*. Столь богатое развитие *Melosira sulcata* на Урале и в Зауралье в верхнемеловой и палеоэоценовой флоре диатомовых не наблюдалось. В этом заключается одна из основных особенностей флоры палеоэоцена Зауралья по сравнению с Поволжьем, где *M. sulcata* var. *siberica* является породообразующей формой уже в нижнесызранских диатомитах. Без изменения остается развитие этой формы и в камышинских слоях. В верхнеэоценовой флоре появляется *Grunowiella gemmata*, но если судить по единичным обломкам в опоках, она появилась еще раньше. Характерный комплекс форм верхнеэоценовой флоры составляют: *Coscinodiscus uralensis*, *C. Moelleri*, *C. Payeri*, *Stephanopyxis Grunowii*, *Trinacria exculpta*, *Trin. excavata*, *Trin. regina*, *Triceratium exornatum*, *Pterotheca danica* и *Grunowiella gemmata*. В Поволжье аналогичная флора не найдена.

#### 4. Диатомовые олигоцена

Восточный склон Урала. На восточном склоне Северного и Среднего Урала, в их восточных районах встречается своеобразная, бедная видами, олигоценовая флора диатомовых. Эта флора обнаружена в Свердловской обл. в нескольких пунктах в литологически однородных коричневых глинах (по р. Тавде и ее притокам Рядовой и Пальке, по р. Плым у дер. Еремено и Портак, по ее притоку Атыме у пос. Вершина, по р. Пышме у дер. Яр и по р. Туре у дер. Кокузово), которые непосредственно налегают на отложения палеогенового возраста (см. стр. 183). Карпинский (1883 \*) приписывал этим породам олигоценовый возраст на основании найденной там характерной фауны рыб и моллюсков.

Характерный комплекс диатомовых: *Puxilla gracilis*, *Stephanopyxis marginata*, *St. Grunowii*, *Coscinodiscus argus*, *Cos. marginatus*, *C. Payeri*, *Arachnoidiscus indicus*, *Melosira sulcata* var. *siberica*, *Hyalodiscus* sp. (*oligocenicus*) и *Biddulphia Tuomeyi*. Руководящими диатомовыми в этих отложениях являются *Puxilla gracilis*, *St. marginata* и *Hyalodiscus* sp. (*oligocenicus*). Диатомовые встречаются совместно с многочисленными *Radiolaria* и *Silicoflagellatae*, среди последних в массе *Ebria antiqua*.

В диатомовом комплексе коричневых глин встречаются некоторые диатомовые, характерные для разреза р. Сосьвы у пос. Гари (верхний эоцен): *Coscinodiscus Moelleri*, *Trinacria excavata*, *Trin. regina*, *Trin. exculpta*, но в значительно меньшем числе. Количественное развитие *Grunowiella gemmata* незначительное в сравнении с высоким развитием

этого вида в отложениях эоценового возраста. В палеоцене, как выше упоминалось, этот вид неизвестен, расцвет его приурочен к эоценовому времени, в конце эоцена намечается его регресс. В отложениях харьковского яруса нижнего олигоцена *Grunowiella gemmata* совсем не встречается. Диатомовая флора рр. Тавды, Туры и Пышмы относится, по видимому, к нижнему олигоцену. В ее характерный комплекс входят многие формы, известные в первом горизонте харьковского яруса, как *Coscinodiscus argus*, *C. marginatus*, *Puxilla gracilis*, *Biddulphia Tuomeyi*, *Stephanopyxis Grunowii* и особенно *Hyalodiscus* sp. (*oligocenicus*). Последняя форма, близкая, с одной стороны, *Hyal. valens*, а с другой, *Hyal. radiatus* var. *arctica*, является наиболее типичной диатомовой для первого горизонта харьковского яруса в Воронежской, Курской и Харьковской обл. В Зауралье *Hyalodiscus* sp. (*oligocenicus*) впервые появляется в верхних слоях верхнеэоценовых отложений, но обычно единичными экземплярами, тогда как в нижнеолигоценовой флоре развитие этой формы достигает максимума. Нужно сказать, что не существует резкой грани между верхнеэоценовой и нижнеолигоценовой флорой. Во всех случаях (на материалах из скважин) наблюдается весьма постепенный переход от верхнеэоценовой к нижнеолигоценовой флоре. Возможно, что не существовало перерыва между эоценовым и олигоценым морским бассейном, и верхнеэоценовая флора при переходе в олигоцен долгое время не теряла своих характерных элементов. Данные определения диатомовых согласуются с взглядами некоторых геологов о существовании единой эоцен-олигоценовой трансгрессии.

Среднее Поволжье. Флора диатомовых, подобная флоре р. Тавды, известна из литологически однородных коричневато-шоколадных глин на юге Пензенской обл. (в Барском овраге по р. Тютняр и других пунктах). Наибольшее количество диатомовых было встречено в верхних слоях сильно кремнистых глин. Характерный комплекс форм: *Puxilla gracilis*, *Stephanopyxis marginata*, *Arachnoidiscus indicus*, *Coscinodiscus argus*, *Melosira ornata*, *Hyalodiscus* sp. (*oligocenicus*). Развитие *Puxilla gracilis* необычайно высокое. Эта диатомовая флора тождественна флоре р. Тавды и других указанных выше пунктов. Полная аналогия, насколько можно судить, наблюдается среди радиолярий и кремневых жгутиковых водорослей. Среди последних массовой формой также является *Ebria antiqua*.

При сопоставлении результатов анализа палеогеновой флоры Поволжья и восточных склонов Урала встречаем почти полное тождество видового состава флоры. Какие-то необыкновенно сходные физико-географические и температурные условия обусловили образование однотипной диатомовой флоры. Можно ли рассматривать глины Барского оврага Пензенской обл. и глины в разрезах р. Тавды и р. Пелыма синхроничными — в данное время мы сказать не можем. Интересен сам факт существования столь однородной диатомовой флоры в районах, настолько удаленных друг от друга.

Диатомовая флора в синезеленых глинах г. Сталинграда. Диатомовая флора в глинах Барского оврага несомненно моложе известной нам флоры камышинского яруса. Она несравненно ближе по возрасту к флоре диатомовых из синезеленых глин под Сталинградом. Видовой состав диатомовых из глин Сталинграда таков: *Melosira oamaruensis*, *M. fausta*, *M. ornata*, *M. aff. sulcata*, *Coscinodiscus argus*, *C. gigas*, *Biddulphia Thuomeyi*, *Arachnoidiscus indicus*, *Stephanopyxis Grunowii*, *St. charkovianus*, *St. turris* var. *cylindrus*, *Tricera-*

*tium trisulcum*, *Trinacria excavata*, *Trin. ventricosa*, *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus* var. *morsiana*, *Pterotheca carinifera*, *Puxilla gracilis* и др.

Эта диатомовая флора типична для верхнего (3-го) горизонта харьковского яруса Украины. Единственным, пожалуй, характерным отличием является массовое развитие *Coscinodiscus argus*, тогда как в комплексе диатомовых харьковского яруса Украины, Курской, Воронежской и Ворошиловградской областей господствуют *Coscinodiscus obscurus*, *C. marginatus* и, в меньшей степени, *C. argus*. В эоценовой флоре Сталинграда преобладают пеллагические виды, характерные для открытой зоны моря: *Melosira oamaruensis*, *M. fausta*, *Stephanopyxis Grunowii*, *Coscinodiscus argus*, *Trinacria ventricosa*. Из них *Trinacria ventricosa* широко развита во всех исследованных нами отложениях харьковского яруса, особенно в верхнем (3-м) горизонте этого яруса. Многие из диатомовых, встречаемые в сине-зеленых глинах, были впервые описаны из диатомитов Оамару в Новой Зеландии, которым приписывают нижнеолигоценый возраст.

Сопоставление этой флоры с комплексом флор из глин Барского оврага показывает небольшое число общих видов: *Puxilla gracilis*, *Brightwellia hyperborea*, *Coscinodiscus argus*, *Arachnoidiscus indicus*. Здесь впервые появляются грубоструктурные *Hemiaulus polycystinorum* и *Hem. polymorphus*. При сравнении с флорой камышинского яруса видно, что общими являются виды нехарактерные для олигоцена, а известные в течение всего палеогенового времени. Это характерно и для комплекса диатомовых в глинах Барского оврага. Стратиграфическое положение глин Барского оврага, насколько можно судить по диатомовой флоре, более низкое по сравнению с возрастом глин у Сталинграда. Последние, вероятно, относятся к низам верхнего горизонта харьковского яруса олигоцена, а глины Барского оврага возможно соответствуют самым верхним горизонтам киевского яруса с флорой переходного типа.

Шохина (1937\*), определявшая фораминифер в майкопских глинах на Волго-Донском водоразделе, приходит к выводу, что самые высокие слои киевского яруса, повидимому, могут уже относиться к нижнему олигоцену. Диатомовая флора в глинах Барского оврага, а также в однородных глинах на восточном склоне Урала, не синхронична флоре сине-зеленых глин у Сталинграда, а соответствует, повидимому, двум различным стратиграфическим горизонтам олигоцена.

Диатомовая флора харьковского яруса Украины, Воронежской и Курской областей. Диатомовая флора в отложениях харьковского яруса известна из очень многих пунктов Харьковской, Воронежской, Курской, Сумской и Ворошиловградской областей. Специальное изучение диатомовых в породах харьковского яруса начато в самые последние годы. Это изучение показало, что существует несколько различных по видовому составу диатомовых комплексов, которые характеризуют отдельные стратиграфические горизонты харьковского яруса.

Харьковский ярус принято подразделять на три стратиграфические горизонта. Нижний (1-й) представлен глинами, средний (2-й) — глауконитовыми песчаниками или замещающими их опоками и верхний (3-й) — зеленовато-серыми глинами и диатомитами. Диатомовые встречаются в нижнем, но особенно обильны в верхнем горизонте. В среднем горизонте пока обнаружены единичные формы или обломки. У Бутурлиновки,

Воронежской обл., найдены диатомовые хорошей сохранности в глинах нижнего горизонта. В состав флоры входят следующие виды: *Hyalodiscus Kryshstofovichii*, *Hyal. punctatus*, *Podosira hyalina*, *P. modesta*, *Melosira sulcata* var., *M. oamaruensis*, *Aulacodiscus excavatus*, *Trinacria ventricosa*, *Coscinodiscus marginatus* и *Stephanopyxis charkovianus*. Отличительной чертой флоры является массовое развитие видов р. *Hyalodiscus* и сравнительно бедное — р. *Coscinodiscus*. В карьере керамического завода в г. Харькове в нижнем горизонте харьковского яруса диатомовая флора характеризуется тем же видом *Hyalodiscus*. Однотипную флору Жузе находила в глинах у хут. Круглого Воронежской обл., в ее составе: *Hyalodiscus Kryshstofovichii*, *Stephanopyxis charkovianus*, *Trinacria ventricosa*, *Coscinodiscus obscurus* и *Melosira sulcata* с разновидностями (см. стр. 183).

Чрезвычайно богата видами флора верхнего или третьего горизонта Харьковского яруса. Впервые в работах Успенской (1935, 1940) излагаются материалы по диатомовым верхнего горизонта харьковского яруса. Комплекс диатомовых, который приводит Успенская, включает следующие формы: *Melosira oamaruensis*, *Coscinodiscus obscurus*, *C. marginatus*, *C. argus*, *Aulacodiscus excavatus* и два вида *Glyphodiscus*. Согласно данным Жузе (1946), флора указанного состава отвечает верхнему или третьему горизонту харьковского яруса. Кроме того, Успенская (1940) в породах скважины г. Ромен находит более молодую флору диатомовых, которую относит к аквитанской на основании стратиграфического положения пород, заключающих эту флору.

Диатомовые, входящие в состав флоры верхнего горизонта харьковского яруса, образуют два различных комплекса, незаметно переходящих один в другой. Это наблюдается на многочисленных материалах г. Харькова, с. Боромли, обнажений р. Тим Курской обл., Новой Калитвы и Велико-Архангельского Воронежской обл. и, наконец, в диатомитах с. Староверовки и с. Старобельска Ворошиловградской обл.

Комплекс диатомовых из глины, залегающих обычно под диатомитами, содержит в массе следующие виды: *Melosira oamaruensis*, *M. fausta*, *M. sulcata* var., *Aulacodiscus excavatus*, *Coscinodiscus obscurus*, *C. argus* и в меньшем числе: *C. gigas*, *C. marginatus*, *Biddulphia Tuomeyi*, *Arachnoidiscus indicus*, *Puxilla gracilis*, *Trinacria ventricosa*, *Stephanopyxis charkovianus* и др. Этот список включает ряд форм, характерных для флоры Барского оврага, как *Puxilla gracilis*, *Arachnoidiscus indicus* и *Coscinodiscus argus*.

В диатомите из окрестностей Боромли, в разрезах р. Тим, в карьере керамического завода в Харькове, в Старобельске и Староверовке Ворошиловградской обл. флора диатомовых характеризуется следующим составом: *Coscinodiscus obscurus*, *C. marginatus*, *C. gigas*, *Melosira architecturalis*, *M. clavigera*, *M. polaris*, *Podosira hyalina* и *Pod. modesta*, *Pseudopodosira pileiformis*, *Stephanopyxis Grunowii* (не во всех пунктах), *Trinacria ventricosa* и *Stephanopyxis charkovianus*; из них первые четыре вида в массе. Эта флора характерна для диатомитов и глин верхов третьего горизонта харьковского яруса. Как можно видеть из сопоставления обоих списков, различие заключается, главным образом, в том, что в верхних слоях отсутствует *Melosira oamaruensis* и вместо нее в большом количестве представлена *Melosira architecturalis*.

Флора верхнего горизонта в целом характеризуется массовым развитием видов р. *Coscinodiscus*, прежде всего *C. obscurus*, а для нижней части в меньшей мере *C. argus*. Количество *Coscinodiscus* составляет до 75% всей массы диатомовых и для некоторых диатомитов (Старобельск, Боромля, Харьков) они являются пороодообразующими. Через

весь верхний горизонт проходит *Stephanopyxis charcovianus*, *Trinacria ventricosa* и *Aulacodiscus excavatus*, которые в меньшей степени встречаются и в нижнем горизонте.

Диатомовая флора харьковского яруса чрезвычайно самобытна. Мы можем назвать очень мало форм, которые бы влились в нее из более древней эоценовой флоры, а также, насколько можно сейчас судить, эта флора передала сравнительно мало своих элементов миоценовой флоре. Такая особенность флоры харьковского яруса подчеркивается большим количеством новых видов и даже родов, которые появились в это время. Необходимо добавить, что диатомовые в отложениях харьковского яруса всегда встречаются в сопровождении многочисленных радиолярий и спикул губок. В глинах нижнего горизонта те и другие явно преобладают. Также велико их число в низах верхнего горизонта (например в Новой Калитве, Велико-Архангельском), но в верхнем слое того же горизонта развитие их резко уменьшается, уступая место диатомовым.

Флора харьковского яруса наиболее близка к известной флоре диатомовых в Оамару, из Новой Зеландии. Общих форм до 70%. К их числу относятся руководящие диатомовые харьковского яруса: *Melosira oamaruensis*, *M. fausta*, *M. architecturalis*, *Trinacria ventricosa*, *Stephanopyxis Grunowii* и все известные в харьковских отложениях виды р. *Coccinodiscus*.

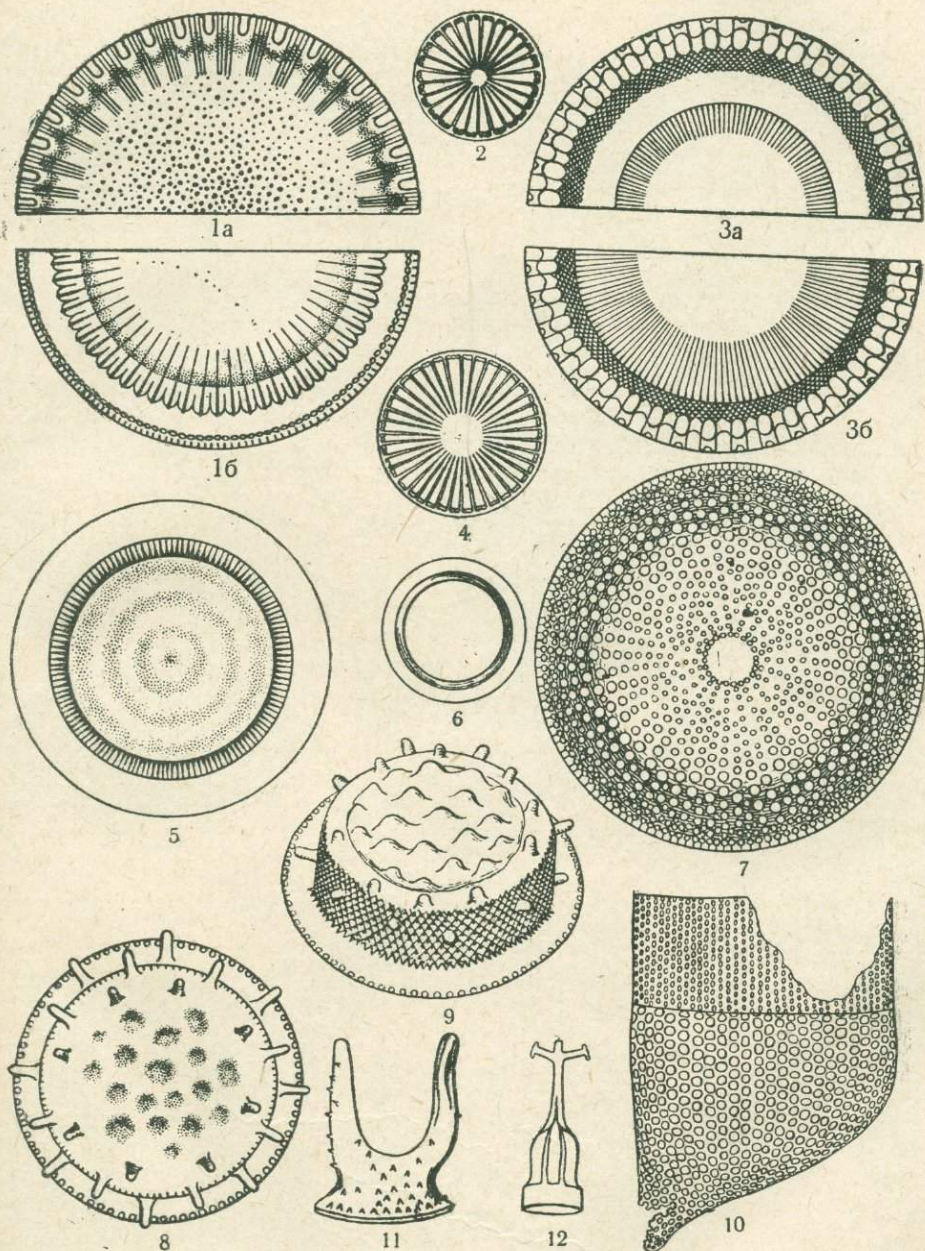
Диатомит Оамару одно из известных местонахождений олигоценовой флоры, и диатомовые там изучались с давних пор, имеются их прекрасные изображения и диагнозы у Темпере и Перагалло (1915), Бруна (1895) и, кроме того, рисунки диатомовых из Оамару помещены в Атласе диатомовых Шмидта (1874—1937). Возраст этих диатомитов в последнее время рассматривается как нижнеолигоценовый. В флоре Оамару наблюдается очень пестрый видовой состав, который соответствует флоре первого и третьего горизонтов харьковского яруса. Поэтому нам кажется более правильным отнести диатомиты Оамару не только к началу олигоцена, но и к более позднему времени.

Родственный характер флоры диатомовых харьковского яруса и Оамару очевиден. Мы не можем согласиться с Успенской (1940а), которая относит верхние слои харьковского яруса (дер. Верино Поле Харьковской обл.) к среднему миоцену. Это мнение совершенно не согласуется с видовым составом флоры.

Диатомовые харьковского яруса в громадном большинстве относятся к формам пелагическим, свойственным открытой части моря с нормальной соленостью. В верхах верхнего горизонта (Боромля, Староверовка) встречаются единично створки р.р. *Cocconeis* и *Navicula*. Таким образом, даже в верхнем горизонте харьковского яруса развитие диатомовых из порядка *Pennales* ничтожное. Преимущественное развитие центрических форм указывает не только на пелагические условия обитания, но также на возраст флоры. Известные нам флоры нижнемиоценового возраста (Италия, Испания, Калифорния и Майкопская свита Тамани) содержат 5—20% форм из порядка *Pennales*, преимущественно *Araphineae* и *Monographineae*. Диатомовая флора харьковского яруса еще сохраняет, таким образом, облик, характерный для флоры палеогенового возраста.

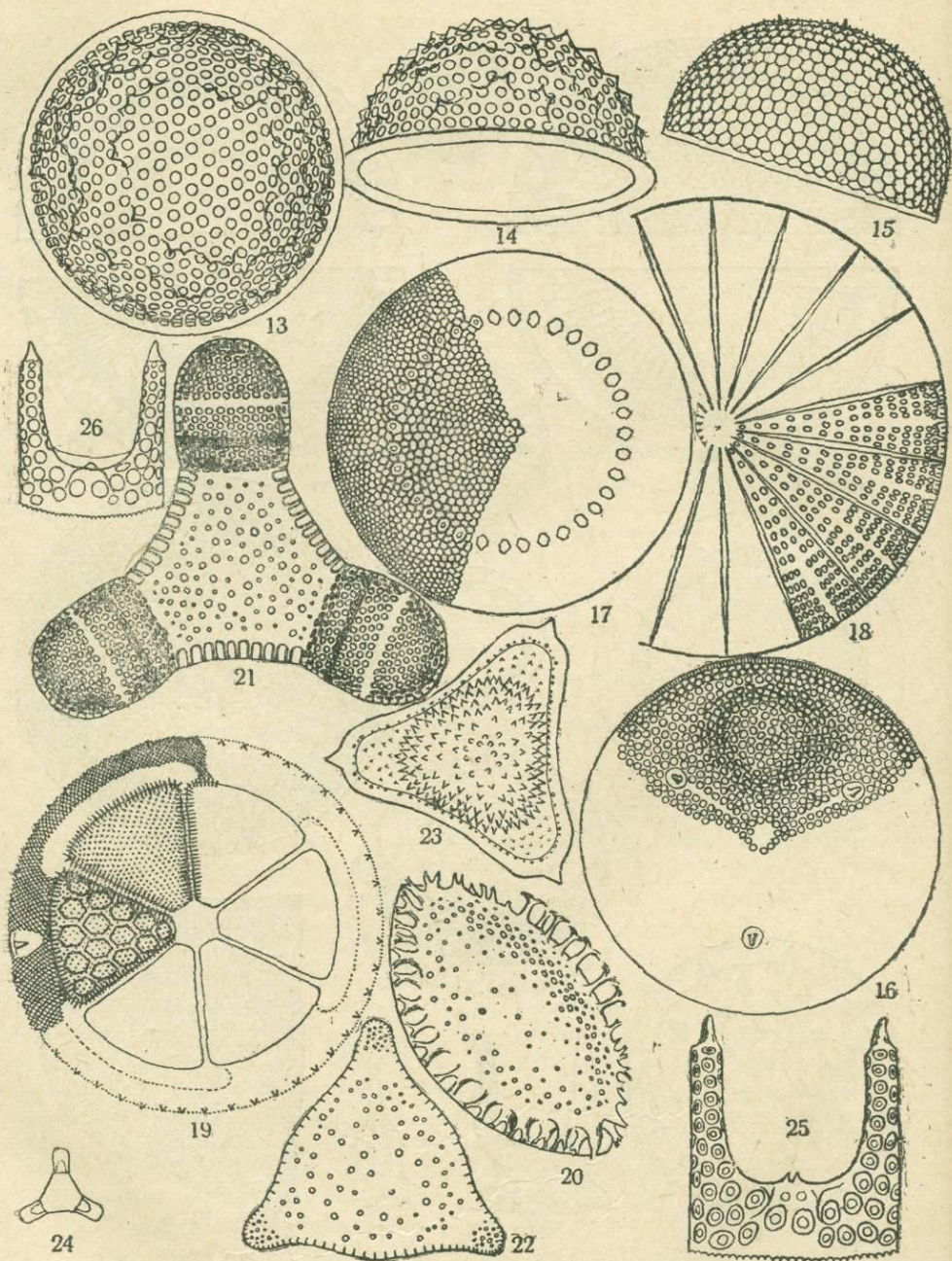
Характерный комплекс форм из нижнего горизонта составляют следующие диатомовые: *Hyalodiscus Kryshstofovichii*, *Hyal. punctatus*, *Podosira* sp., *Stephanopyxis charkovianus*, *Aulacodiscus excavatus* и др. Диатомовая флора верхнего горизонта позволяет расчленить этот горизонт на верхний и нижний. Верхние слои характеризуются массовым

Таблица VIa



Характерный комплекс диатомовых водорослей олигоцена (Харьковский ярус)

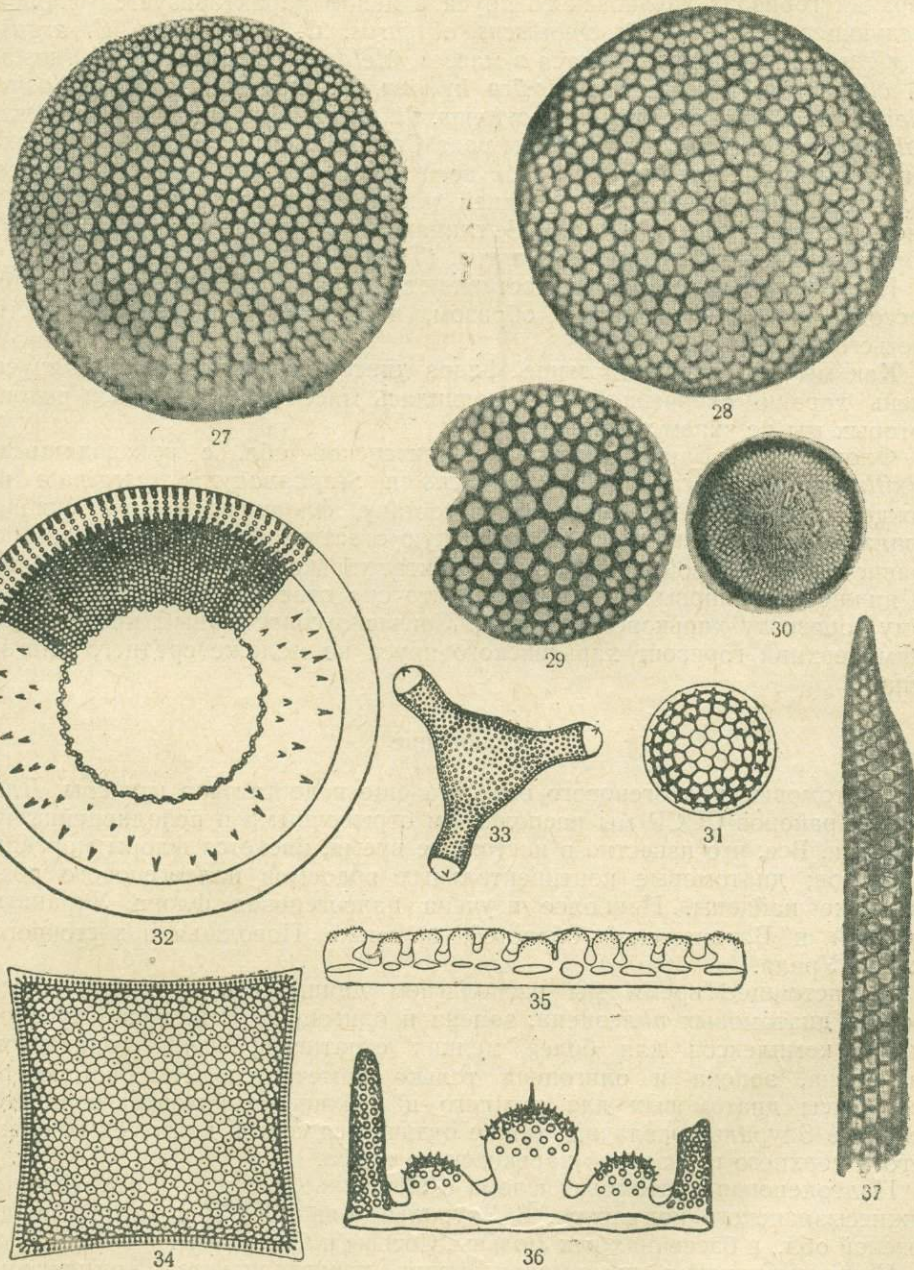
1a, 6 — *Melosira oamaruensis*. 2 — *M. polaris*. 3a, 6 — *M. fausta*. 4 — *M. clavigera*. 5 — *Podosira modesta*.  
6 — *Podosira hyalina*. 7 — *Coscinodiscus gigas*. 8, 9 — *Pseudopodosira pileiformis*. 10 — *Isthmia enervis*.  
11 — *Keratophora robusta*. 12 — *Pterotheca aculeifera*.



Характерный комплекс диатомовых водорослей олигоцена (Харьковский ярус)

- 13, 14 — *Stephanopyxis charkovianus*. 15 — *St. Grunowii*. 16 — *Aulacodiscus excavatus*. 17 — *Brightwellia hyperborea*. 18 — *Arachnoidiscus indicus*. 19 — *Actinoptylchus intermedius*. 20 — *Liradiscus ellipticus*.  
 21 — *Triceratium trisulcum*. 22 — *Tric. sparsimpunctata*. 23 — *Trinacria ventricosa*. 24 — *Trin. inconspicuum*.  
 25, 26 — *Hemiauluspolymorphus*.

Таблица VIв



Характерный комплекс диатомовых водорослей олигоцена (Харьковский ярус)

27 — *Coscinodiscus argus*. 28 — *Cos. obscurus*. 29 — *Cos. marginatus*. 30 — *Melosira architecturalis*.  
 31 — *Stephanopyxis marginata*. 32 — *Hyalodiscus Kryzhtovitchii*. 33 — *Triceratium capitatum*. 34 — *Tric.  
 pulvinar*. 35 — *Biddulphia echinulata*. 36 — *B. Tuomi ni*. 37 — *Puxilla gracilis*.

развитием *Melosira architecturalis*, нижние — *Melosira oamaruensis*. Четкое разграничение флор в настоящее время еще трудно произвести. Верхний горизонт харьковского яруса в целом характеризуется флорой следующего состава: *Coscinodiscus obscurus*, *C. marginatus*, *C. argus*, *C. gigas* (эти виды встречаются в массе), *Melosira oamaruensis*, *M. fausta*, *M. clavigera*, *M. polaris*, *Podosira hyalina*, *P. modesta*, *Pseudopodosira pileiformis*, *Stephanopyxis charkovianus*, *St. Grunowii*, *Trinacria ventricosa*, *Aulacodiscus excavatus* и др. Виды рода *Coscinodiscus* в отложениях верхнего горизонта составляют до 75% всей массы диатомовых. Наибольшее количественное развитие в верхней части верхнего горизонта всегда имеет *Coscinodiscus obscurus*. В глинах Сталинграда господствующей формой является *Coscinodiscus argus*. (Табл. VI а, б, в).

Интересную группу форм составляют *Podosira* и *Pseudopodosira*; их массовое развитие, главным образом, наблюдается в верхней части третьего горизонта.

Как мы уже говорили выше, флора диатомовых харьковского яруса очень хорошо очерчена, в ней появилась масса новых видов и родов, которых мы не знаем в эоцене.

Флору глин Барского оврага, Пензенской обл. с руководящими *Ruxilla gracilis*, *Arachnoidiscus indicus* и *Stephanopyxis marginata* и, тождественную ей по видовому составу, флору восточного склона Урала можно поставить на более низкую стратиграфическую ступень по сравнению с флорой верхнего горизонта харьковского яруса. Возраст ее нижнеолигоценый, и возможно, что она отвечает по возрасту первому горизонту харьковского яруса. Согласно современным представлениям верхний горизонт харьковского яруса не моложе среднего олигоцена.

### Заключение

Диатомовые палеогенового возраста еще недостаточно изучены. Для многих районов СССР мы располагаем отрывочными и неполноценными данными. Все, что известно в настоящее время, касается флоры морских бассейнов; диатомовые континентальных водоемов палеогенового возраста не найдены. Наиболее изучена палеогеновая флора Украины, Курской и Воронежской областей, а также Поволжья и восточного склона Урала.

В настоящее время мы располагаем данными о флористическом составе диатомовых палеоцена, эоцена и олигоцена. Выделение руководящих комплексов для более мелких стратиграфических горизонтов палеоцена, эоцена и олигоцена только намечается. Так, например, комплексы диатомовых для нижнего и верхнего горизонтов верхнего эоцена в Зауралье различны, также отличается состав диатомовых нижнего и верхнего горизонтов харьковского яруса.

Палеоценовая диатомовая флора в Поволжье известна в отложениях нижнесызранского подъяруса. В Зауралье — из многих пунктов Свердловской обл., в бассейнах рек Лозьвы, Сосьвы и Сев. Самы.

Нижнесызранская диатомовая флора характеризуется комплексом видов: *Melosira sulcata* var. *siberica* (породообразующая), *Coscinodiscus simbirskianus*, *C. lineatus fossilis*, *C. stellaris* var. *symbolophora*, *Triceratium archangelskianum*, *Tric. Weissii*, *Tric. Heibergii*, *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus* с разновидностями и *Trinacria pileolus*. Эта группа форм доминирует и в количественном отношении.

Палеоценовая флора на восточном склоне Урала характеризуется близким, но не тождественным составом. Там также представлены в массе *Trinacria pileolus*, *Triceratium Heibergii*, *Hemiaulus polycystinorum*, *Hem. polymorphus* var. *frigida*, нередко встречается *Triceratium Weissii* и *Coscinodiscus lineatus fossilis*. Но многие характерные нижнесызранские диатомовые в палеоцене Зауралья совершенно неизвестны (*Triceratium archangelskianum*, *Tric. caudatum*, *Coscinodiscus simbirskianus* и все характерные виды р.р. *Aulacodiscus* и *Actinoptychus*), а некоторые имеют иное количественное развитие, как, например, *Triceratium Weissii* и др. Очень интересным фактом является то, что породообразующая форма Поволжья — *Melosira sulcata* var. *siberica* в палеоцене восточного склона Урала почти не встречается, но в эоцене этот вид достигает массового развития и является одной из породообразующих диатомовых. С другой стороны, многие характерные формы палеоценовой флоры Зауралья, как *Biddulphia variabilis*, *Sceptroneis* sp., *Triceratium Schulzii* var. *capitata* и другие, в нижнесызранских отложениях неизвестны.

В чем заключается причина различного состава палеоценовой флоры Поволжья и Зауралья? Одной из причин, как нам кажется, является разобщенность бассейнов, в которых развитие флоры должно происходить самобытно, в зависимости от характера предшествующей верхнемеловой флоры. В Поволжье устанавливается связь с флорой сенонского возраста, известной из спонгилитов Данцигской бухты. Между нижнесызранской флорой и сенонской до 30% общих форм. На палеоценовой флоре Урала несомненно сказывается влияние верхнемеловой флоры (маастрихт) бассейна, омывавшего восточные склоны хребта. Различное широтное положение также должно было наложить отпечаток на флористический состав диатомовых. Влияние климатической зональности на состав флоры диатомовых должно было сказаться и в палеоцене.

В Поволжье (Ульяновская, Пензенская и Куйбышевская области), в отложениях камышинского яруса встречаются диатомовые, которым мы приписываем, по аналогии с флорой в Дании (свита Молер) и сев. Германии, нижнеэоценовый возраст. Флора камышинского яруса характеризуется комплексом форм, в котором исчезли почти все руководящие нижнесызранские формы и появились новые, как *Grunowiella (Opephora) gemmata*, *Eupodiscus kamischevensis*, *Glyphodiscus simbirskianus*, *Triceratium Kinkeri*, *Hemiaulus includens* var. *saratoviana* и др. Резкого разграничения флор камышинской и нижнесызранской провести нельзя. Отличие камышинской флоры от сызранской заключается в иных количественных отношениях отдельных видов диатомовых, из которых одни достигают максимального развития, другие, наоборот, находятся в стадии вымирания. Наиболее характерной особенностью флоры камышинского яруса является появление представителя нового рода из порядка *Mediales* — *Grunowiella (Opephora)*. В нижнесызранской флоре этот род отсутствует. В Зауралье флора, аналогичная камышинской, нам неизвестна. Некоторые ее элементы продолжают встречаться в верхнеэоценовой флоре, которая широко известна на восточном склоне Урала. Нижнеэоценовая флора диатомовых там не найдена, поскольку литологический характер пород этого возраста (опоки) не способствовал ее сохранению.

Верхнеэоценовая флора диатомовых известна во многих пунктах Свердловской и Челябинской областей (бассейны рр. Сосьвы, Туры, Тавды, Пышмы, Исети и др.). Состав ее поразительно однообразен, отличия имеются только в флористическом составе более низких и более

высоких стратиграфических горизонтов. Руководящий комплекс включает следующие виды: *Melosira sulcata* var. *siberica* (породообразующая), *Stephanopyxis Broschii*, *St. Grunowii*, *Coscinodiscus uralensis*, *C. Moelleri*, *C. Payeri*, *Triceratium exornatum*, *Tric. Kinkeri*, *Tric. mirabile*, *Trinacria excavata*, *Trin. exculpta*, *Trin. regina*. В более высоких слоях появляется *Hyalodiscus Kryshstofovichii*, который только в олигоцене достигает высокого развития. Верхнеэоценовая флора на восточном склоне Урала весьма незаметно теряет свои наиболее специфические черты и обогащается видами: *Puxilla gracilis*, *Stephanopyxis marginata*, *Coscinodiscus argus*, *C. marginatus*, *C. decrescens*, что уже отвечает флористическому составу нижнеолигоценовой флоры восточных районов Зауралья.

Диатомовую флору олигоценового возраста мы находим в отложениях харьковского яруса Сталинградской, Воронежской, Курской областей и на Украине. Флора харьковского яруса очень резко очерчена и содержит много руководящих видов: *Melosira oamaruensis*, *M. clavigera*, *M. architecturalis*, *Coscinodiscus argus*, *C. obscurus*, *C. marginatus*, *C. gigas*, *Actinoptychus intermedius*, *Aulacodiscus excavatus*, *Trinacria ventricosa*, *Triceratium capitatum*, *Stephanophyxis charkovianus*, *Podosira modesta* и *Pseudopodosira pileiformis*. Нижний горизонт харьковского яруса характеризуется массовым развитием *Hyalodiscus Kryshstofovichii*. Харьковская флора насчитывает около ста видов и разновидностей, причем виды, типичные для отложений этого возраста, не известны в составе предшествующей, эоценовой флоры; так же, хотя и не столь резко, харьковские виды не вливаются во флору более молодого возраста (миоценовую). Нижнеолигоценовая флора Зауралья, повидимому, может отвечать только времени отложения нижнего или первого горизонта харьковского яруса. Совершенный аналог флоры Зауралья с руководящей *Puxilla gracilis* известен на юге Пензенской обл. (в бассейне р. Кадады — Барский овраг).

Палеогеновая флора характеризуется развитием р.р. *Stephanopyxis*, *Coscinodiscus*, *Triceratium*, *Hemiaulus* и *Trinacria*. В отложениях нижнетретичного возраста в настоящее время известно около 350 видов. В палеоцене большой процент падает на рр. *Stephanopyxis*, *Triceratium* и *Hemiaulus*. В этом отношении флора палеоцена близка к верхнемеловой флоре диатомовых. В эоцене эти роды играют столь же важную роль, но количественные соотношения их изменяются.

В конце эоцена и в олигоцене диатомовая флора значительно изменяется. В ее составе большую роль начинают играть роды: *Melosira*, *Podosira*, *Hyalodiscus*, *Actinoptychus*, *Aulacodiscus*, появляются новые роды, как *Pseudopodosira*, *Auliscus*, *Monopsis*, *Cerataulus*; род *Coscinodiscus* обогащается многими видами, которые с этого времени начинают свою историю и доживают до наших дней.

Палеогеновая флора диатомовых характеризуется значительным единообразием своего флористического состава для территорий, весьма удаленных друг от друга, например: камышинская флора Поволжья и нижнеэоценовая флора Дании, бассейн р. Тавды (Свердловская обл.) и бассейн р. Кадады (Пензенская обл.), харьковская флора Украины и флора Оамару (Новая Зеландия). Подобного единообразия флористического состава мы большей частью уже не находим в верхнетретичное время. В палеогене вообще, и особенно в палеоцене и эоцене, условия жизни в высоких широтах были несравненно более благоприятны, чем в неогене и в настоящее время.

## II. Диатомовые неогена

### 1. История изучения

Степень изученности диатомовых неогена на территории СССР слабая и односторонняя, так как большая часть работ касается флоры сарматского бассейна. Первой по времени является работа Панточека (1902a) о верхнесарматских диатомовых из окрестностей Керчи, по материалам Н. И. Андрусова. В этой работе Панточек, кроме сарматских видов, приводит четыре вида найденных им в майкопских глинах по западному склону г. Карагач на Керченском полуострове. В этих же листоватых глинах Андрусов (1909—1912) наблюдал крупные *Coscinodiscus*, *Actinoptychus*, *Hemiaulus*, *Raphoneis*, *Stephanorhixis* и *Synedra*. В списке Панточека (для майкопских глин) указываются *Goniothecium odontella*, *Pyxilla maeotica* и *Syndera fulgens* var. *maeotica*. За исключением *Goniothecium odontella*, определения Панточека вызывают сомнения. Андрусов (1904) был склонен относить исследуемые глины к верхней части первого средиземноморского яруса (бурдигальский горизонт). Следующая по времени работа принадлежит Савченко (1911). Этот автор определил диатомовые в сланцевых глинах мезотического возраста. Из района Тамани Савченко приводит в списке 40 видов, экологический анализ которых позволил ему сделать вывод о морском характере осадков (84,5% морских форм). Исследования Миссуны (1913) касаются диатомовых среднесарматского возраста из Молокиш (Молдавская ССР) и верхнесарматского из Ак-Буруна на Керченском полуострове. В последующие годы появились работы Гапонова (1914, 1915, 1924), который определил диатомовые в сарматских отложениях Каменец-Подольской, Днепропетровской областей и Бесарабии. Последняя работа Гапонова (1927) касается диатомовых плиоценовых отложений восточного побережья Камчатки. Изучением диатомовой флоры миоценового возраста в течение ряда лет занималась Е. В. Шляпина. Ею изучены диатомовые среднесарматских отложений Таманского полуострова (1935), и майкопских глин Анапского района (1936) (нижнемиоценового возраста) и караганского горизонта на Апшеронском полуострове (средний миоцен). В выше лежащих конкских слоях Шляпина нашла единичные формы, повидимому, в перетотложенном состоянии. В майкопских глинах Таманского полуострова были найдены ископаемые диатомовые в большом количестве. Наши определения этой флоры (1946) позволили установить ее нижнемиоценовый возраст. Эта флора богата морскими видами диатомовых и многочисленными кремневыми жгутиковыми.

### 2. Диатомовые миоцена

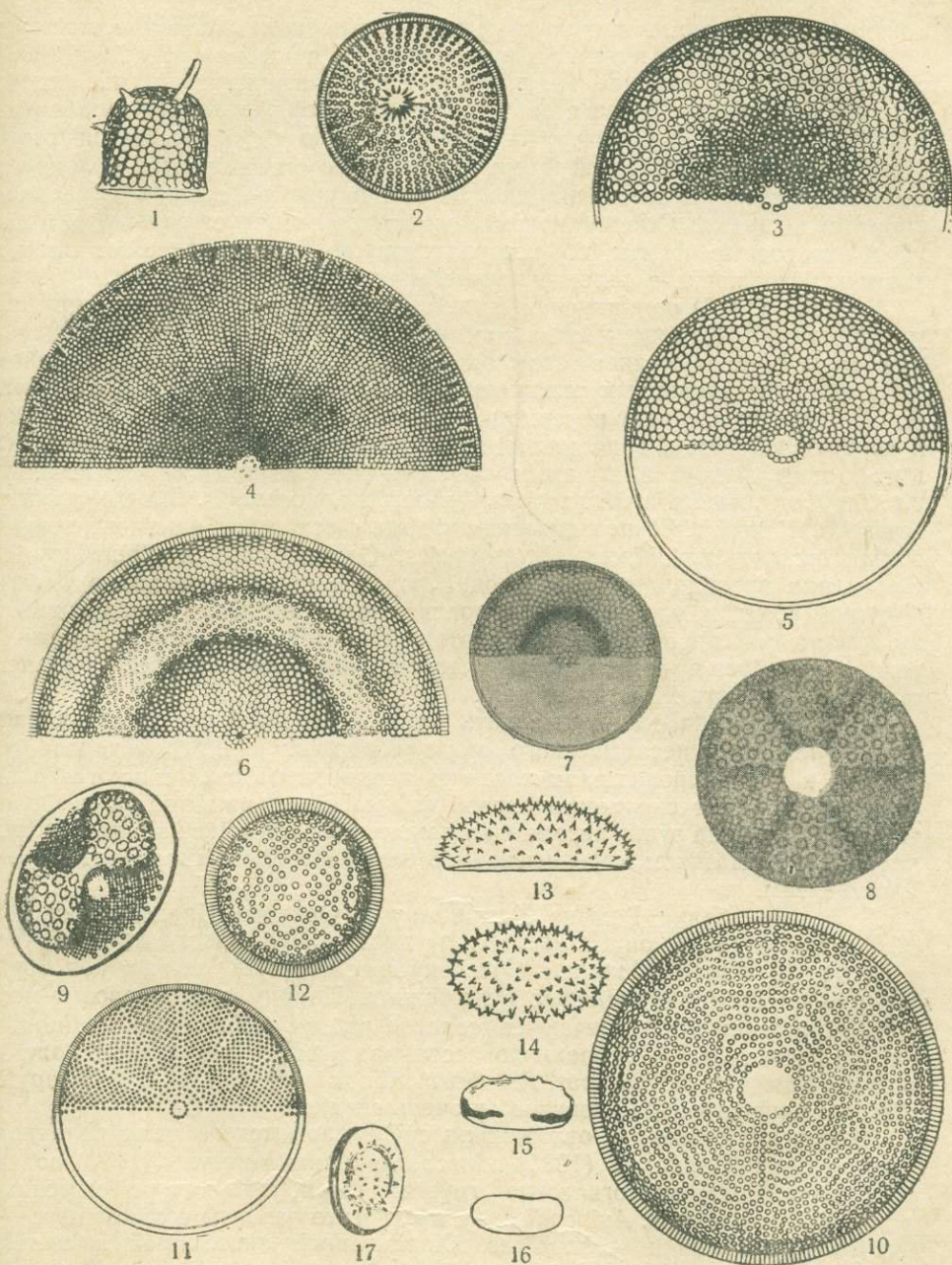
О диатомовой флоре миоцена континентальных водоемов Европейской части Советского Союза ничего неизвестно. Диатомовые, повидимому, миоценового возраста, найдены в Западной Сибири, в отложениях бассейна р. Назым (правый приток р. Оби). Доминируют следующие формы: *Melosira islandica*, *M. islandica* f. *curvata*, *M. distans*, *M. distans* var. *lirata*, *M. islandica* subsp. *helvetica* и *M. sp.* Характерно присутствие среди диатомовых крупных спор. Флора типичная для крупного озерного водоема, с хорошо развитой пелагиалью и низкой температурой.

Нижнемиоценовая диатомовая флора. Диатомовые указанного возраста найдены Жузе (1946) и Шляпиной (1936) в майкопских глинах Северного Кавказа, Таманского и Керченского полуостро-

зов. Характерный комплекс диатомовых из верхней части майкопа Тамани представлен следующими формами: *Melosira sol.*, *Stephanopyxis turris* var. *intermedia*, *Coscinodiscus perforatus* var. *cellulosa*, *C. Kisselevii*, *Craspedodiscus elegans*, *Crasp. coscinodiscus*, *Actinocyclus Ehrenbergii* var. *tenella*, *Act. Ehrenbergii* var. *tamanica*, *Actinoptychus minor*, *Asteromphalus robustus*, *Xanthiopyxis globosa*, *Xant. leguminiformis*, *Xant. ornata* и *Thalassionema nitzschioides* var. *lanceolata*. Среди этих диатомовых массовыми являются *Stephanodiscus turris* var. *intermedia*, *Craspedodiscus elegans*, *Actinocyclus Ehrenbergii* var. *tenella*, *Act. Ehrenbergii* var. *tamanica* и особенно *Thalassionema nitzschioides* var. *lanceolata*. В майкопских глинах Анапского района Шляпина указывает следующие диатомовые: *Melosira clavigera*, *Stephanopyxis turris* var. *intermedia*, *St. turris* var. *cylindrus*, *Coscinodiscus perforatus* var. *cellulosa*, *C. radiatus*, *C. oculus-iridis*, *Isthmia Szaboi*. Сопоставление флор Тамани и Анапского района указывает на их близкое родство и, может быть, одновозрастность. Найденная в майкопе Анапского района *Isthmia Szaboi* позволяет относить эти слои к более высокому стратиграфическому положению по сравнению со слоем глин, где найдена таманская флора диатомовых. Диатомовая флора верхнего майкопа относится к морской, все характерные элементы ее являются обитателями морских водоемов с нормальной соленостью. Это относится к флоре Тамани, так же как и к флоре Анапского района. С современной флорой Черного моря очень мало общих форм, что, несомненно, связано с различными физико-химическими условиями этих водоемов. В составе флор исключительно характерную группу составляют виды р. *Xanthiopyxis* три вида которого достигают массового развития. Род *Xanthiopyxis* широко известен в миоценовых отложениях Европы (Италия, Испания) и Сев. Америки. В Калифорнии выделены руководящие виды этого рода для нижнего и среднего миоцена. В Советском Союзе *Xanthiopyxis* находил Савченко (1911) в мезотических отложениях и Гапонов (1915) в нижнем сармате. В миоцене Италии Форти (1910, 1913) описывает десять видов р. *Xanthiopyxis*. Не менее характерным для флоры глин верхнего майкопа являются виды р. *Craspedodiscus* — *Cr. elegans* и *Cr. coscinodiscus*. Известные местонахождения этих видов в Сев. Америке приурочены к миоценовым отложениям. Пороодообразующей формой в диатомовом слое верхнего майкопа Тамани является *Thalassionema nitzschioides* var. *lanceolata*. Флора верхнего майкопа по данным Жузе и Шляпиной представлена почти исключительно диатомовыми миоценового возраста. Общих видов с флорой нижнего олигоцена (харьковский ярус) мы не находим. Анализ майкопской флоры показывает родственный характер ее с нижнемиоценовой флорой Европы и Калифорнии. Значительное число видов встречается также в составе среднемиоценовой флоры. Список родов, которые приводит Андрусов (1909—1912), для майкопских глин, имеющих распространение по западному склону г. Карагач, не противоречит флоре диатомовых из верхнего майкопа Тамани по данным Жузе. (Табл. VII).

Среднемиоценовая диатомовая флора. Диатомовые в караганском горизонте Апшеронского полуострова исследованы Шляпиной. По предварительным данным список диатомовых включает 67 видов, из них большая часть принадлежит к морским диатомовым, число пресноводных и пресноводно-солонководных видов невелико. Характерный комплекс форм: *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. lacustris*, *Asterolampra marylandica*, *Chaetoceras* sp. (споры), *Thalassionema nitzschioides*, *Cocconeis scutellum*, *Fragilaria cylindrus* и *Nitzschia palea*.

Таблица VII



Характерный комплекс диатомовых водорослей миоцена и плиоцена (Таманский п-в, Кавказ)

1—*Stephanopyxis turris* var. *intermedia*. 2—*Coscinodiscus Kisselevii*. 3—*C. perforatus* var. *cellulosa*. 4—*C. commutatus*. 5—*C. apiculatus* var. *ambigua* (?). 6—*Craspedodiscus elegans*. 7—*Crasp. coscinodiscus*. 8—*Actinopterychus undulatus*. 9—*A. undulatus* var. *tamanica*. 10—*Actinocyclus Ehrenbergii* var. *tamanica*. 11—*Act. Ehrenbergii* var. *intermedia*. 12—*Act. Ehrenbergii* var. *tenella*. 13, 14—*Xanthiopyxis gibbosa*. 15, 16—*Xanth. leguminiiformis*. 17—*Xanth. ornata*.

Интересен факт нахождения в составе флоры теплолюбивой океанической *Asterolampra marylandica*. В конкском горизонте среднего миоцена найдены единичные диатомовые, вероятно, в переотложенном состоянии.

Верхнемиоценовая диатомовая флора. Сарматская флора. Ископаемые диатомовые сармата известны из многих пунктов Советского Союза и по сравнению с флорой нижнего и среднего миоцена изучены достаточно полно. Отчетливо вырисовывается своеобразный облик сарматской флоры в целом, но еще остаются далеко не ясными характерные отличия диатомовых в нижне-, средне- и верхнесарматское время. Смена диатомовых в отложениях сарматского моря даёт интересные факты по истории этого водоема и освещает многие вопросы, связанные с солевыми и температурным его режимом.

Гапонов (1915) опубликовал список диатомовых из нижнего сармата у с. Кременно, Каменец-Подольской обл., т. е. из района распространения галицийского залива сарматского моря. Массовой и характерной формой в исследованных отложениях является *Diatoma elongatum* var. *tenuis*, которая населяет нередко пелагиаль пресных водоемов, но только в слабо-солончатых водоемах достигает массового развития. Комплекс диатомовых включает, главным образом, донные и прибрежные виды р.р. *Amphora*, *Navicula*, *Mastogloia*, *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Dimerogramma*, *Surirella*, *Nitzschia*. К пелагическим формам относятся единичные виды *Actinoptychus*, *Stictodiscus*, *Actinocyclus*, *Coscinodiscus* и *Xanthiopyxis*. Среди них преобладают солонководно-морские виды, обитающие в прибрежной области, процент чисто морских форм незначителен. Указание автора на массовое развитие в отложениях *Melosira sulcata* — сомнительно и требует проверки, потому что в миоцене пока неизвестна массовая встречаемость *Melosira sulcata*.

Насколько сейчас можно судить, из-за недостатка фактических данных, флора нижнесарматского моря содержит преимущественно те формы, которые продолжали населять верхнесарматский и мезотический водоемы, элемент среднемиоценовой флоры среди них весьма незначительный. Причина этого несомненно лежит в резкой смене экологических условий в сарматском море, вызванной его обособлением и значительным опреснением.

В разрезе балки Велька Каминна у г. Орехова Днепропетровской обл. Гапонов (1914) определяет флору диатомовых, родственную нижнесарматской флоре Подолии. Исследуемые породы лежат непосредственно на среднемиоценовых отложениях. Наряду с солонководно-морскими диатомовыми встречаются морские роды *Coscinodiscus*, *Actinoptychus* и *Triceratium*. Прибрежную ассоциацию видов составляют солонководные *Navicula*, *Achnanthes*, *Amphora*, *Rhopalodia*, *Nitzschia* и *Campylodiscus*. Количественное развитие их очень велико.

Флора диатомовых в отложениях среднесарматского моря по неполным данным Шляпиной (1935) и исследованиям Миссуны (1913) содержит различные экологические группы форм. Наряду с морскими родами *Coscinodiscus*, *Aulacodiscus* и др., богато развиты солонководные — *Navicula*, *Amphora* и *Achnanthes*. Характерной диатомовой в составе этой флоры является *Campylodiscus Toulae*, описанная в сармате Венгрии. Кроме того, очень часто встречаются *Fragilaria bituminosa* и *Fr. cylindrus*, также известные в отложениях сарматского моря в Венгрии. Исследования Миссуны касаются ископаемых диатомовых в Молокиш (Молдавская ССР) и Ак-Буруна на Керченском полуострове. Миссуна проводит сравнение исследованной ею флоры с флорой сармата Венгрии, иссле-

дованной Панточеком (1903—1905), и указывает на отсутствие сходства флор сармата Венгрии и Советского Союза. Общих видов, по ее мнению, оказалось только четыре. В действительности количество общих диатомовых гораздо больше, если принять во внимание неточность определений Панточека и вероятность описания одной и той же формы под различными названиями тем и другим авторами. При критическом обзоре диатомовых в работах Миссуны и Панточека — это становится очевидным. В Молокиш Миссуна определила 67 видов, из которых ею вновь описано около половины видов. В Ак-Буруне список включает 58 видов и разновидностей. Преобладают донные и литоральные виды, пелагических видов почти не встречается. Отличие от нижнесарматской флоры заключается в том, что здесь морские элементы имеются в меньшем количестве.

Диатомовые верхнесарматского моря известны по работе Панточека (1902), которым обработан материал из обнажения у г. Керчь, на северном берегу Керченского залива. Здесь флора наиболее типичная для сарматских отложений. Повидимому, только в верхнем сармате флора диатомовых приобретает наиболее характерные черты. Многие элементы этой флоры известны уже с нижнего сармата, но здесь их развитие достигает расцвета. Для флоры сарматского моря характерен комплекс солоноводных видов прибрежных местообитаний, что указывает на мелководность этого бассейна. Количественно преобладающие диатомовые: *Navicula Romanowii*, *Nav. Nicolai*, *Nitzschia Romanowii*, *Surirella maeotica*, *Achnanthes breviceps*, *Achn. longipes*, *Synedra maeotica*, и др. Флора сарматского моря представлена диатомовыми, родственные группы которых известны в современных солоноводных водоемах. Все современные наиболее специализированные роды диатомовых, как *Amphora*, *Rhopalodia*, *Surirella*, *Campylodiscus* и *Nitzschia*, богато представлены во флоре среднего и верхнего сармата. Таким образом, сарматская флора стоит на высокой эволюционной ступени, по сравнению с флорой нижнемиоценового возраста. Ее облик чрезвычайно самобытный и ярко выраженный. В течение своего существования флора сарматского моря изменялась в зависимости от смены экологических и палеогеографических условий в этом водоеме. Повидимому, последующие исследования позволят выделить руководящие комплексы форм для нижне-, средне- и верхнесарматских отложений, но в настоящее время это сделать еще трудно. Во флоре нижнего сармата наряду с основным ядром, состоящим из солоноводно-морских форм, имеется заметное число морских диатомовых. Здесь отмечаются некоторые диатомовые общие со среднемиоценовой флорой. Уже в нижнем сармате появляются типичные сарматские роды — как *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Mastogloia*, *Navicula*, *Amphora* и *Rhopalodia*. Среднесарматская флора изучена слабо (флора Ак-Буруна). В ней наблюдается дальнейшее пышное развитие прибрежных и донных солоноводных видов. Большим числом видов представлены р.р. *Mastogloia*, *Amphora*, *Navicula*, *Surirella* и *Campylodiscus*. К этому времени окончательно формируется характерная, в значительной мере эндемичная, сарматская флора. Ее мы находим в отложениях верхнего сармата. Эндемичность сарматской флоры несомненна, если даже внести все необходимые поправки в определения Панточека и Миссуны. Из 78 форм верхнего сармата Керчи по Панточеку — 67 принадлежат к новым видам. Из 104 видов диатомовых, которые приводит Миссуна (там же), 43 новых вида.

Дальнейшее изучение диатомовой сарматской флоры представляет исключительный интерес в отношении палеогеографии сарматского водоема.

Мэотическая флора диатомовых. Савченко (1911) опубликовал список диатомовых из мэотических слоев Тамани, состоящий из 44 видов. Диатомовые по преимуществу морские, развитие пресноводных и пресноводно-солонowodных незначительное. Руководящей формой исследуемых отложений является *Cymatosira* sp. Другой интересной особенностью мэотической флоры является развитие двух видов *Xanthiopyxis* — *X. oblonga* и *X. cingulata*. Оба указанных вида морские и, вероятно, планктические. В большом числе представлен морской вид *Grammatophora stricta* var. *fossilis*. Прибрежную группу диатомовых составляют виды р.р. *Navicula*, *Amphora*, *Achnanthes*, *Trachyneis*, *Suirella* и *Campylodiscus*.

Если судить по тем скудным данным, которые имеются по диатомовым мэотического яруса, флора его носила морской характер; наряду с прибрежной группой диатомовых встречаются и пелагические формы. Выделение руководящего комплекса форм пока преждевременно. Также пока невозможно сказать, насколько своеобразна флора мэотического яруса и в какой мере в ней участвуют формы ниже- и среднемиоценового возраста. С сарматской флорой она, повидимому, имеет мало общего, что объясняется различным физико-химическим режимом сарматского и мэотического морей.

### 3. Диатомовые плиоцена

Морская флора. Диатомовые морского плиоцена на территории Европейской части Советского Союза фактически не изучались. Все, что известно, касается флоры диатомовых нижнепонтического возраста с южного побережья Таманского полуострова. Здесь найдена (Жузе, 1946) своеобразная, очень бедная видами, флора диатомовых, в составе которой доминирующую роль играют некоторые разновидности *Actinocyclus Ehrenbergii* и более редко встречаются виды р. *Coscinodiscus*. Разновидности *Act. Ehrenbergii* из нижнепонтических отложений Тамани отличаются от всех известных разновидностей этой диатомовой. Характер фауны из понтических отложений говорит об очень слабой солёности водоема, где происходило образование осадков. Повидимому, своеобразные формы *Act. Ehrenbergii*, которые дают почти чистую культуру в исследуемых отложениях, объясняется новыми условиями обитания в солончатой воде, тогда как этот вид и известные до сих пор его разновидности встречаются в прибрежной зоне или в планктоне морей. (Табл. VII).

Морская диатомовая флора плиоценового возраста изучалась Гапоновым (1927) по материалам П. И. Полевого, а также Забелиной (1934).

В результате изучения флоры Забелина с полным основанием приписывает среднеплиоценовый возраст найденным морским диатомовым и polemизирует с Гапоновым, который ошибочно приписывает флоре диатомовых среднемиоценовый возраст. Сравнение списков Гапонова и Забелиной несомненно подтверждает синхронность этой флоры. Комплекс диатомовых в материалах Забелиной: *Stephanopyxis corona*, *St. turris* var. *arctica*, *St. turris* var. *polaris*, *Puxidicula Weyprechtii* и *Denticula kamtschatica*. Последний вид имеет массовое развитие. Единично встречаются *Grammatophora angulosa* var. *islandica*, *Thalassionema nitzschioides*,

*Raphoneis capensis* и *R. surirella*. Забелина приводит общие формы с указанными Гапоновым (1927): *Stephanodiscus Kanitzii*, *Coscinodiscus elegans*, *C. impolitus* (у Гапонова *C. antarcticus* C a s t r.) и др.

В списке форм Гапонова следует отметить *Coscinodiscus elegans* и *Stephanodiscus Kanitzii*, описанные Папточеком (1903—1905) в миоценовых отложениях Венгрии. Развитие *Puxidicula Weyprechtii* поразительно для флоры столь молодого возраста. Известны находения этого вида в палеогеновых отложениях, но для флоры неогенового возраста *Puxidicula Weyprechtii* указывается впервые.

Пресноводная флора. Пресноводная флора плиоценового возраста монографически обработана В. С. Порецким (1937а и 1940б) из диатомитов Грузии (Кисатибское месторождение) и Армении (месторождение у с. Нурнус и Арзни). Порецким (1937а), впервые для Кисатибского месторождения, определялась флора диатомовых в вертикальной серии образцов, что позволило автору восстановить физико-химический режим Кисатибского бассейна в различные периоды его существования. Общий список диатомовых включает 67 форм. В нижних горизонтах диатомита породообразующей формой является *Stephanodiscus astraea* var. *minutula* — планктическая форма, достигающая также массового развития в современных эвтрофных озерах. В верхних горизонтах доминирует *Fragilaria construens* и ее разновидности. Указанная диатомовая населяет литораль озер, что позволяет Порецкому сделать заключение об обмелении Кисатибского бассейна в период отложения верхних горизонтов диатомита и связать это явление с накоплением донных отложений. В выходах диатомитов на склонах гор Ульвы и Ахута, близ указанного месторождения, породообразующими формами являются *Coscinodiscus lacustris* и *C. Normanii*. Местообитания последнего вида приурочены к солоноватым водам, но нередко встречаются и в пресных водоемах. Каковы причины развития разнотипной диатомовой флоры в основном Кисатибском месторождении и окружающих его, на склонах гор Ульвы и Ахута, неизвестно. Наиболее интересные результаты дает сопоставление флоры Кисатибского диатомита с флорой миоценового и плиоценового возраста из района Гарца и Гессена, изученного Краске (1932, 1934). Наибольшее количество общих форм имеется с верхнеплиоценовой флорой, вследствие чего автор заключает, что диатомиты Кисатибского месторождения относятся к плиоценовому возрасту.

В Армении, близ Еревана, Порецким (1940) были изучены диатомовые Нурнусского месторождения диатомитов. Так же как и в Кисатибском месторождении, в Нурнусском — диатомовые определялись в вертикальной серии образцов. Экологический анализ флоры (57 видов) показывает, что Нурнусский бассейн представляет собой пресное озеро, в истории которого намечаются три различных этапа.

В нижних горизонтах доминирующими формами являются пресноводные *Melosira scabrosa* и *Fragilaria lapponica* var. *rostrata*. В составе флоры диатомовых этого периода типичных планктических форм нет, что связано, повидимому, с условиями обитания в неглубоком водоеме. В средних горизонтах преобладает *Melosira italica*, что В. С. Порецкий связывает с возрастающей трофичностью озера. В верхних слоях в массе встречаются *Fragilaria virescens* и *Fr. brevistriata*, обычно приуроченные к литорали крупных водоемов или заросших высшими растениями мелким водоемам. Встречающиеся солоноватоводные диатомовые как *Navicula gregaria*, *Nitzschia spectabilis* и др., позволяют пред-

полагать временное, быть может локальное, осолонение Нурнусского озера. В той же работе Порецкий приводит данные определения диатомовых в диатомите у с. Арзни, которое расположено в нескольких километрах от Нурнусского. В составе флоры определено 72 вида, среди них доминируют: *Melosira granulata*, *Stephanodiscus astraea* и var. *minutula*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Rhoicosphenia curvata* и ряд других. Диатомит слагается пресноводными видами. Присутствие планктонных форм *Melosira granulata* и *Stephanodiscus astraea* указывает, что образование диатомита происходило в более глубоком водоеме, нежели Нурнусское озеро. Особенности в составе флоры обоих месторождений Порецкий связывает не только с различием в глубинах этих водоемов, но и с их возрастом. Критическое рассмотрение флоры диатомовых в Арзни и сравнение ее с известными флорами плиоценового четвертичного возраста приводят автора к выводу о более молодом возрасте диатомита в Арзни, по сравнению с Нурнусским. Автор считает, что эти диатомиты образовались в самом конце плиоцена или в начале постплиоцена.

Ценность работ В. С. Порецкого заключается в том, что им впервые монографически обработана флора диатомовых, непосредственно предшествующая четвертичной, и показана близкая связь флоры верхнего плиоцена с современной. Мы остановились несколько подробнее на работах Порецкого, поскольку до сих пор, к сожалению, они остаются не опубликованными, и напечатаны лишь предварительные данные изучения диатомовых в нурнусских диатомитах (Порецкий, 1940а).

### Заключение

В течение миоцена и плиоцена появились все известные в настоящее время роды диатомовых из порядка *Pennales*: р.р. *Navicula*, *Amphora*, *Rhopalodia*, *Achnanthes*, *Mastogloia* и др. Все указанные роды представлены в среднемиоценовой флоре большим количеством видов. Плиоценовое время является периодом дальнейшего расцвета диатомовых в отношении развития массы новых видов и разновидностей (но не родов) порядка *Pennales*. Большая часть плиоценовых видов существует и в современных водоемах. Вымерло сравнительно небольшое число: *Fragilaria bituminosa*, *Tetracyclus ellipticus*, *Navicula hasta*, *Pinnularia Meisteri* и др.

В течение среднего и верхнего миоцена пышно развивается солоноводная и пресноводная флора диатомовых. В палеогене и нижнем миоцене пресноводная диатомовая флора пока неизвестна. В морфологическом отношении неогеновая флора диатомовых характеризуется преобладанием форм порядка *Pennales* над *Centrales*. Расцвет и господство последних — нижнетретичное время. Почти все известные роды *Centrales* появились в донеогеновое время и многие из центрических диатомовых вымирают в течение неогена (р.р. *Puxilla*, *Pseudopuxilla*, *Pterotheca*, *Eunotogramma*, *Kittonia*, *Monopsis*, *Kentrodiscus*, *Grovea*, *Corona*, *Keratophora*). Из центрических диатомовых в миоцене большое развитие получают р.р. *Craspedodiscus*, *Actinocyclus*, *Actinoptychus* и *Xanthiopyxis*. Большая часть центрических руководящих родов диатомовых палеогена к неогену постепенно вымирает (р.р. *Hemiaulus*, *Triceratium*, *Trinacria*, *Stephanopyxis*).

В миоцене появляются высоко специализированные роды диатомовых, как р.р. *Surirella*, *Campylodiscus* и *Nitzschia*. Уже флора сармат-

ского моря содержит много наиболее высоко развитых представителей диатомовых. Разнообразие в составе миоценовой флоры зависит от необыкновенно разнообразных условий местообитания. Этой пестроты флоры мы не находим в палеогене, где однообразие условий жизни в морской среде обуславливало, в общем, более однородную по составу диатомовую флору. Поэтому для флоры палеогена возможны широкие сопоставления (харьковский ярус на территории Советского Союза и нижнеолигоценовые диатомиты Оамару в Новой Зеландии), которые для флоры неогена возможны лишь с большим ограничением.

## Глава V

### ДИАТОМОВЫЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Диатомовые водоросли из осадочных пород четвертичного возраста изучались во многих разрезах на территории СССР. Исследование их производилось при выяснении генезиса и стратиграфии осадочных пород в связи с изучением четвертичной геологии различных районов, при геологических исследованиях на капитальных строительствах, при выяснении палеогеографических вопросов и при поисках полезных ископаемых (диатомитов). Наиболее подробно они изучены в северной половине Европейской части Советского Союза, особенно на северо-западе. Диатомовые определялись из межморенных, поздне- и послеледниковых отложений.

#### I. Диатомовые межморенных отложений

На территории Советского Союза известны находки диатомовой флоры в межморенных отложениях, образовавшихся как в морских, так и в континентальных водоемах.

##### 1. Диатомовые морских межморенных отложений

Межморенные отложения, характеризующиеся наличием ясно выраженного комплекса морских диатомовых, известны в Архангельской обл. (бассейн р. Ваги — притока Северной Двины и р. Пёзы — притока р. Мезени), в Ленинградской области (р. Мга около ст. Горы Кировской ж. д.; водораздел р. Тосны и ее притока р. Саблинки, около ст. Саблино Октябрьской ж. д.; побережье Лужской губы), на Карельском перешейке (около Раухиала в 12 км на восток от водопада Иматра), в Карело-Финской ССР (Петрозаводск, Медвежьегорск, Повенец) и на Кольском полуострове (р. Варзуга). Наибольшей полнотой отличается морская диатомовая флора в разрезах по р. Ваге, около Раухиала и на р. Мге.

**а. Архангельская область.** Обильная ископаемая флора диатомовых хорошей сохранности найдена Жузе и Порецким (1937) в бассейне р. Сев. Двины — в разрезе «двинских слоев» по р. Ваге, выше впадения ее притока р. Колешки. Диатомовые позволяют восстановить физико-химический режим водоема в период бореальной трансгрессии.

Хорошо выраженная диатомовая флора приурочена к нижним горизонтам толщи голубовато-серой неслоистой глины, залегающей между

двумя слоями торфа, в которых диатомовые почти совсем отсутствуют. В глинах найден 71 вид диатомовых и одна морская форма кремневых жгутиковых. Солоноводно-морские виды составляют 91%, пресноводные и пресноводно-солонководные — 9%. Преобладающее положение в отношении количественного развития занимают морские виды: *Biddulphia rhombus*, *Melosira sulcata*, *Coscinodiscus excentricus*, *Actinocyclus Ehrenbergii* и *Chaetoceros* sp. sp. (покоящиеся споры).

Доминирующий комплекс форм и процентное соотношение различных экологических групп диатомовых характеризуют исследованные горизонты глин, как морские. Преобладание литоральных форм над пелагическими указывает на то, что отложение исследованных осадков происходило в прибрежной части моря, что подтверждается и небольшой примесью пресноводных и пресноводно-солонководных диатомовых. По мнению Жузе и Порецкого (1937), господствующий комплекс представлен широко распространенными и потому непоказательными в географическом отношении формами, но среди диатомовых, имеющих небольшие количественные оценки, найден ряд бореальных и умеренно-атлантических форм, из которых особенно интересны виды, характерные для более южных широт: *Coscinodiscus Hauckii*, *Actinocyclus nebulosus*, *Tropidoneis elegans*, *Navicula forcipata* var. *nummularia*, *N. humerosa* var. *constricta*, *N. palpebralis* var. *minor*.

Эти данные позволяют авторам сделать вывод о более теплом температурном режиме, отличающем морскую бореальную трансгрессию от современного Белого моря. Диатомовая флора, сохранившаяся только в двух горизонтах межморенной толщи, отражает, повидимому, лишь время климатического оптимума межледникового периода.

Сравнение диатомовой флоры отложений бореальной трансгрессии по р. Ваге с диатомовыми межледниковых эмских отложений Голландии и Шлезвиг-Гольштейна, изученных Брокманом (1928, 1930, 1932), показывает 40% общих форм. Различия состава диатомовых флор в межледниковых отложениях бореальной трансгрессии по р. Ваге и в эмских отложениях Западной Европы авторы связывают с удаленностью этих районов друг от друга, обуславливающей несколько отличный физико-химический режим обоих водоемов.

Сведения о наличии морских диатомовых в межморенных отложениях по р. Пёзе (бассейн р. Мезени) приводятся в работах Малахова (1934, 1940\*). В нижнем горизонте межморенных слоев, представленных песчанистыми глинами, которые характеризуются по Малахову арктическим комплексом фауны, Е. И. Киселевой определено 12 видов диатомовых, из которых большая часть относится к морским формам: *Melosira sulcata* f. *radiata*, *M. sulcata* f. *radiolata*, *Coscinodiscus Kützingii*, *Grammatophora arcuata*, Gr. sp., *Raphoneis amphicerus*, *R. belgica*.

По заключению Жузе и Порецкого (1937), этот «комплекс характеризует собой прибрежную часть бассейна, подвергавшуюся опреснению... Это сказывается не только в примеси пресноводных и пресноводно-солонководных форм, но и в составе солонководно-морского комплекса, ряд компонентов которого типичен для несколько опресненных эстуариев».

Большая часть найденных здесь видов — широко распространенные формы, из них *Grammatophora arcuata* — элемент арктический. Теплолюбивых форм не найдено. Эти данные позволяют предположительно синхронизировать указанные песчанистые глины р. Пёзы с нижним отделом межледниковой толщи по р. Ваге.

**6. Ленинградская область.** Река Мга. Диатомовые межморенных отложений по р. Мге изучались В. Цансом, Г. Брандером и Н. В. Анисимовой.

Цанс (1936 \*) указывает, что в трех изолированных образцах межморенных глин было определено 25 видов диатомовых. Стратиграфическое положение изученных пород автором не установлено.

Брандер (1937, 1937 а) изучал диатомовую флору в шести, также изолированных, образцах межморенных мгинских глин; в их число вошли и те три пробы, которые указаны Цансом. Взаимное положение образцов в разрезе и приуроченность их к тому или иному стратиграфическому горизонту автором, по имеющимся этикеткам, не могло быть установлено. Систематические списки диатомовых в работах Брандера значительно полнее (100 видов) и почти целиком включают списки, приводимые Цансом.

Брандер исследовал диатомовые водоросли, кремневые жгутиковые и пыльцу. Он установил наличие двух различных группировок диатомовых. В солоноводно-морской группировке морские формы составляют 77—93%, солоноватоводные — 5—12%, пресноводные — 1—2%; в опресненной солоноводно-морской группировке морские формы составляют 34%, солоноватоводные — 9%, пресноводные — 18%, индифферентные — 39%<sup>1</sup>. Более ярко выражен первый из этих комплексов. В нем доминируют морские виды: *Achnanthes taeniata*, *Actinoptychus undulatus*, *Chaetoceros affinis*, *Cocconeis scutellum* var. *parva*, *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*, *C. obscurus*, *Cyclotella caspia*, *Grammatophora oceanica* var. *macilenta*, *Gr. marina*, *Thalassionema nitzschioides*.

Кроме диатомовых водорослей найдено 6 морских видов кремневых жгутиковых, среди которых преобладающими являются *Distephanus speculum* var. *regularis* Lemm.

Автор приходит к выводу, что диатомовая флора мгинских глин указывает на образование их в соленом, холодном и сравнительно глубоком море, довольно далеко от берега. Об этом свидетельствует большой процент форм, свойственных открытому морю, отчасти высокоарктических, среди которых не только неритические, но и типичные океанические виды преобладают в количественном отношении; виды солоноватоводные, наоборот, играют сравнительно подчиненную роль, а пресноводных форм почти совсем нет. Микропалеоботанические исследования приводят Брандера к выводу, что «по крайней мере, верхняя часть мгинских глин отложилась во время последнего межледникового периода, а именно в море Португалия». Автор предполагает, что нижние слои мгинских глин отложились в теплом эмском море, но отсутствие в распоряжении автора полной вертикальной серии проб для микропалеоботанического исследования не дает возможности рассматривать полученные им данные, как прямое доказательство этого предположения.

И. М. Покровская (1936а, \* 1939 \*), исследовавшая на пыльцу серии межморенных отложений из скважины и обнажения по р. Мге вблизи ст. Горы (километрах в 40 от Ленинграда), приходит к выводу о межледниковом возрасте мгинских глин.

Диатомовый анализ этого же разреза (из коллекции Н. В. Потуловой), заключающего межморенные глины и пески и покрывающие их морену, ленточные глины и послеледниковые пески, был произведен

<sup>1</sup> При вычислении процентов видов, относящихся к той или другой экологической группе, Брандер принимает во внимание не только количество видов, но также и обилие их.

Н. В. Анисимовой. Ею была проанализирована вертикальная серия из 52 образцов, причем в 23 образцах межледниковых глин была обнаружена обильная диатомовая флора, особенно богатая в нижних горизонтах. Всего определено 100 видов. Доминируют морские формы: *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*, *Coscinodiscus* sp., *Grammatophora oceanica* var. *macilenta* f. *nodulosa*, *Thalassionema nitzschioides* и в большом количестве эвригалитная *Synedra tabulata*. Морской элемент преобладает не только в отношении количества экземпляров, но также и в отношении видового разнообразия. По сравнению с данными Брандера диатомовая флора, определенная Анисимовой, отличается меньшим разнообразием морских видов (исключение составляет р. *Coscinodiscus*, представленный здесь значительно богаче) и несколько большим разнообразием видов пресноводно-солонowodных. Систематический список диатомовых, найденных Анисимовой в мгинских межморенных отложениях, приведен на стр. 183.

Лужская губа Финского залива. Менакер (1940), занимаясь геологическими исследованиями в предглинтовой низменности, обнаружил на побережье Лужской губы, в первичном залегании, межморенные глины с чрезвычайно бедной морской фауной. Анисимовой были исследованы диатомовые водоросли в разрезе этих межморенных тонкослойных темносерых глин. Большинство образцов оказались немymi и лишь в двух из них определены диатомовые в количестве 21 вида; большинство из них встречались единично.

Солонowodно-морская группа составляет 76%, в нее входят: *Melosira sulcata*, *Hyalodiscus scoticus*, *Coscinodiscus* sp., *Chaetoceros Clevei*, *Rhabdonema arcuatum*, *Grammatophora angulosa*, *Gr. arctica*, *Gr. marina*, *Gr. oceanica* и var. *macilenta*, *Thalassionema nitzschioides*, *Synedra tabulata*, *Cocconeis quarnerensis*, *C. scutellum*, *Diploneis didyma*, *Campylodiscus echeneis*. Доминирующий комплекс слагается морскими видами: *Grammatophora oceanica* и var. *macilenta*; *Rhabdonema arcuatum* и *Coscinodiscus* sp. Находки единичных экземпляров пресноводных видов автор связывает с «опресняющим влиянием берега. Вероятность такого объяснения подтверждается и тем, что среди диатомовых преобладают формы литоральные... Пелагические формы встречены единично. Весь комплекс носит явно прибрежный характер». Менакер предположительно относит лужские межледниковые глины к отложениям моря Портландия.

С а б л и н о. Е. А. Ансберг и О. М. Знаменской были открыты межморенные отложения на силурийском плато к югу от линии глинта на водоразделе рек Тосны и Саблиники около ст. Саблино Октябрьской ж. д. в 45 км от Ленинграда. Авторы отмечают правильную смену фаций этих межморенных морских отложений (пески—глины—пески) в двух смежных скважинах, которая указывает на постепенное углубление бассейна в начале и обмеление его в конце существования. «Правильная смена фаций, а также нахождение морских отложений во впадине доледникового рельефа свидетельствуют о коренном залегании морских образований» (Ансберг и Знаменская, 1941\*). Эти морские осадки с обломками раковин *Joldia arctica*, *Tellina calcarea* перекрыты безвалунными отложениями и верхней мореной и подстилаются мореноподобным суглинком (нижняя морена). В. С. Шешуковой были определены диатомовые водоросли в вертикальной серии, состоящей из 21 образца и охватывающей всю межморенную толщу и обе морены (стр. 183.) Диатомовые обнаружены только в слое плотной серо-черной тонкослойной глины, заключающей обломки морских раковин. Найденная флора очень плохой

сохранности и представлена преимущественно обломками панцирей, в ряде случаев не дающими возможности точного определения форм. Доминируют: *Chaetoceros* sp. sp. (покоящиеся споры), *Thalassionema nitzschioides*, *Grammatophora oceanica* var. *intermedia* (?) и несколько меньше *Synedra tabulata* и *Actinoptychus undulatus*. Всего определено 27 видов диатомовых; 93% из них свойственны морским бассейнам, и лишь единичные обломки двух видов относятся к пресноводным. Подавляющее большинство найденных морских видов характерно для прибрежной области. Почти все они являются широко распространенными видами; исключение — единичная находка *Grammatophora arcuata*, свойственная арктическим водам. Теплолюбивых форм не обнаружено. Кроме диатомовых найдено два морских вида кремневых жгутиковых *Distephanus speculum* (Ehr.) Haeskel, *Dictyocha fibula* Ehr. Таким образом, диатомовая флора межморенных глин, впервые обнаруженных за линией глинта, указывает на отложение их в прибрежной зоне морского бассейна.

Карельский перешеек. Раухиала расположена километрах в 12 к юго-востоку от водопада Иматра. Брандер (1937а) исследовал диатомовые, кремневых жгутиковых и пыльцу в нескольких образцах глин, полученных из обнажения на склоне оза. Точное положение образцов глины в разрезе не было установлено. Найдена обильная и разнообразная флора диатомовых, причём даже нежные формы имели хорошую сохранность. Обнаружен новый для этого района комплекс, который, по мнению автора, говорит о такой солёности моря, которой не было в Балтике после отступления ледника. Индифферентные и пресноводные виды играют незначительную роль. Из найденных здесь 142 видов: морских — 76%, индифферентных — 7%, пресноводных — 4%. Типичный морской характер найденной диатомовой флоры ещё ярче выступает при точном количественном подсчёте: пресноводные виды найдены в количестве 45 экземпляров при общем количестве найденных при анализе 170 000 экземпляров. Доминируют: *Thalassiosira gravida* (покоящиеся споры), *Coscinodiscus obscurus*, *Chaetoceros affinis*, *Rhabdonema minutum*, *Grammatophora oceanica* var. *macilenta*, *Gr. marina*, *Thalassionema nitzschioides* и *Synedra tabulata*.

Автор приходит к выводу, что значительное количество морских планктонных видов указывает на отложение исследованных глин в открытом глубоком море, солёность которого была не ниже, чем в современном Северном море. Кроме диатомовых, в глинах из Раухиала найдено 10 видов кремневых жгутиковых, из которых преобладают *Distephanus speculum* var. *regularis* и несколько меньше *Dictyocha fibula*. *Distephanus speculum* и его разновидности живут обычно в холодных морях, а var. *regularis* рассматривается Гемайнхардтом (1930), как типичная холодноводная форма. Брандер приходит к выводу, что и «кремневые жгутиковые показывают, что море на месте отложения исследуемого материала было солёным, глубоким, открытым и холодным».

Сходство флоры диатомовых и кремневых жгутиковых из Раухиала и Мги приводит Брандера к заключению о синхронности этих флор; он относит их к стадии межледникового моря «Портландия». Сравнивая эти флоры с диатомовыми эмских отложений западной части Балтики, Брандер находит, что отложения эмского моря и моря «Портландия» не могут быть отличимы по теплолюбивым диатомовым, а отличаются только по находкам арктических диатомовых, характеризующих стадию «Портландия». «Своеобразная смесь арктических, бореальных и южных

теплолюбивых диатомовых объясняется легче всего предположением, что море «Портландия» — прямой наследник эмского моря. Диатомовые также указывают, что оба моря существовали в одно и то же межледниковое время. Море «Портландия» в восточной части Балтики было прохладнее, чем в южной части. Тем самым с помощью диатомовых является также доказанным предположительное соединение Балтийской котловины с Белым морем во время стадии «Портландия» (Брандер, 1937а).

Хиппе (1937\*) подвергает обстоятельной критике методическую сторону исследований Брандера, отмечая прежде всего то обстоятельство, что исследованные им образцы глины из Раухиала и Мги были взяты не в первичном залегании. Хиппе соглашается с выводами Брандера о сходстве и возможности синхронизации флор Мги и Раухиала, но считает недоказанным синхроничность их с другими диатомовыми флорами моря «Портландия» из южной части Балтики (около Эльбинга и др.), так как общие для этих флор формы «не являются руководящими, а встречаются везде в морских условиях и в геологических отложениях разного возраста». Кроме того, сравнение диатомовых Мги — Раухиала с диатомовой флорой моря «Портландия» южной части Балтики, по мнению Хиппе, вряд ли возможно, так как в литературе по ископаемым диатомовым, найденным в отложениях моря «Портландия» в южной Балтике, отсутствуют данные о количественном развитии отдельных видов.

К критическим замечаниям Хиппе следует добавить, что количественные оценки форм в различных пробах, исследованных Брандером, не вполне сравнимы между собой: автор, применяя шестибальную шкалу, обозначает в каждом образце наиболее часто встречающиеся формы цифрой 6, соответственно приспособляя остальные более низкие оценки. В связи с неодинаковым богатством особей в разных препаратах получаются не вполне сравнимые цифры.

**в. Карело-Финская ССР.** Петрозаводск. При выяснении генезиса межморенной толщи г. Петрозаводска диатомовый метод сыграл чрезвычайно существенную роль. Эти межморенные отложения были первоначально описаны К. Воллосовичем как морские, на основании фауны моллюсков, найденной в отвалах вырытого колодца.

Повидимому, морские межморенные отложения представляют собой лишь небольшой отторженец, занесенный в пресноводную межморенную толщу,<sup>1</sup> что было доказано изучением морских осадков в шурфе и оконтуриванием шурфа несколькими скважинами (Покровская и Шешукова, 1939).

В этом отторженце, представленном глыбой глины, переполненной раздавленными (но не обломочными) раковинами морских моллюсков, была найдена обильная диатомовая флора (Покровская и Шешукова, 1939; Шешукова, 1939). Эта флора, приуроченная к черным глинам, складывается из комплекса морских и солоноводных диатомовых, пресноводные виды встречены единичными экземплярами. Из 35 найденных здесь видов в массе встречаются: *Grammatophora oceanica* var. *intermedia*, *Thalassionema nitzschioides*, *Synedra tabulata*, *S. camtschatica*; в меньшем количестве найдены *Rhabdonema arcuatum* и *Rh. minutum*.

Морской характер глины подчеркивается наличием многочисленных обломков кремневых жгутиковых, среди которых определены *Distephanus*

<sup>1</sup> См. «Диатомовые континентальных межморенных отложений», стр. 160.

*speculum* и *Dictyochoa fibula*. Общий систематический состав диатомовых и характер доминирующих форм указывают на образование исследованных глин в литоральной зоне моря.

И. М. Покровская (1937, 1939\*), руководствуясь пыльцевым спектром, рассматривает петрозаводские глины как образования межледниковые и считает, что они расположены выше эмских и двинских слоев.

Северное побережье Онежского озера. При геологических изысканиях на северном берегу Онежского озера был заложен ряд скважин, которые и были подвергнуты диатомовому анализу в Микроропалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ. Наиболее интересными в отношении диатомовой флоры, найденной в межморенных отложениях, оказались скважины около г. Медвежьегорска и г. Повенца. В. С. Шешуковой были определены диатомовые в 47 образцах из ряда скважин, заложенных в этих пунктах.

Медвежьегорск. Скважина прошла 15-метровую толщу, слою которой представлены черными межморенными суглинками и глинами, содержащими довольно обильную диатомовую флору; в них определено около 30 видов диатомовых (стр. 183). Морские формы с небольшой примесью солоноводных составляют 76%. Панцыри диатомовых плохой сохранности. Доминируют широко распространенные в географическом отношении формы, свойственные преимущественно литорали и неритической области моря: *Melosira sulcata* f. *radiata*, *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*, *Chaetoceros* sp. sp. (покоящиеся споры), *Grammatophora oceanica* var. *intermedia*, *Synedra tabulata*, *Thalassionema nitzschioides*. Пресноводные диатомовые составляют незначительную примесь. Как общий систематический состав, так и комплекс преобладающих форм указывают на отложение исследованных межморенных глин в литоральной или неритической области моря со слабыми следами опреснения.

Повенец. В районе г. Повенца богатая диатомовая флора была обнаружена в трех скважинах в горизонте межморенных плотных зеленоватых глин, залегающих на глубинах от 20 до 38 м.

Всего определено свыше 60 форм, из которых 72% являются морскими, 28% — пресноводные (стр. 183—184). В отношении количественного развития также преобладают морские формы: *Melosira sulcata* f. *radiata*, *Thalassiosira gravis* (покоящиеся споры) и *Thalassionema nitzschioides*, свойственные планктону преимущественно неритической и литоральной зоны моря. Большинство из найденных морских форм имеют широкое географическое распространение, лишь немногие характерны для холодных северных морей: *Grammatophora arcuata*, *Coscinodiscus bathyomphalus*, *Synedra camtschatica*, *Achnanthes groenlandica*. Кроме диатомовых, морской элемент представлен еще двумя видами кремневых жгутиковых: *Distephanus speculum*, *Ebria tripartita*. Таким образом, диатомовый анализ межморенных глин в районе Повенца указывает на отложение их в неритической или литоральной зоне умеренно-холодного моря с заметными следами опреснения.

## 2. Диатомовые континентальных межморенных отложений

Большая часть известных отложений межледниковых водоемов относится к последней валдайско-днепровской межледниковой эпохе и лишь озерные отложения у г. Лихвина датируются предпоследней днепровско-лихвинской межледниковой эпохой.

Межледниковые пресноводные отложения в отношении диатомовых часто представляют менее благодарный материал, чем послеледниковые осадки, так как во многих случаях диатомовая флора в них не сохраняется.

**Лихвин** (Тульская обл.). Отложения континентальных водоемов днепровско-лихвинской (миндель-рисс) межледниковой эпохи изучались в отношении диатомовых Жузе (1939а). Серия озерных осадков мощностью более 8 м, залегающая между мореной днепровского оледенения и щебенкой с валунами кристаллических пород, рассматриваемой как перемытая морена лихвинского оледенения (Герасимов и Марков, 1939\*), была исследована через 10—20 см. Найдена диатомовая флора очень плохой сохранности, очень часто панцири почти совсем растворены. Всего определено 7 видов, все пресноводные: *Melosira islandica* и subsp. *helvetica*, *M. italica*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Cyclotella bodanica*, *Tabellaria fenestrata*, *Asterionella formosa*. Большая часть встреченных диатомовых имеет широкое географическое распространение. Наиболее интересные *Melosira islandica*, свойственная, главным образом, планктону холодных водоемов, и *Cyclotella bodanica*, распространенная также в планктоне озер преимущественно субальпийского типа. Теплолюбивых форм не найдено.

Бедность диатомовой флоры в отложениях этой межледниковой эпохи не позволяет точно восстановить физико-химический режим существовавшего водоема на основании диатомового анализа.

**Полометь** (Калининская обл., Валдайский район). Большинство континентальных межледниковых отложений, изученных в отношении диатомовых, относится к днепровско-валдайской межледниковой эпохе (Герасимов и Марков, 1939\*). По данным Жузе (1939а), большинство исследованных ею межморенных торфов оказались немymi, нередко и озерные илы не содержали диатомовых, например: межледниковые отложения в г. Плесе, на р. Костроме (в ряде пунктов у г. Буя, д. Черная слюда), на р. Волге у г. Старицы и др. Находки континентальных отложений данной межледниковой эпохи между двумя моренами единичны.

К числу их относится разрез межледниковых отложений по р. Поломети, расположенный в пределах валдайского оледенения и покрытый мореной. Обильная диатомовая флора была найдена Жузе (1936) в межморенной гиттии и, в несколько меньшем количестве, в покрывающем и подстилающем ее торфе и нижележащем прослое песка. Определено около 200 форм.

По заключению А. П. Жузе, в нижнем горизонте межледниковых отложений комплекс диатомовых включает холодолюбивые формы; из последних преобладают: *Navicula scutelloides*, *Cyclotella Kützingiana* var. *planetophora* и var. *radiosa*, *Achnanthes lanceolata* var. *elliptica*. В меньшем количестве найдены холодолюбивые: *Achnanthes Clevei*, *Meridion circulare*, *Diatoma hiemale*, *Pinnularia viridis* var. *rupestris* и др. Присутствие холодолюбивых диатомовых в нижнем горизонте межледниковых отложений на р. Полометь соответствует данным пылецевого анализа (Покровская, 1936\*).

В гиттии верхних горизонтов межледниковой толщи эти формы встречаются очень редко. Здесь развивается другой экологический комплекс диатомовых. «Основной фон составляют виды, населяющие эвтрофные озера умеренной и южной областей СССР. Характерный комплекс составляют: *Anomoeoneis sphaerophora*, *Navicula oblonga*,

*N. cuspidata* var. *ambigua*, *Cymbella Ehrenbergii*, *Stauroneis acuta* и др. Особенно интересно нахождение *Navicula diluviana*, современным ареалом которой в СССР являются водоемы Южного Урала, Зауралья и Северного Казахстана». Развитие этого комплекса диатомовых более теплолюбивого характера указывает на изменение климата в сторону потепления.

А. П. Жузе проводит сравнение изученной диатомовой флоры с ископаемыми диатомовыми из западноевропейских межледниковых отложений (Красске, 1933а, Деваль, 1928) и отмечает присутствие в обеих флорах мало распространенных форм: *Cymbella parvula*, *Navicula Schönfeldii* и др.

В качестве характерных форм для межледниковых отложений р. Полонети автор указывает *Stauroneis acuta*, *St. Schulzii*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Navicula bicapitata*, *N. diluviana*, *N. oblonga*, *Cymbella Ehrenbergii* и *C. parvula*.

Пепелово и Чухлома (Ярославская обл.). Вне границ валдайского оледенения находки межледниковой ископаемой флоры наиболее часты и обильны. Они покрыты здесь псевдомореной или аллювием, синхроничным валдайскому оледенению; поэтому и эти находки имеют стратиграфическое значение (Герасимов и Марков, 1939 \*). Межледниковые отложения подобного типа были изучены в отношении диатомовых в разрезах около с. Пепелово и г. Чухломы, Ярославской обл.

Отложения у Пепелово представляют диатомит, переходящий книзу в трепел. Озерная толща состоит из 12—15 тысяч слоев, она подстилается и покрывается песками с многочисленной галькой, рассматриваемыми К. К. Марковым как флювиогляциальные, отвечающие предположительно предпоследнему и последнему оледенениям. В толще диатомита и трепела определено 200 форм диатомовых (Жузе, 1939а). Флора диатомита представлена почти исключительно пресноводными видами диатомовых; доминируют планктонные формы: *Melosira granulata* var., *M. italica* var., *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus astraea* var. *minutula*, *Synedra acus* var. *angustissima*, которые обычно населяют водоемы с развитой пелагической областью. По мнению А. П. Жузе, экологический состав большинства найденных диатомовых типичен для эвтрофного водоема, из них 45% форм характерны для водоемов с более высоким температурным режимом<sup>1</sup>. По характеру диатомовой флоры автор сближает озерные отложения с. Пепелово с флорой озер эвтрофного типа умеренной полосы Советского Союза.

Разрезы межледниковых отложений у г. Чухломы также анализированы Жузе (1939а). Диатомовые найдены в небольшом числе в гиттии. Автор отмечает наличие ряда форм, характерных для эвтрофных озер, и некоторое сходство с межледниковой флорой по р. Полонеть. Ввиду бедности диатомовой флоры восстановить физико-химический режим межледникового бассейна не представляется возможным.

Петрозаводск (Карело-Финская ССР). Несколько особое положение занимает диатомовая флора межморенных отложений г. Петрозаводска. Как уже указывалось выше, эти отложения первоначально трактовались как морские.

В. С. Порецкий (1939), исследовавший диатомовые водоросли в породах из ряда скважин, заложенных на территории г. Петрозавод-

<sup>1</sup> Полный систематический список найденных диатомовых в цитированной работе не приведен.

ска, обнаружил в них обильную пресноводную диатомовую флору хорошей сохранности. Найдено около 80 видов; преобладают планктонные виды: *Melosira granulata* var. *angustissima*, *M. islandica* subsp. *helvetica*, *Stephanodiscus astraea*, свидетельствующие об образовании межледниковых осадков в водоеме с значительной толщиной воды.

Таким образом, путем применения диатомового метода было опровергнуто долго существовавшее представление о морском происхождении петрозаводских межморенных отложений и установлено отложение их в пресноводном озере с хорошо выраженной пелагической областью.

Сравнение этих межледниковых отложений с разрезом по р. Полометь показывает, что в петрозаводских отложениях отсутствуют свойственные современным более южным эвтрофным озерам диатомовые, которые характерны для разреза по р. Поломети и других исследованных, но не опубликованных разрезов в пределах экстралагической зоны. Это различие следует, вероятно, связать с более низким температурным режимом обширного озера, в котором отложились межледниковые глины г. Петрозаводска. Пелагический характер доминирующих форм сближает диатомовые флоры межморенных отложений Петрозаводска и Пепелово.

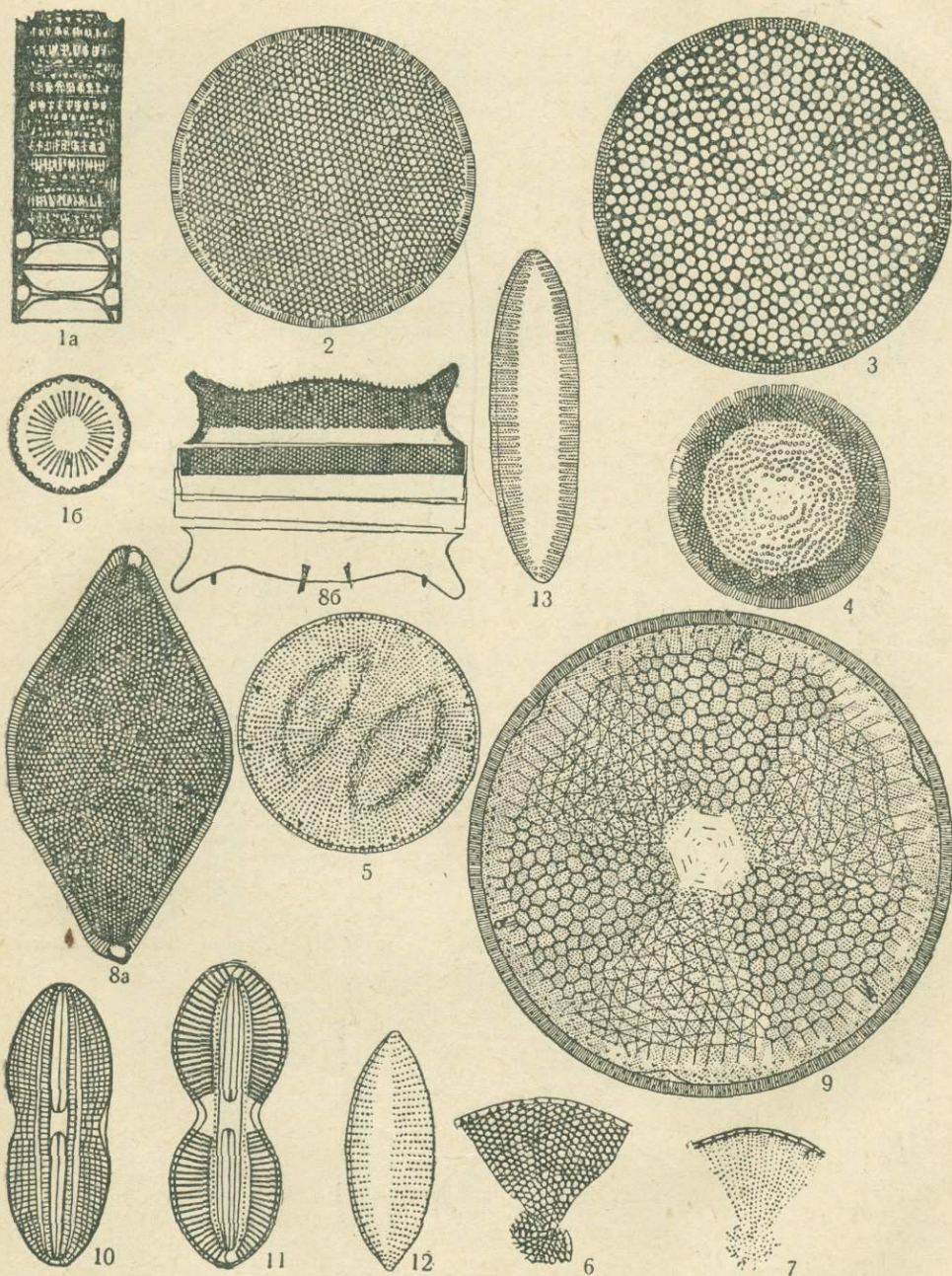
### Заключение

Таким образом изучение диатомовых водорослей в морских межморенных отложениях Европейской части Советского Союза показывает, что почти все исследованные разрезы характеризуются диатомовой флорой, свойственной литоральной или, реже, неритической области морских водоемов и несут иногда ясные следы опреснения. Все найденные формы обитают и в современных водоемах и в большинстве случаев являются широко распространенными. Что касается присутствия форм, связанных в своем развитии с более высоким температурным режимом, то они приводятся более отчетливо только для разреза по р. Ваге, диатомовая флора которой имеет много общего с флорой эмских отложений Западной Европы. Флоры остальных разрезов (Петрозаводск, Медвежьегорск, Повенец, Лужская губа, Саблино, Раухиала, Мга) более сходны между собой, чем с флорой р. Ваги; хотя нужно заметить, что сопоставление Мги и Раухиала с остальными разрезами не очень показательно, так как диатомовая флора последних гораздо богаче и разнообразнее, чем в остальных разрезах.

В результате сравнения полных систематических списков диатомовых водорослей всех изученных морских межморенных отложений можно выделить комплекс форм, более или менее характерный для всех известных разрезов. Он складывается из следующих видов: *Melosira sulcata*, (почти исключительно типичная форма), *Hyalodiscus scoticus*, *Thalassiosira gravida* (покоящиеся споры), *Coscinodiscus excentricus*, *C. radiatus*, *Actinoptychus undulatus*, *Actinocyclus Ehrenbergii* var. *crassa*, *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum*, *Grammatophora angulosa*, *Gr. arcuata*, *Gr. oceanica* и var. *macilenta*, *Thalassionema nitzschioides*, *Synedra camtschatica*, *S. tabulata*, *Cocconeis scutellum*, *C. scutellum* var. *parva*, *Diploneis didyma*, *D. interrupta* и *Nitzschia punctata*. (Табл. VIII а, б).

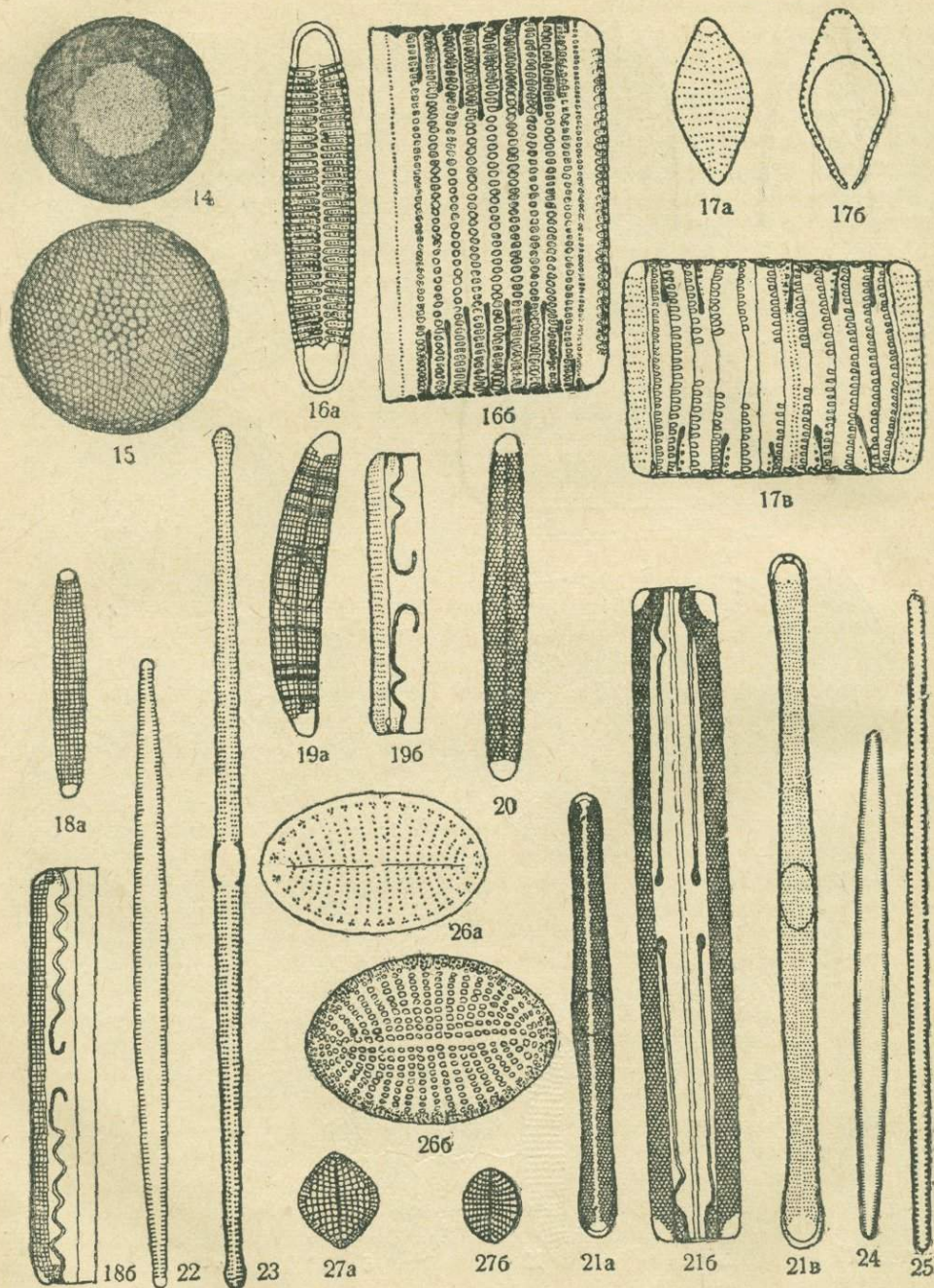
Кроме того, для р. Ваги (и эмских отложений Западной Европы) характерно присутствие *Biddulphia rhombus*, не встреченной в других разрезах.

Таблица VIIIa



Характерный комплекс диатомовых водорослей межледниковых морских отложений (Европейская часть СССР)

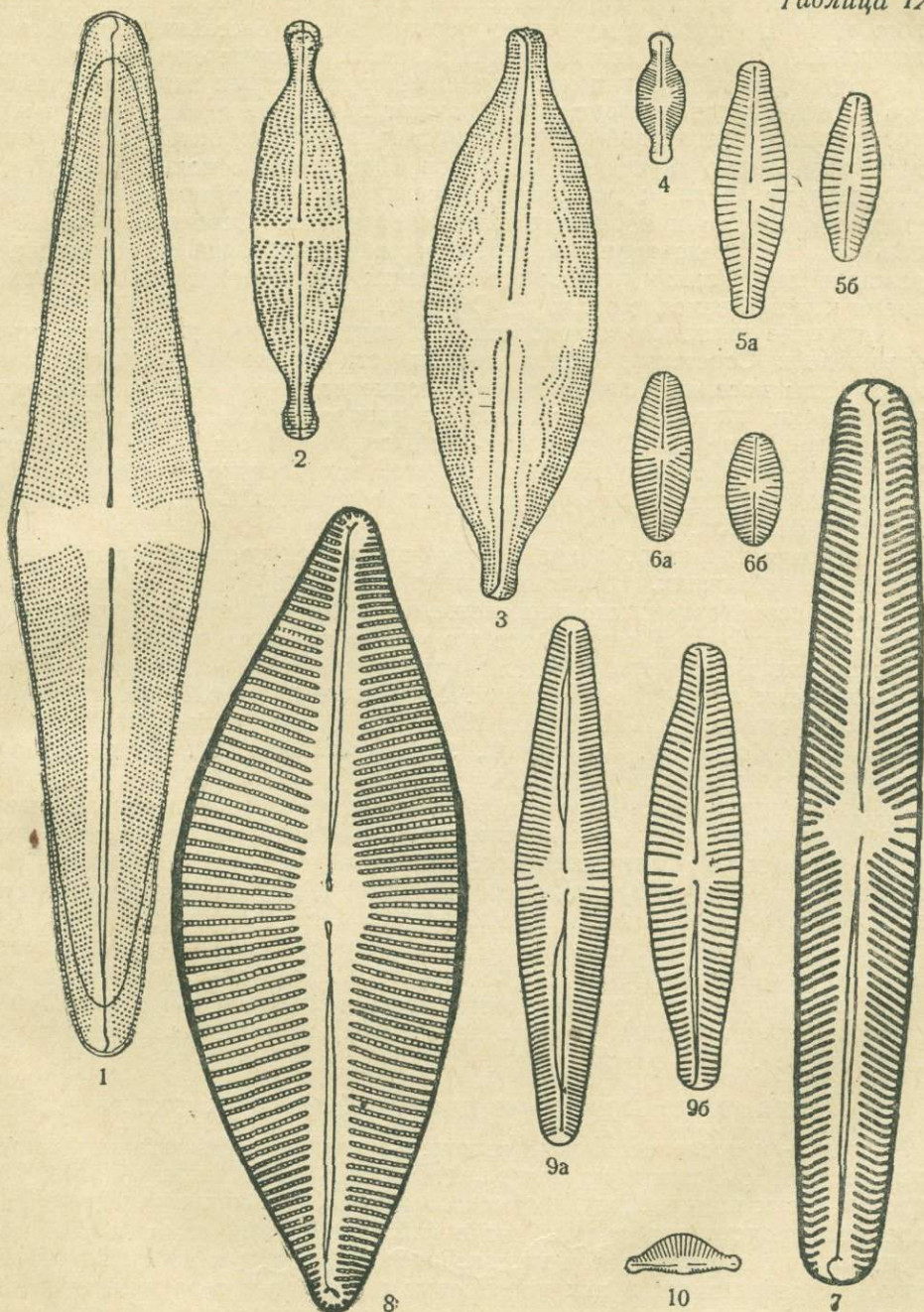
1a, 6 — *Melosira sulcata*. 2 — *Coscinodiscus (Thalassiosira) excentricus*. 3 — *C. radiatus*. 4 — *Actinocyclus Ehrenbergii* var. *crassa*. 5 — *Coscinodiscus lacustris*. 6 — *C. lacustris* var. *hyperborea*. 7 — *C. lacustris* var. *septentrionalis*. 8a, 6 — *Biddulphia rhombus*. 9 — *Actinocyclus undulatus*. 10 — *Diploneis didyma*. 11 — *D. interrupta*. 12 — *Nitzschia punctata*. 13 — *N. navicularis*.



Характерный комплекс диатомовых водорослей межледниковых морских отложений (Европейская часть СССР)

- 14 — *Hyalodiscus scoticus*. 15 — *Thalassiosira gravida* (чюпа). 16 а, б — *Rhabdonema arcuatum*. 17 а, б, в — *Rh. minutum*. 18 а, б — *Grammatophora angulosa*. 19 а, б — *Gr. arcuata*. 20 — *Gr. oceanica*. 21 а, б, в — *Gr. oceanica* var. *macilenta*. 22 — *Synedra tabulata*. 23 — *S. pulchella*. 24 — *S. camtschatica*. 25 — *Thalassionema nitzschioides*. 26 а, б — *Cocconeis scutellum*. 27 а, б — *C. scutellum* var. *parva*.

Таблица IX



Характерный комплекс диатомовых водорослей межледниковых континентальных отложений (Европейская часть СССР)

1—*Stauroneis acuta*. 2—*St. Schulzii*. 3—*Anomoeoneis sphaerophora*. 4—*Navicula bicapitata*. 5a, 6—*N. diaviana*. 6a, 6—*N. Schönfeldii*. 7—*N. oblonga*. 8—*Cymbella Ehrenbergii*. 9a, 6—*C. aequalis*. 10—*C. parvula*.

Для более полной характеристики диатомовой флоры межледникового моря и физико-химического режима этого бассейна желательнее дальнейшее изучение диатомовых в разрезах, которые охватили бы всю межморенную толщу, так как при анализе некоторых неполных разрезов (Медвежьегорск, Повенец) обращает внимание наиболее интенсивное развитие диатомовой флоры в нижних горизонтах отложений. Кроме того, необходимо изучение спор видов *Chaetoceros* с целью точного их определения до вида; эти споры встречаются в межморенных отложениях очень часто и в значительных количествах. Особенно интересно дальнейшее исследование диатомовых морских отложений на территории, лежащей выше линии глинта; все сведения о них сводятся в настоящее время к одной находке около ст. Саблино.

Изучение диатомовых водорослей в континентальных межморенных отложениях Советского Союза показывает, что почти все найденные здесь виды населяют современные пресные воды и в большинстве случаев имеют широкое географическое распространение, исключение — описанные Жузе (1936) для межледникового разреза по р. Поломети *Stauroneis Schulzii* и *Navicula bicapitata*, неизвестные в современных водоемах. Ограниченным ареалом характеризуются *Symbella parvula* и *Navicula diluviana*.

Несмотря на разнообразие физико-химических условий в различных, особенно небольших, континентальных водоемах (даже в случае их близкого территориального расположения) и связанной с этим пестротой в составе диатомовой флоры, все же можно наметить комплекс, характерный для межморенных континентальных отложений, образованных в неглубоких эвтрофных водоемах. Он складывается из следующих форм: *Symbella parvula*, *C. Ehrenbergii*, *C. aequalis*, *Navicula bicapitata*, *N. diluviana*, *N. oblonga*, *N. Schönfeldii*, *Stauroneis acuta*, *St. Schulzii*, *Anomoeoneis sphaerophora* (табл. IX).

Приведенный здесь обзор данных о диатомовых водорослях межморенных континентальных отложений СССР показывает, что они еще мало изучены. В дальнейшем особенно интересно было бы произвести исследование ряда разрезов, расположенных в экстрагляциальной зоне, где можно ожидать диатомовую флору лучшей сохранности в полной серии межледниковых отложений, не нарушенных последующим оледенением. Большое внимание также следует уделить занимающим особое стратиграфическое положение подморенным осадкам у г. Лихвина; относительно их диатомовой флоры в литературе имеются лишь очень скудные данные<sup>1</sup>.

## II. Диатомовые поздне- и послеледниковых отложений

Поздне- и послеледниковые отложения являются благодарным материалом для выяснения стратиграфических и палеогеографических вопросов путем применения диатомового метода, так как в течение этого времени происходили значительные физико-географические изменения, а отложения этого возраста широко распространены и доступны изучению. Встречающиеся в них диатомовые населяют и современные водоемы, поэтому экология большинства видов хорошо известна, и сохранившаяся в тех или иных осадках диатомовая флора может служить надеж-

<sup>1</sup> Желательны анализы других разрезов этой интересной межледниковой толщи, тем более, что в Микрорпалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ В. С. Порецким была обнаружена значительно более богатая диатомовая флора в исследованной им серии образцов межледниковых отложений из Лихвина. Данные анализа не сохранились.

ным показателем для выяснения их генезиса. Очень показательны и убедительны данные диатомового анализа в районах сменяющихся трансгрессий и регрессий морских вод, так как диатомовые водоросли особенно чутко реагируют на изменение концентрации растворенных в воде солей. Смена отложений морских, солоноватых и пресных вод сопровождается сменой комплексов диатомовых с преобладанием морских, солоноватоводных и пресноводных видов. Особенно богатая и разнообразная флора диатомовых встречается в диатомитах и часто в сапропелях, нередко также и в торфах. Что же касается минеральных осадков, то диатомовые лучше сохраняются в глинах, чем в песках; из песков, особенно крупнозернистых, диатомовые могут вымываться. Однако иногда наблюдаются случаи нахождения обильной диатомовой флоры и в грубых песках и, наоборот, отсутствие их в глинах.

Наиболее подробно изучены диатомовые поздние и послеледниковые отложения северо-запада Европейской части Советского Союза (побережье восточной части Финского залива и Карелии). В отложениях этого возраста диатомовые изучались в связи с разрушением теоретических вопросов стратиграфического и палеогеографического характера, а также в связи с геологическими изысканиями при постройке крупных гидросооружений и при поисках полезных ископаемых (диатомитов).

**1. Северо-западная часть Ленинградской области.** Особенно детально диатомовые изучены в районе восточной части Финского залива. По мнению Маркова (1934 \*) «изучение диатомовых в отложениях Балтики дает единственную возможность установить степень пресноводности или солоноводности бассейна. Диатомовые дают возможность наметить в данной толще независимо от ее литологии, горизонт, соответствующий максимуму трансгрессии». Для последней цели необходимо анализировать последовательные вертикальные серии образцов (Порецкий, Жузе и Шешукова, 1933). Указанный метод применяется в Скандинавии, начиная с работ Сунделина (1919). Если исследуются многочисленные серии образцов и пробы взяты достаточно часто, то диатомовые вместе с пыльной характеризуют все основные изменения, которые произошли в режиме бассейна в разные отрезки времени, а также изменения климата.

Диатомовые поздние и послеледниковые отложения восточной части Финского залива изучены в многочисленных разрезах, охватывающих значительную площадь. Данные об использовании диатомовых в качестве палеонтологического материала при выяснении генезиса отдельных горизонтов четвертичных отложений этого района имеются в работе С. А. Яковлева (1925—1926\*). Систематическое же применение диатомового метода с целью изучения стратиграфии поздних и послеледниковых отложений Балтики было введено К. К. Марковым и В. С. Порецким. Результаты применения диатомового метода по этому району приводятся в работах К. К. Маркова, В. С. Порецкого, А. П. Жузе и В. С. Шешуковой (Марков 1931, 1932\*; Порецкий, Жузе и Шешукова, 1933; Марков и Порецкий, 1933, 1935, 1936).

Данные диатомового анализа наиболее детально изложены в работе Порецкого, Жузе и Шешуковой (1933), где приведено распределение диатомовых по горизонтам во всех исследованных разрезах, дан общий систематический список найденных диатомовых с указанием экологии отдельных видов и выделены формы, характерные для того или иного стратиграфического горизонта.

Все исследованные пункты нанесены на карте поздне- и послеледниковых бассейнов, составленной К. К. Марковым (Марков, 1931). В результате произведенных исследований выяснилось, что отложения в пределах первой террасы Финского залива, покрывавшейся водами послеледниковых бассейнов, содержат обильную диатомовую флору, а отложения второй террасы, несущие на себе следы позднеледниковых бассейнов, так бедны остатками диатомовых, что не дают возможности судить о составе диатомовой флоры этих осадков (если соответствующая флора когда-либо и существовала), а, следовательно, не дают каких-либо указаний относительно их генезиса.

В результате сопоставления данных диатомового анализа поздне- и послеледниковых отложений этого района с данными пыльцевого анализа, литологической характеристикой и условиями залегания этих осадков было сделано следующее заключение о диатомовой флоре различных горизонтов четвертичных отложений восточной части Финского залива.

1. В этом районе наиболее древние позднеледниковые осадки представлены верхними горизонтами ленточных глин и покрывающих их супесей; они являются отложениями приледниковых плотинных озер (XI зона Поста) и диатомовых почти не содержат. Синхроничные осадки в Швеции, в районе Кальмарского пролива, также не содержат диатомовых.

2. Отложения субарктического приледникового озера — пески и глины — также почти немые в отношении диатомовых. Синхроничные отложения (X зона Поста) озера *Gyrosigma* в Швеции дают ту же картину.

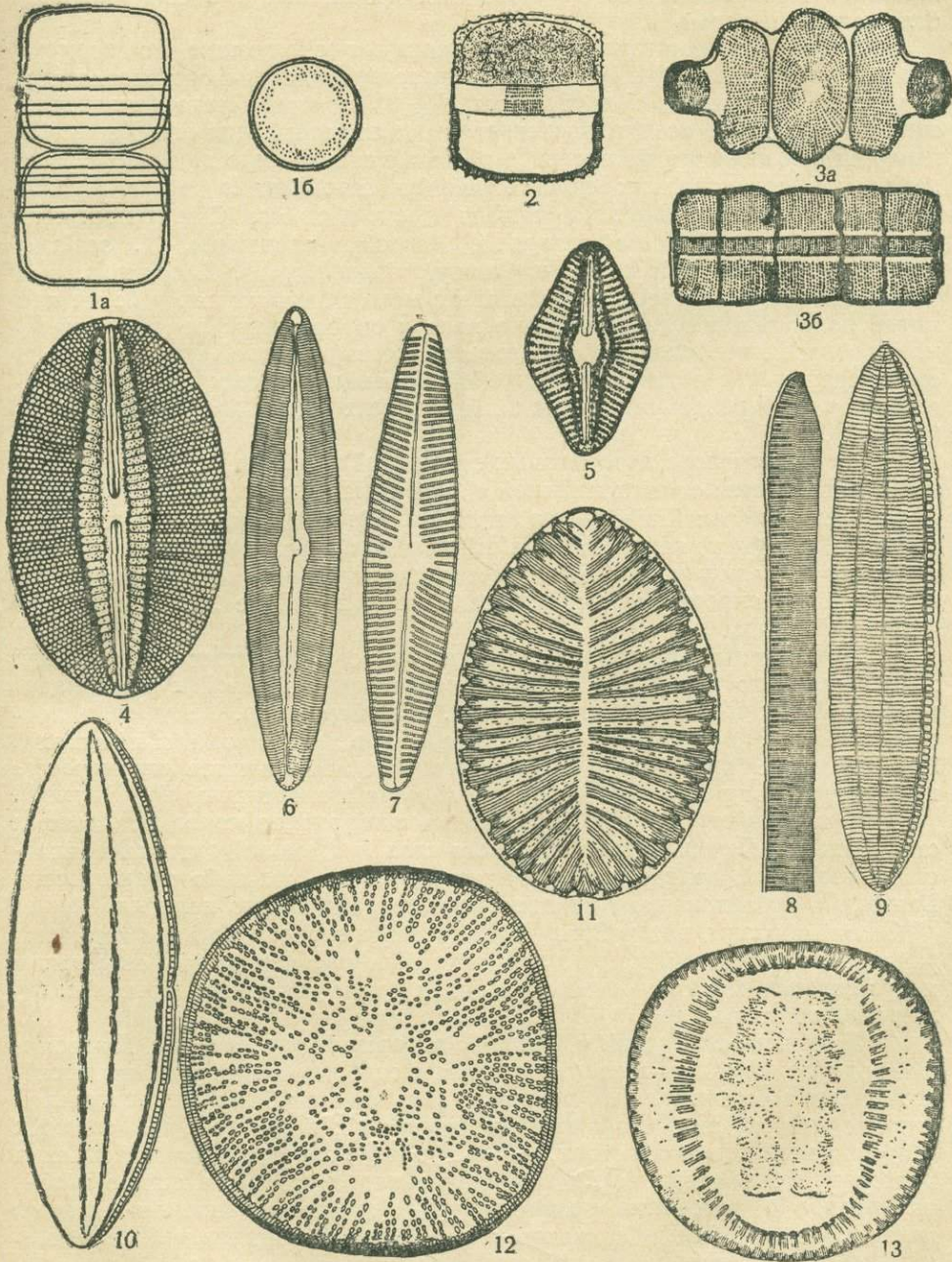
3. Отложения, соответствующие 2-му иольдиевому времени Мунте и морю *Echeneis*<sup>1</sup> Томассона (нижняя часть IX зоны Поста), датируемые переходом от субарктического времени к бореальному, представлены сильно минерализованной гиттией. Для них характерно наличие солоноводных диатомовых: *Campylodiscus echeneis*, *C. clypeus*, *Nitzschia scalaris*, *Surirella striatula*, *Diploneis Smithii* var. *rhombica*. Все виды, особенно два последних, встречаются в небольшом количестве экземпляров. Кроме форм солоноводных в этом горизонте присутствуют в значительном количестве элементы пресноводной диатомовой флоры: *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, *M. dictans*, *M. ambigua*, *M. granulata*, *M. italica* и виды pp. *Eunotia* и *Pinnularia*.

Приведенный для иольдиевых отложений солоноводный комплекс диатомовых сходен с комплексом доминирующих форм литориновых отложений этого же района, но значительно беднее его и по видовому разнообразию, и по количественному развитию отдельных форм. Подобное же сходство диатомовой флоры иольдиевых и литориновых отложений наблюдается в юго-восточной Финляндии.

4. Отложения пресноводной трансгрессии, соответствующей анциловой трансгрессии шведских авторов, датируемых бореальным периодом (верхняя половина IX зоны и VIII + VII зоны Поста), представлены песками и глинами. Диатомовая флора не очень обильна и разнообразна. Преобладают пресноводные формы. Характерно интенсивное развитие *Melosira arenaria* и *Epithemia Hyndmanni*. В анциловых отложениях восточной части Финского залива почти не встречается *Eunotia Clevei*, находки которой известны для отложений начальной и конечной фазы

<sup>1</sup> Название озера *Gyrosigma* и моря *Echeneis* дано по наименованию характерных для них диатомовых.

Таблица X



Характерный комплекс диатомовых водорослей литоринового горизонта последни-  
ковых отложений (Ленинградская обл.)

1a, 6 — *Melostira moniliformis*. 2 — *M. moniliformis* var. *hispida*. 3a, 6 — *Terpsinoë americana*. 4 — *Diploneis Smithii*. 5 — *D. Smithii* var. *rhombica*. 6 — *Caloneis formosa* var. *holmensis*. 7 — *Navicula peregrina*. 8 — *Nitzschia scalaris*. 9 — *N. tryblionella*. 10 — *N. circumscuta*. 11 — *Surirella striatula*. 12 — *Campytdiscus echenis*. 13 — *C. clypeus*.

анцилового озера в Швеции. В нижних горизонтах анциловых отложений наблюдается примесь солоноводных форм, как и в синхроничных отложениях Швеции.

5. Ярче всего диатомовые характеризуют следующие по времени солоноводные отложения, которые соответствуют литориновой трансгрессии шведских авторов и датируются V + IV зонами Поста (атлантический период). Эти осадки представлены диатомовой гиттией. Характерным для них является интенсивное развитие следующего доминирующего комплекса солоноводных форм: *Melosira moniliformis* и var. *hispida*, *Terpsinoë americana*, *Diploneis Smithii* и var. *rhombica*, *Caloneis formosa* var. *holmiensis*, *Navicula peregrina*, *Nitzschia circumscuta*, *N. scalaris*, *N. tryblionella*, *Surirella striatula*, *Campylodiscus clypeus*, *S. echeneis*.

В различных разрезах этот комплекс может быть выражен более или менее полно, но всегда достаточно ярко и определенно: поэтому диатомовая флора литоринового горизонта является исходной при выяснении стратиграфии четвертичных отложений Балтики и позволяет ориентироваться в датировке выше- и нижележащих пресноводных осадков (табл. X).

Диатомовая флора литориновых отложений восточной части Финского залива отличается от синхроничной ей флоры Швеции отсутствием типичных морских форм: *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum*, *Grammatophora marina*, *Hyalodiscus scoticus* и *Melosira sulcata* — встречающихся в Швеции в большом количестве. Иной состав диатомовой флоры указывает на значительное опреснение литоринового моря в районе восточной части Финского залива.

6. Характерный литориновый комплекс солоноводных диатомовых непосредственно сменяется кверху пресноводной флорой с преобладанием *Melosira italica*, *M. ambigua*, *M. islandica* subsp. *helvetica* и присутствием в значительном количестве видов pp. *Eunotia* и *Pinnularia*. Эти осадки с пресноводными диатомовыми покрываются слоем торфа и соответствуют регрессии литоринового моря и опреснению вод Балтики.

Детальный (через 5 см) микроскопический анализ монолитов, взятых стратометром Перфильева из верхнего слоя диатомовой гиттии Хабаловского озера, не подтверждает существования каких-либо трансгрессий Балтики в исследованном районе после атлантического периода.

Таким образом, для района Балтики вполне отчетливо выражен литориновый комплекс диатомовых, благодаря чему литориновые отложения могут служить маркирующим горизонтом при изучении четвертичных отложений этого района.

2. **Ладожско-Онежский и Онего-Беломорский водоразделы.** Диатомовые водоросли поздне- и послеледниковых отложений этого района исследовались в многочисленных разрезах. Изучение их было в значительной степени вызвано тем, что одним из интересных и вместе с тем спорных вопросов четвертичной истории Карелии является проблема соединения Белого и Балтийского морей в послеледниковое время, а также и тем, что вопрос о колебании уровней таких крупных водоемов, какими являются Ладожское и Онежское озера, не мог быть оставлен без внимания геологами при изучении геоморфологии и четвертичной геологии этого края. Микрпалеоботанический метод был широко использован при выяснении стратиграфии четвертичной толщи Беломорско-Балтийского водораздела.

а. **Ладожско-Онежский водораздел.** В Карелии, как и в ряде других исследованных районов, флювиогляциальные и озерно-

ледниковые отложения оказались почти немymi в отношении диатомовых водорослей; лишь в отдельных случаях встречались панцыри в виде единичных экземпляров, относящихся к различным экологическим группам. Однако в верхних слоях ленточных глин и покрывающих их супесей известен ряд заслуживающих внимания находок.

Наиболее убедительной находкой в позднеледниковых отложениях этого района является комплекс морских форм, обнаруженный в двух разрезах ленточных глин и покрывающих их (на высоте 35—40 м над уровнем моря) супесей в бассейне р. Видлицы, впадающей с северо-востока в Ладожское озеро (Земляков, Покровская и Шешукова, 1941). Найденная здесь диатомовая флора включает в себе элементы различной экологии: пресноводные и морские виды найдены здесь в одинаковом числе видов. Морской комплекс хорошо выражен и слагается из следующих форм: *Melosira sulcata* f. *radiata*, *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*, *Actinoptychus undulatus*, *Actinocyclus Ehrenbergii* var. *crassa*, *Chaetoceros subsecundus*, *Chaetoceros* sp. sp. (покоящиеся споры), *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum*, *Grammatophora arcuata*, *Gr. oceanica* var. *intermedia*, *Thalassionema nitzschioides*, *Cocconeis scutellum*. Кроме диатомовых здесь найдены морские водоросли из группы *Silicoflagellatae*: *Distephanus speculum* и *Dictyocha fibula*. Диатомовый анализ других разрезов в пределах той же Шуйской депрессии также показал наличие морских форм в позднеледниковых отложениях, но в значительно меньшем количестве.

Указанные находки морских диатомовых позволяют считать возможным существование пролива, соединяющего Белое море с Балтийским по линии Шуйской депрессии (Земляков, Покровская и Шешукова, 1941). Некоторым подтверждением этого положения являются новые исследования позднеледниковых отложений, произведенные В. В. Шарковым на северном берегу Ладожского озера в районе Питкяранта; в них В. С. Шешуковой определено небольшое количество морских видов (до 8 в пробе). Все формы встречены единичными экземплярами, чаще обломками, за исключением *Thalassionema nitzschioides* var. *lanceolata*, *Grammatophora oceanica* и *Gr. marina*<sup>1</sup>.

Совершенно иные результаты были получены при анализе четвертичных отложений в бассейне р. Свири. Долина р. Свири представляет понижение рельефа, соединяющее котловины Онежского и Ладожского озер; по этому понижению, согласно мнению ряда геологов, также могло происходить соединение Белого и Балтийского морей в позднеледниковое время. Жузе (1939), детально исследуя разрез донных отложений древнего Ивинского озера, расположенного в верховьях р. Свири, приходит к выводу, что с конца субарктического времени озеро было пресным водоемом и оставалось таким без изменения до момента превращения в болото. Это заключение автор основывает на том, что во всей исследованной толще донных осадков озера присутствует богатая пресноводная диатомовая флора. Таким образом, данные А. П. Жузе отрицают возможность существования позднеледникового морского пролива по долине р. Свири.

Для выяснения вопроса о возможности существования морского пролива по р. Суне изучен материал по четвертичным отложениям в районе

<sup>1</sup> Данные Мёльдера о находках морских диатомовых, в четвертичных отложениях Онежско-Ладожского перешейка (район Сямозера—Ведлозера) также говорят в пользу существования Беломорско-Балтийского соединения в позднеледниковое время (Мёльдер, 1944 \*).

западного берега Сегозера и рек Онды и Суны (Шешукова, 1937). Оказалось, что исследованные четвертичные отложения этого района Карело-Финской ССР «не дают никаких указаний на генетическую связь их с морскими водами»: во всех разрезах найдено лишь 3 формы, относящиеся к группе солоноватоводных и морских, причем 2 из них встретились среди обильной пресноводной флоры в горизонте, который датируется пылью субатлантическим временем, и лишь 1 вид найден в позднеледниковых отложениях.

б. Онего-Беломорский водораздел. В пределах этой части Балтийско-Беломорского водораздела находки морских форм менее ярки, чем по Ладожско-Онежскому водоразделу. Следует, однако, отметить данные Дьяконовой-Савельевой и Землякова (1928) о наличии морских диатомовых в супесях, покрывающих ленточные глины, на северном берегу Онежского озера. Морской комплекс слагается из следующих форм: *Melosira sulcata*, *Rhabdonema arcuatum*, *Grammatophora oceanica* var. *macilenta*, *Diploneis crabro* var. *pandurella*, *D. splendida*, *Navicula cancellata* var. *retusa*, *Nitzschia punctata* var. *elongata*. Эти формы составляют не очень обширный, но вполне определенный морской комплекс, который мог бы служить еще более убедительным доказательством проникновения в этот район морских вод в период образования исследованных осадков, если бы имелись данные и о количественном развитии отдельных форм.

Что касается находки диатомовых в покрывающих ленточные глины иольдиевых супесях близ Остер-озера (Дьяконова-Савельева, 1929), то морской элемент здесь слишком недостаточен, чтобы дать определенные указания на образование этих осадков в морском водоеме.

Диатомовый анализ раннеиольдиевых отложений по линии трассы Беломорско-Балтийского канала им. Сталина (Шижня, Маткожня, Пала-Корга, Надвоицы, Телекино, Повенец и другие пункты), произведенный сотрудниками Микророботанической лаборатории ВСЕГЕИ Н. В. Анисимовой, А. П. Жузе и В. С. Шешуковой, также не дал определенных указаний на существование по этой линии морского пролива. По заключению В. С. Порецкого, производившего сводку всех анализов, на высоких отметках из морских форм встречалась лишь *Melosira sulcata* и то лишь единичными экземплярами; только около берега Онежского озера были найдены две морские формы — *Melosira sulcata* и *Coscinodiscus radiatus* и одна солоноводная — *Campylodiscus clypeus*.

Нужно, правда, отметить, что вблизи Белого моря (Шижня) был обнаружен ясно выраженный солоноводно-морской комплекс диатомовых; однако эта находка морской флоры приурочена к небольшим высотным отметкам, почему она свидетельствует лишь о трансгрессии Белого моря, но не дает определенных указаний на проникновение соленых вод в Онежское озеро.

Таким образом, изучение диатомовых водорослей в позднеледниковых отложениях Ладожско-Онежского и Онего-Беломорского водораздела обнаружило присутствие наибольшего количества морских элементов в районе северо-восточного берега Ладожского озера и несколько меньше на северном берегу Онежского озера.

Необходимо, однако, заметить, что комплекс морских диатомовых, найденных в верхних слоях ленточных глин и покрывающих их супесей указанных районов, близок к флоре диатомовых межморенных отложений северо-западной части Советского Союза (хотя последняя обычно богаче и разнообразнее). Поэтому в настоящее время не всегда можно

отличить эти отложения друг от друга по составу диатомовых; диатомовая флора указывает точно лишь на морское происхождение тех и других осадков, занимающих разное стратиграфическое положение. В этих случаях особенно необходимо применение комбинированного микропалеоботанического метода (исследование пыльцы высших растений параллельно с диатомовыми) и выяснение условий залегания исследованных пород.

в. Ладожское и Онежское озера. С целью выяснения истории Ладожского озера в послеледниковое время был исследован в отношении диатомовых водорослей ряд разрезов четвертичных отложений на южном и восточном берегу этого водоема (Марков, Порецкий и Шляпина, 1934). Наиболее детально изучены разрезы гиттии по рр. Волхову, Сяси и Олонке, которые были датированы на основании найденной в них пыльцы суббореальным временем. В этих разрезах отложения ладожской трансгрессии характеризуются обильной и разнообразной диатомовой флорой с преобладанием пресноводных планктонных видов: *Melosira granulata*, *M. ambigua*, *M. islandica* subsp. *helvetica*, *Stephanodiscus astraea* var. *minutula*, что указывает на образование гиттии в водоеме с значительной толщей воды. Однородный состав во всей толще гиттии говорит об однородности физико-химических условий в течение всего периода времени, когда отлагалась гиттия. Общий систематический состав диатомовых указывает на пресноводный характер бассейна в период ладожской трансгрессии. Преобладающие формы представлены пресноводными и пресноводно-соленоводными диатомовыми, широко распространенными в пресных водах Советского Союза. Незначительная примесь единичных экземпляров соленоводных и морских видов и отсутствие характерного комплекса диатомовых литориновых отложений восточной части Финского залива не подтверждает проникновения вод Балтики в котловину Ладожского озера во время ладожской трансгрессии.

С целью выяснения истории Онежского озера в послеледниковое время И. М. Покровской был заложен ряд скважин на южном берегу этого водоема между селениями Андомой и Вознесением. Особенно интересной оказалась скважина за береговым валом около Усть-Вытегры, где в песках, залегающих под торфом и датированных пыльцой суббореальным временем, В. С. Шешуковой определена богатая пресноводная диатомовая флора (более 180 форм, преобладают планктонные *Melosira ambigua*, *M. islandica* subsp. *helvetica*), свидетельствующая о трансгрессии вод в этой части Онежского озера в суббореальный период<sup>1</sup>.

О солоноводно-морских элементах современной диатомовой флоры Онежского озера. С. М. Вислоух и Р. Р. Кольбе (1927) в своем, чрезвычайно ценном во всех отношениях, исследовании диатомовых Онежского и Лососинного (Лососинского, по Вислоух и Кольбе) озер, приводят список 350 видов и разновидностей диатомовых с обстоятельными критическими примечаниями к отдельным видам, и указывают, что «около 32% найденных ими форм более или менее связаны в своем нормальном состоянии со слабо солеными частями морей, что вместе с ранее установленным нахождением в Онежском озере реликтовых форм из животных... еще более подчеркивает реликтивно-морской характер исследованных водоемов». Однако критический анализ приводимого авторами систематического списка форм за-

<sup>1</sup> Результаты не опубликованы.

ставляет сильно изменить это представление (Шешукова, 1937; Жузе, 1939а). Во всей найденной С. М. Вислоух и Р. Р. Кольбе в этих водоемах флоре диатомовых имеются лишь 3 формы, солоноводный характер которых не вызывает сомнений; одна из этих форм встречена единичными экземплярами, для двух остальных количественные оценки не приведены. Эти три солоноводные формы составляют только 1% (вместо 32%) от всех найденных в этих водоемах диатомовых.

А. П. Жузе исследовала диатомовые водоросли из скважины, заложенной в грунтах Онежского озера, где обнаружила 137 видов; флора диатомовых, однородная во всех образцах, очень близка к современной флоре озера. Доминируют *Tabellaria fenestrata*, *Tabellaria flocculosa* и *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, из форм солоноводных найдена единичными экземплярами *Nitzschia scalaris*; из эвригалинных — *Diploneis Smithii*.

Таким образом, в донных отложениях Онежского озера, как и в современной его флоре, до сих пор найдено очень незначительное количество диатомовых водорослей, которые можно было бы рассматривать в качестве реликтов существовавшей солоноводной флоры.

**3. Калининская область.** Альгологический метод (определение различных водорослей, преимущественно диатомовых) был использован при изучении сапропелевых отложений озер Калининской области М. М. Соловьевым и Л. А. Белоголовой. Наиболее интересный результат получился для одного из водоемов, в котором по изменению флоры можно было проследить процесс постепенного старения озера, установить его длительный олиготрофный период, сменившийся эвтрофным с постепенным дистрофированием его вод (Соловьев и Белоголова, 1934).

Сравнительное изучение микрофлоры с целью изучения истории озер было применено Н. Н. Воронихиным (1929). Автор на основании анализа озерной альгофлоры (главным образом диатомовых водорослей) в нескольких пробах сапропеля, взятых с разных глубин в двух разрезах, и сравнения ее с современной флорой водоема, приходит к выводу об изменениях термических условий. Присутствие форм, развивающихся обычно в условиях повышенной концентрации солей, автор связывает лишь предположительно с влиянием выходов соленых ключей.

**4. Бассейн р. Северной Двины.** Диатомовые поздние и последледниковых отложений исследованы, по материалам В. Я. Филиппович, в Северо-Двинской впадине (часть депрессии Двинского залива) в субаквальной ее части, которая сформировалась благодаря деятельности р. Северной Двины и Белого моря после отступления ледника последней эпохи оледенения. А. П. Жузе (1939а) констатирует для этого района наличие комплексов диатомовых, характеризующих морские отложения двух трансгрессий Белого моря, сменившихся опресненными дельтовыми отложениями р. Северной Двины.

Отложения позднеледниковой морской трансгрессии (ингрессии), датированные по пыльце субарктическим периодом, характеризуются холодными климатическими условиями. Из диатомовых здесь найдены *Coscinodiscus excentricus*, *Nitzschia navicularis*, *N. punctata*, *Campylodiscus clypeus* и *Terpsinoë americana*. Большая часть найденных форм свойственна морской литорали. Торф, покрывающий эти суглинки, диатомовых не содержит.

Отложения последледниковой трансгрессии, датированные пыльцой атлантическим периодом, содержат обильную солоноводно-морскую диатомовую флору. Доминируют *Coscinodiscus excentricus*, *Navicula pere-*

*grina*, *Amphora commutata*, *Rhopalodia gibberula*, *Nitzschia navicularis*, *Campylodiscus clupeus*. Большая часть найденных форм обитает в литоральной зоне, некоторые являются формами неритическими. Весь найденный комплекс солоноводно-морских видов относится к бореальным или, в меньшей мере, к умеренно-атлантическим формам. Арктический элемент отсутствует. Состав диатомовой флоры показывает, что в период этой послеледниковой трансгрессии концентрация солей в воде была значительно выше, чем в современной дельте р. Северной Двины и даже в ближайших частях Двинского залива.

Толща песков и супесей, лежащих выше иловых отложений послеледниковой трансгрессии и датированных по пылице суббореальным периодом, содержит совершенно иную диатомовую флору. Преобладают пресноводно-солоноводные и слабо солоноводные формы: *Rhoicosphenia curvata*, *Epithemia turgida* var. *Westermanni*, *Epithemia zebra* var. *porcellus*, *Nitzschia tryblionella*, *Fragilaria virescens* var. *oblongella* f. *clavata*. Торф, покрывающий эту толщу песков и супесей, отложившийся в суббореальный период, диатомовых не содержит.

**5. Нижнее Поволжье и Украинская ССР.** Район Нижней Волги неоднократно привлекал внимание микропалеоботаников-диатомологов в связи с тем, что чередование периодов трансгрессий и регрессий Каспийского моря должно было отразиться на смене экологических комплексов диатомовых водорослей. В связи с этим В. С. Порецким было проведено рекогносцировочное обследование основных разрезов четвертичной толщи Нижнего Поволжья и собран материал для микропалеоботанического анализа. Н. В. Анисимовой и В. С. Порецким (1937) исследован ряд разрезов (у с. Никольского; в районе Черного Яра, Сталинградской обл.), которые охватывают все установленные для этого района П. А. Православлевым стратиграфические горизонты, начиная от бакинского яруса и кончая современным элювием. Диатомовая флора обнаружена только в сингильско-косоожской толще; здесь встречаются нередко *Melosira ambigua*, *M. granulata*, *M. italica* и единично *M. islandica* f. *curvata*, *M. varians*, *Stephanodiscus astraea* var. *minutula*, *Gomphonema tergestinum*, *Tabellaria fenestrata*, *Navicula scutelloides*. Хорошая сохранность и значительное количество некоторых видов свидетельствуют о нахождении их на месте отложения. Все найденные формы, за исключением *Melosira islandica* f. *curvata* и *Gomphonema tergestinum* в настоящее время широко распространены в средних и северных широтах Европейской части Советского Союза и свидетельствуют, по мнению авторов, о прохладном или умеренном климате во время образования исследованных слоев сингильско-косоожской толщи.

Найденный комплекс диатомовых слагается в основном формами пелагическими, образующими планктон стоячих или медленно текущих пресных вод. Однако надо учитывать, что эта флора не полностью отражает диатомовое население водоемов соответствующего периода.

Единичные находки диатомовых в остальных ярусах исследованных разрезов (бакинском, хазарском, ательском, хвалынском) не позволяют реконструировать физико-химический режим водоемов соответствующих периодов. Среди найденных диатомовых встречается ряд морских форм, характерных для нижнетретичных отложений Поволжья: *Biddulphia Tuomeyi*, *Melosira sulcata*, *M. sulcata* var. *siberica*, *Triceratium Weissii*, *Eunotogramma variabile*; почти все эти находки приурочены к отложениям сингильско-косоожского времени, что, по мнению авторов, «подчеркивает интенсивные эрозионные процессы в сингильское время, при-

ведшие к размыву и переотложению более древних морских осадков» (Анисимова и Порецкий, 1937).

В. С. Шешуковой также неоднократно исследовались породы из разных горизонтов (начиная с бакинских), охватывающих всю четвертичную толщу в Саратовском Поволжье и более южных районах. До сих пор нигде не обнаружена диатомовая флора хорошей сохранности. Встречаются лишь отдельные экземпляры небольшого количества видов, которые не могут дать определенных указаний при выяснении генезиса исследованных осадков; наряду с пресноводными, широко распространенными в современных водоемах и четвертичных отложениях, присутствуют панцыри морских диатомовых, имеющих широкое распространение в Поволжье. Исследование иловых отложений современных водоемов в Саратовском Поволжье (оз. Радьково в окрестностях Саратова) показало, что на панцырях диатомовых, очень обильных в верхних горизонтах ила, ясно заметны следы растворения. Начиная с глубины 0,4 м, количество диатомовых сильно снижается, а на глубине 0,8 м — створки почти совсем не сохраняются.

Возможно, что по этим же, пока неясным причинам, зависящим, вероятно, от химических процессов в осадках, происходило растворение панцрей и во всей толще четвертичных отложений этого района, в то время как нижнетретичная диатомовая флора во многих разрезах прекрасно сохранилась.

Подобный же факт отсутствия диатомовой флоры в четвертичных отложениях наблюдается и для других южных районов Советского Союза: многочисленные анализы этих осадков из разных областей УССР, произведенные В. С. Порецким в Микрорпалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ, не обнаружили диатомовой флоры.

В литературе имеются лишь указания о находках обильной диатомовой флоры в изолированных образцах «трепелового мергеля» и «трепеловых глин» из Полтавской области (бассейны рр. Ворскла и Псёл). Состав диатомовой флоры указывает на молодой возраст отложений, образовавшихся в пресном водоеме озерного типа (Гуров, 1888). Аналогичные результаты были получены Виттом при исследовании диатомового мергеля, входящего в состав древних речных образований этого района (Армашевский, 1886). Списки этих диатомовых приведены А. Н. Криштофовичем в «Каталоге растений ископаемой флоры СССР» (Криштофович, 1941).

**6. Средний Урал и Зауралье.** С целью выяснения истории водоемов Среднего Урала и Зауралья в четвертичное время Микрорпалеоботанической лабораторией ВСЕГЕИ произведены под руководством В. С. Порецкого микрорпалеоботанические исследования. Эти работы охватили горные и степные водоемы Ильменской, Каслинской, Кыштымской, Камышловской и Челябинской групп, расположенные по схематической карте Алабышева в зоне пресноводных сапропелей, солоноватоводных сапропелитов и минеральных лечебных грязей. Результаты диатомового анализа частично опубликованы (Жузе, 1939а, Шешукова, 1946).

На основании изучения современных и ископаемых диатомовых установлено два этапа в истории озер Ильменской, Каслинской, Камышловской и отчасти Кыштымской групп за время отложения толщи сапропеля, который заполняет значительную часть котловины этих водоемов. Верхний горизонт сапропеля характеризуется комплексом пресноводных диатомовых, сходных с современным (в разных водоемах этот комплекс

слагается различными видами), что указывает на одинаковый с современным физико-химический режим озер в период образования этого горизонта. Слои сапропеля, расположенные ниже, характеризуются экологически иной диатомовой флорой. Здесь доминируют солоноводные виды: *Campylodiscus clypeus* и *Anomoeoneis sphaerophora* var. *polygramma*. Кроме них встречаются и другие мезогалобы: *Anomoeoneis sphaerophora* var. *sculpta*, *Synedra pulchella*, *S. tabulata*, *Navicula subrhombica*, *Amphora coffeaeformis* var. *acutiuscula*, *A. mexicana* var. *major*, *Nitzschia vitrea*, *Campylodiscus echeneis* и др. Эта солоноводная флора указывает на более высокую, по сравнению с современной, минерализацию водоемов в период отложения соответствующих горизонтов сапропеля. Наличие солоноводного горизонта в отложениях пресных озер Среднего Урала и Зауралья авторы связывают с наличием более сухого и теплого климата в соответствующий период жизни водоемов.

Сравнительный экологический и систематический анализ современной и ископаемой диатомовой флоры пресных, солоноватых и соленых водоемов этого района позволяет сделать заключение о том, что минерализация их воды в период отложения солоноводного горизонта была близка к минерализации современного солоноватого оз. Четвертого Челябинской группы (Шешукова, 1946).

В отложениях некоторых озер (оз. Увильды) под солоноводным горизонтом А. П. Жузе (1939) обнаружила «минеральный черный слой» и подстилающие его супеси, характеризующиеся снова пресноводной диатомовой флорой, и, таким образом, установила третий, более древний этап — пресноводный — в истории этого водоема.

Изучение сапропелевых озер Свердловской группы было поставлено Сапропелевой комиссией Академии наук СССР под руководством В. Н. Сукачева. Результаты альгологического анализа изложены в работе А. И. Прошкиной-Лавренко (1945). Автор устанавливает три этапа в истории водоемов этой группы: верхний — пресноводный характеризуется диатомовой флорой, сходной с современной, в среднем — солоноводном — присутствуют мезогалобы, свойственные солоноводному горизонту указанных выше озер, в нижнем — диатомовые отсутствуют; но остатки десмидиевых водорослей, среди которых имеются виды холодолюбивые, указывают на холодный климат в период отложения нижнего пресноводного горизонта озер Свердловской группы.

Исследование озер Челябинской группы и некоторых водоемов Кыштымской группы дало иные результаты (Шешукова, 1946). Кыштымские озера характеризуются различной степенью минерализации воды с постепенным ее повышением по мере продвижения с запада на восток; в том же широтном направлении наблюдается процесс постепенного старения озер. Диатомовая флора озерных отложений более или менее однородна во всей толще в пределах каждого озера и сходна с современной флорой соответствующего водоема. Здесь отсутствуют определенные указания на какие-либо значительные закономерные изменения в физико-химическом режиме этих озер в период отложения изученных осадков.

Сходную картину дают солоноватые и соленые Челябинские озера. Здесь также отсутствуют указания на какие-либо длительные закономерные изменения в физико-химическом режиме озер.

Можно предположить, что приуроченные к более плоским котловинам озера Кыштымской и Челябинской групп высыхали во время суще-

ствования более сухого и теплого климата, почему этот период и не отразился в их отложениях.

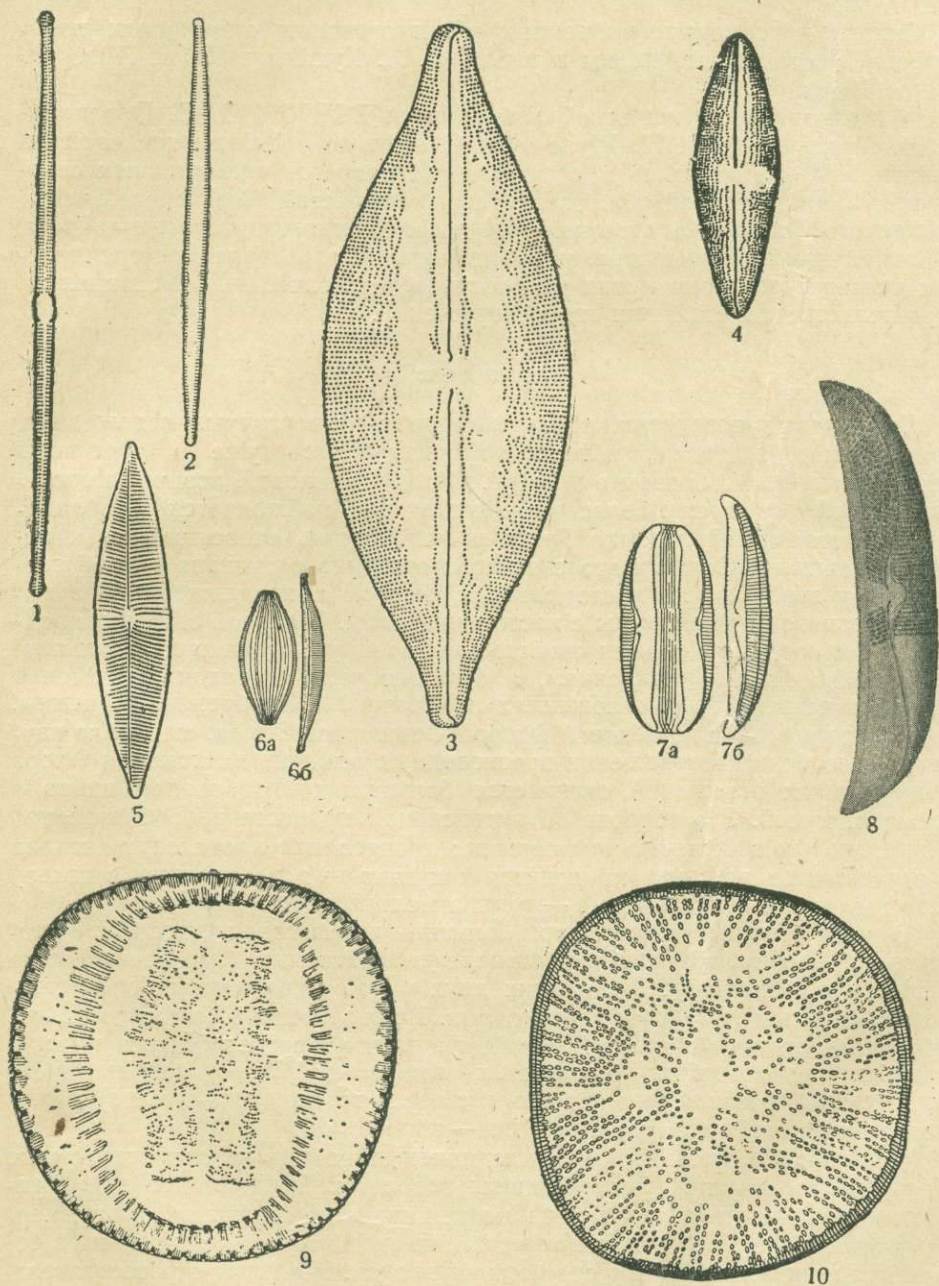
В результате всех этих исследований можно выделить следующий комплекс диатомовых, характерных для солоноводного горизонта отложений пресных водоемов Среднего Урала и Зауралья: *Synedra pulchella*, *S. tabulata*, *Anomoeoneis sphaerophora* var. *polygramma*, *An. sphaerophora* var. *sculpta*, *Navicula subrhombica*, *Amphora coffeaeformis* var. *acutiuscula*, *A. mexicana* var. *major*, *Campylodiscus clypeus*, *C. echeneis*. (Табл. XI).

**7. Западная Сибирь и Дальний Восток.** Многочисленные разрезы четвертичных отложений Западной Сибири неоднократно были исследованы в отношении диатомовых водорослей в Микрорпалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ В. С. Порецким, Н. В. Анисимовой, А. П. Жузе и В. С. Шешуковой. Значительная часть результатов этих определений приведена в сводной работе по геологии северо-западной части Западно-Сибирской низменности (Васильев, 1946). Большая часть материалов была изучена по бассейнам рек Оби, Иртыша, Пышмы. Применение диатомового анализа дало немного при изучении четвертичных отложений исследованных районов. В четвертичной толще независимо от литологии и стратиграфического положения того или иного горизонта встречаются панцири (иногда довольно многочисленные) большей частью морских диатомовых, переотложенных из нижнетретичных морских осадков. Некоторые из видов, например, круг форм *Melosira sulcata* и *Stephanopuxis turris* имеют хорошую сохранность, так как панцири их толстые и прочные, имеют округлую форму и не разрушаются при переотложении. Собственная же флора диатомовых, которая, вероятно, существовала в бассейнах четвертичного времени, по тем или иным причинам здесь почти не сохранилась. В Западной Сибири «четвертичные отложения формировались за счет продуктов разрушения и переотложения кристаллических и метаморфических пород палеозоя, а также морских и континентальных третичных отложений. Это с несомненностью указывает на обновление рельефа в послемiocеновое время и на наличие интенсивной эрозионной деятельности в четвертичную эпоху... При формировании аллювиальных осадков... происходил размыв нижележащих палеогеновых морских отложений. Этим и объясняется своеобразный нижнепалеогеновый облик диатомовой флоры во всем разрезе третичных отложений правобережья Оби» (Васильев, 1946). Этим же можно объяснить присутствие морских диатомовых палеогена и в четвертичных отложениях этого района.

Поэтому полученные до сих пор результаты диатомового анализа мало показательны для стратиграфии четвертичной толщи Западной Сибири, тогда как хорошо сохранившаяся и находящаяся на месте своего возникновения диатомовая флора морского палеогена этого края вполне может и должна быть использована для стратиграфических и палеогеографических построений.

Относительно диатомовых водорослей четвертичных отложений Дальнего Востока имеются сведения в работе Кушева, касающиеся геологии нижнего течения р. Амура (Кушев, 1936). В сводной таблице диатомовых наряду с формами, найденными в современных грунтах озер, приведены диатомовые из разреза террасы р. Амура. Заслуживает внимания находка *Melosira baicalensis*, ареал распространения которой считался довольно ограниченным. Насколько позволяет судить список, диатомовая флора Дальнего Востока, найденная и в современных

Таблица XI



Характерный комплекс диатомовых водорослей солонатоводного горизонта после ледниковых озерных отложений Урала и Зауралья (Свердловская обл.)  
 1—*Synedra pulchella*. 2—*S. tabulata*. 3—*Anomoeoneis sphaerophora* var. *sculpta*. 4—*A. sphaerophora* var. *polygramma*. 5—*Navicula subrombica*. 6 а, б — *Amphora coffeaeformis* var. *acutiuscula*. 7а, б — *A. conmutata*. 8—*A. mexicana* var. *major*. 9—*Campytodiscus clypeus*. 10—*C. echenis*.

грунтах озер и в разрезе террасы р. Амура, отличается целым рядом новых мелких таксономических единиц (разновидности *Eunotia monodon* и *E. formica*).

Списки диатомовых, найденных в четвертичных отложениях полуострова Камчатки, помещены в работе С. Л. Кушева и Ю. А. Ливеровского (1940).

В Микрорпалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ В. С. Порецким, Н. В. Анисимовой, А. П. Жузе и В. С. Шешуковой были исследованы диатомовые водоросли из многочисленных разрезов четвертичных отложений Ленинградской обл., центральных областей Европейской части Советского Союза, Молотовской обл. и др. Во многих разрезах найдена обильная диатомовая флора, которая была использована для расчленения четвертичной толщи этих районов при геологических изысканиях на строительстве капитальных гидросооружений.

### Заключение

Диатомовые водоросли, обнаруженные в четвертичных отложениях, принадлежат к родам, которые сформировались уже в третичном периоде, главным образом в неогене. В межледниковой, поздне- и послеледниковой флоре, еще более чем в неогеновой, наблюдается преобладание представителей порядка *Pennales* над видами, относящимися к порядку *Centrales*. Отчасти это связано с особенно активным видообразованием у этой группы диатомовых, к которой принадлежат более высоко организованные формы с настоящим швом. С другой стороны, представители порядка *Pennales* свойственны преимущественно литоральным и бентоническим группировкам, а большая часть находок диатомовой флоры в четвертичных отложениях приурочена к прибрежным фациям.

По сравнению с неогеновой флорой Советского Союза, еще мало изученной, особенно в отношении пресноводных осадков, диатомовая флора четвертичных отложений отличается большим разнообразием видов и разновидностей. Это говорит об интенсивном процессе видообразования у диатомовых в четвертичном периоде; процесс этот происходит активно и в настоящее время и приводится как одно из доказательств в пользу того взгляда, что диатомовые — группа молодая.

В четвертичных отложениях большим количеством видов представлены р. *Eunotia*, характеризующийся рудиментарным (или зачаточным) швом, и р. *Pinnularia*. Виды этих двух родов свойственны болотистым водам, богатым гуминовыми кислотами. Исключительно большого разнообразия достигают виды р. *Navicula*, входящие в состав бентоса пресноводных, солоноводных и морских водоемов. Многочисленны виды р. *Nitzschia*, шов которых сложно построен (по типу шва-канала) и расположен на особом выросте створки — киле.

Диатомовые, населявшие межледниковые, поздне- и послеледниковые бассейны, обитают и в современных водоемах. В настоящее время известны лишь единичные виды из межледниковых отложений (например, *Stauroneis Schulzii*, *Navicula bicapitata*), не найденные до сих пор ни в более молодых осадках, ни в современных водах. Учитывая это обстоятельство, следует использовать диатомовые в качестве показательных в стратиграфическом отношении организмов, так как экология их хорошо известна. Во всех случаях, где удается обнаружить диатомовую флору хорошей сохранности, она прежде всего дает вполне определенный ответ на вопрос о генезисе осадочной толщи.

Особенно показательным оказалось применение диатомового метода при изучении четвертичных отложений в тех районах, где водоемы в период своего существования, а следовательно и в период образования осадков, испытывали изменения в своем солевом режиме; эти смены могли вызываться колебаниями земной коры, явлениями трансгрессий и регрессий и климатическими изменениями. Колебания уровня воды и при одинаковом солевом режиме также могли быть выяснены по изменению состава диатомовой флоры в разных горизонтах одной вертикальной серии.

Пользуясь знанием экологии диатомовых, найденных в отложениях, и сравнивая их с современным населением водоемов соответствующего района, можно было выделить ряд региональных комплексов, характеризующих некоторые стратиграфические горизонты. Так, например, особенно четко выделяется комплекс диатомовых для литоринового горизонта четвертичных отложений Балтики, для солончатого горизонта отложений водоемов Урала и Зауралья, комплекс диатомовых морских межморенных отложений северо-западной части Советского Союза и др. Этот последний морской комплекс диатомовых, найденный в межморенных осадках, не встречается в послеледниковых отложениях Балтики и не свойственен современным водам восточной части Финского залива.

Разнообразие физико-химических условий в различных водоемах четвертичной эпохи вызвало еще большую пестроту в составе диатомовой флоры разных бассейнов, чем это наблюдалось в неогене. Поэтому здесь еще труднее проводить сопоставление диатомовых флор разных географических районов и можно было установить комплексы диатомовых, имеющие региональный или локальный характер.

**Неопубликованные списки ископаемых диатомовых водорослей из различных местонахождений СССР, послужившие материалом для характеристики меловой, третичной и четвертичной флор диатомовых водорослей СССР<sup>1</sup>**

Список верхнемеловых диатомовых из Зауралья (бассейн р. Б. Актая, Ново-Лялинский район Свердловской обл.).

*Melosira sulcata* var. *crenulata*, *M. sulcata* var. *siberica*, *Podosira* sp., \**Stephanopyxis Schulzii*, \**St. Schulzii* var. *cretacea*, *St. turris* var. *cylindrus*, \**St. turris* var. *intermedia*, \**Coscinodiscus dissonus*, \**C. lineatus* (fossilis), *C. excentricus*, *Liradiscus ovalis*, \**L. ellipticus*, *Poretzкия circularis*, \**Por.*, *mirabilis*, *Gyrodiscus nana*, *Stictodiscus punctatus*, \**Aulacodiscus septus*, \**Aul. septus* f. *pentagona*, *Aul. septus* f. *tetragona*, *Odontotropis Klavsenii*, \**Triceratium Schulzii*, *Tric. Schulzii* var. *capitata*, \**Trinacria aries*, \**Trin. Anissimovi*, \**Trin. palmipes*, \**Biddulphia variabilis*, *Hemiaulus elegans*, \**Hem. februatius*, \**Hem. echinulata*, \**Hem. latus*, *Hem. polymorphus*, *Hem. polymorphus* var. *glacialis*, \**Hem. polycystinorum*, *Hem. sp.*, \**Pyxilla ascidiiformis*, \**Pyx. cretacea*, *Pterotheca aculeifera*, *Pter. carinifera*, *Pter. uralica*, *Pter. Kittoniana*.

Список палеоценовых диатомовых Ульяновской и Пензенской обл. (Истра, Базарный Сызган, Красная Сосна, бассейн р. Канадея).

*Melosira ornata*, *M. sulcata* var. *biseriata*, \**M. sulcata* var. *crenulata*, \**M. sulcata* var. *siberica*, *Stephanopyxis corona*, *St. ferox*, \**St. turris* var. *cylindrus*, \**St. turris* var. *intermedia*, *St. Schulzii*, *Pyxidicula Weyprechtii*, *Hyalodiscus subtilis*, *Hyal. scoticus*, *Coscinodiscus excentricus*, \**C. lineatus* (fossilis), \**C. simbirskianus*, *C. stellaris* v. *symbolophora*, \**Aulacodiscus archangelskianus*, *Aul. crux*, *Aul. Lahusenii*, *Aul. Lahusenii* var. *marginalis*, *Aul. probabilis*, *Aul. probabilis* var., \**Aul. Schmidtii*

<sup>1</sup> Диатомовые из верхнемеловых и третичных отложений определены А. П. Жузе. Руководящие виды отмечены звездочкой. Видовые названия даны без авторов, которые приведены в систематической части руководства при диагнозах соответствующих видов и в алфавитном списке видов.

*Aul. septus*, \**Actinoptychus heterostrophus*, *Act. seductilis*, *Act. simbirskianus*, *Act. undulatus*, *Gyrodiscus nana*, *Poretzkia mirabilis*, *Goniothecium odontella*, *Triceratium arietinum* \**Tric. archangelskianum*, *Tric. cellulosum*, \**Tric. caudatum*, \**Tric. fenestratum*, *Tric. flos var. intermedia*, \**Tric. Heibergii*, \**Tric. Kinkerianum*, *Tric. nobile*, *Tric. Schmidtii*, \**Tric. simplicissimum*, \**Tric. Weissii*, \**Tric. ventriculosum*, *Trinacria aries*, *Trin. coronata*, \**Trin. insipiens*, *Trin. excavata*, \**Trin. pileolus et var.*, *Hemiaulus arcticus*, \**Hem. ambiguus*, *Hem. includens*, \**Hem. polymorphus*, \**Hem. polymorphus var. glacialis*, *Hem. polymorphus var. frigida*, \**Hem. polycystinorum*, *Pterotheca aculeifera*, \**Pter. carinifera*, *Pter. Kittoniana*, *Pter. uralica*, *Pseudopyxilla dubia*, *Ps. russica*, *Ps. americana*, *Eunotogramma Weissii*, \**Eunot. variabile*, *Ruthilaria longirostris*, *Rut. tenuis*, *Raphoneis lancetulla var. jutlandica*, *Raph. elliptica*, \**Sceptroneis caduceus*, *Scep. Grunowii*.

Список палеоценовых диатомовых Свердловской обл. (район Полуночного марганцового месторождения, с. Кашай Серовского района и р. Сев. Сама).

*Melosira ornata*, *M. sulcata var. biseriata*, *M. sulcata var. crenulata*, *M. sulcata var. siberica*, \**Stephanopyxis ferox*, *St. turris var. arctica*, \**St. turris var. cylindrus*, \**St. turris var. cylindrus f. inermis*, \**St. turris var. intermedia*, \**St. turris var. Lavrenkoi*, *Pyxidicula Weyprechtii*, *Coscinodiscus exentricus*, *C. lineatus (fossilis)*, \**C. Josephinus*, *C. stellaris var. symbiophora*, *Haynaldia strigillatus*, *Arachnoidiscus indicus*, *Stictodiscus punctatus*, \**Pseudostictodiscus picus*, *Aulacodiscus Schmidtii*, *Liradiscus ovalis*, *Poretzkia mirabilis*, *Por. ovalis*, *Por. circularis*, *Gyrodiscus nana*, \**Goniothecium odontella*, \**Biddulphia variabilis*, *Biddulphia sp.*, *Triceratium cellulosum*, *Tric. flos var. intermedia*, *Tric. fenestratum*, \**Tric. Heibergii*, \**Tric. simplicissimum*, \**Tric. Schulzii f. capitata*, *Tric. Weissii*, *Trinacria aries*, \**Trin. insipiens*, *Trin. excavata*, \**Trin. pileolus et var. media*, *Hemiaulus arcticus*, \**Hem. ambiguus*, *Hem. danicus*, \**Hem. elegans var. intermedia*, *Hem. hostilis var. polaris*, *Hem. lobatus*, \**Hem. includens*, \**Hem. polymorphus*, \**Hem. polym. orphus var. frigida*, *Hem. polymorphus var. glacialis*, \**Hem. polycystinorum*, \**Pterotheca aculeifera*, \**Pter. carinifera*, *Pter. Kittoniana*, *Pter. uralica*, *Pseudopyxilla baltica*, *Ps. dubia*, \**Ps. russica*, *Ps. Peragallorum*, *Eunotogramma variabile*, *Eun. Weissii*, *Raphoneis Fuchsii*, *Raph. elliptica*, \**Raph. lancetulla v. jutlandica*, \**Sceptroneis caduceus*, *Sceptroneis sp.*, *Cymatosira sp.*

Список диатомовых из Камышинского яруса (нижний эоцен?) Пензенской обл. (Кузнецкий район) и Куйбышевской обл. (пос. Сенгилей).

\**Melosira ornata*, *M. recedens*, \**M. sulcata var. crenulata*, *Melosira sulcata aff genuina*, \**M. sulcata var. biseriata*, \**M. sulcata var. siberica*, *M. Westii*, \**Hyalodiscus subtilis (fossilis)*, *Hyal. scoticus*, \**Stephanopyxis Broschii*, *St. ferox*, \**St. turris var. intermedia*, *Pyxidicula Weyprechtii*, \**Coscinodiscus lineatus (fossilis)*, \**C. stellaris var. symbiophora*, *Lepidodiscus elegans*, \**Aulacodiscus crux*, \**Aul. archangelskianus*, \**Aul. probabilis*, \**Eupodiscus kamischevensis*, *Actinoptychus undulatus*, \**Odontotropis carinata*, \**Od. cristata*, *Od. Klavsenii*, \**Triceratium flos*, \**Tric. fenestratum*, \**Tric. Kinkeri*, \**Tric. mirabile*, \**Tric. nobile*, *Tric. ventriculosum*, \**Trinacria coronata*, *Trin. regina*, *Hemiaulus hostilis*, \**Hem. elegans var. intermedia*, *Hem. includens var. saratoviana*, *Hem. polymorphus*, *Pterotheca aculeifera*, *Pter. carinifera*, *Pter. Kittoniana*, \**Pter. uralica*, *Pseudopyxilla americana*, \**Ps. dubia*, *Ps. russica*, *Ps. Peragallorum*, \**Eunotogramma variabile*, \**Eunot. Weissii*, *Raphoneis lancetulla var. jutlandica*, *Grunowiella gemmata*, *Raphoneis Fuchsii*.

Список верхнеэоценовых диатомовых Свердловской обл. (Ново-Лялинский, Серовский и Верхотурский районы).

\**Melosira sulcata typ.*, \**M. sulcata var. biseriata*, \**M. sulcata var. crenulata*, \**M. sulcata var. siberica*, *M. ornata*, *Hyalodiscus Kryshstofovichii*, \**Stephanopyxis Broschii*, *St. ferox*, *St. Grunowii*, *St. turris var. cylindrus*, \**St. turris var. intermedia*, *Pyxidicula Weyprechtii*, *Coscinodiscus decreescens*, \**C. Moelleri*, \**C. Payeri*, \**C. uralensis*, *C. stellaris var. symbiophora*, *Craspedodiscus Moelleri*, *Liradiscus ovalis*, *Arachnoidiscus indicus*, *Pseudostictodiscus angulatus*, \**Biddulphia tridentata*, *Odontotropis carinata*, *Od. cristata*, *Triceratium flos*, \**Tric. mirabile*, \**Tric. exornatum*, \**Tric. Kinkeri*, \**Trinacria exculptum*, \**Trin. excavata*, *Trin. regina*, \**Hemiaulus*, *hostilis*, *Hem. hostilis var. hyperboreus*, *Hem. februatius*, \**Hem. elegans v. intermedia*, *Hem. polymorphus*, *Pterotheca aculeifera*, *Pter. carinifera*, \**Pter. danica*, *Pseudopyxilla dubia*, \**Ps. russica*, *Ps. Peragallorum*, *Eunotogramma Weissii*, *Anaulus Weyprechtii*, *Goniothecium odontella*, *Raphoneis lancetulla*, *Sceptroneis caduceus*, \**Grunowiella gemmata*, \**Thalassiothrix sp.*

Список нижнеолигоценовых диатомовых в Зауралье (бассейны рр. Туры и Тавды).

\**Melosira ornata*, *M. sulcata*, *M. sulcata* var. *crenulata*, \**M. sulcata* var. *siberica*, \**Hyalodiscus Kryshstofovichii*, \**Stephanopyxis Grunowii*, \**St. marginata*, *St. megapora*, *St. turris* var. *intermedia*, \**Coscinodiscus argus*, \**C. Moelleri*, \**C. marginatus*, \**C. Payeri*, *C. radiatus*, *Brighwellia hyperborea*, *Liradiscus ovalis*, *Xanthiopyxis biscociformis*, \**Arachnoidiscus indicus*, *Stictodiscus coalingensis*, *Triceratium capitatum*, \**Tric. exornatum*, *Tric. Kinkeri*, *Tric. flos*, \**Tric. trisulcum*, *Biddulphia tridentata*, \**Bidd. Tuomeyi*, *Odontotropis cristata*, \**Trinacria excavata*, *Trin. regina*, *Hemiaulus elegans*, *Hem. polymorphus*, \**Pyxilla gracilis*, *Pterotheca danica*, \**Pter. spinosa*, *Pseudopyxilla dubia*, \**Keratophora robusta*.

Список диатомовых харьковского яруса (нижний олигоцен) Украины (г. Харьков) Ворошиловградской обл. (Староверовка и Старобельск) и Воронежской обл. (Бутурлиновка и Новая Калитва).

\**Melosira architecturalis*, \**M. clavigera*, \**M. fausta*, \**M. oamaruensis*, *M. ornata*, \**M. polaris*, *M. sulcata* var. *siberica*, *M. sulcata* var. *crenulata*, *Hyalodiscus punctatus*, \**Hyal. Kryshstofovichii*, \**Podosira hyalina*, \**Pod. modesta*, \**Pseudopodosira pileiformis*, \**Stephanopyxis charkovianus*, \**St. Grunowii*, *St. superba*, *St. turris* var. *intermedia*, \**Coscinodiscus argus*, \**C. gigas*, \**C. marginatus*, \**C. obscurus*, \**Brighwellia hyperborea*, *Liradiscus ovalis*, *Xanthiopyxis globosa*, \**Actinopterychus intermedius*, \**Act. undulatus*, *Stictodiscus Kittonianus*, *Arachnoidiscus indicus*, \**Aulacodiscus excavatus*, \**Aul. mastoideus*, *Aul. Kryshstofovichii*, \**Biddulphia Tuomeyi*. *Bid. Tuomeyi* var. *elongatula*, \**Triceratium capitatum*, \**Tric. inconspicuum*, *Tric. pulvinar*, *Tric. trisulcum*, *Trinacria excavata*, \**Trin. ventricosa*, *Trin. Wittii*, *Hemiaulus polymorphus*, *Hem. polymorphus* var. *morsiana*, \**Hem. polycystinorum*, *Isthmia energis*, \**Pyxilla gracilis*, *Keratophora robusta*, *Pterotheca aculeifera*, *Pter. crucifera*.

Список диатомовых межморенных отложений Ленинградской обл. по р. Мге около ст. Горы включает следующие морские и солоноводные виды (определение Н. В. Анисимовой).

*Melosira sulcata*, *Hyalodiscus scoticus*, *Thalassiosira* sp., \**Coscinodiscus apiculatus* var. *ambigua*, *C. curvatus*, *C. crenulatus*, *C. divisus*, *C. excentricus*, *C. lacustris* var. *septentrionalis*, *C. lineatus*, *C. Kützingii*, *C. obscurus*, \**C. Rothii* var. *subsalsus*, *C. subglobosus* var. *antarcticus*, *C. sublineatus*, *Actinopterychus undulatus*, *Actinocyclus Ehrenbergii*, var. *crassa* и var. *tenella*, *A. Vanheurckii*, \**Chaetoceros* sp. (покоящиеся споры), *Biddulphia* sp., *Rhabdonema arcuatum*, *Grammatophora angulosa* и var. *islandica*, *Gr. arcuata*, \**Gr. oceanica* var. *macilenta* и \**f. nodulosa*, *Sceptroneis* sp., *Raphoneis surirella*, \**Synedra tabulata*, \**Thalassionema nitzschioides*, *Cocconeis scutellum* var. *parva*, *Achnanthes taeniata*, *Diploneis interrupta*, *Navicula jamalinensis*, *N. lyra* var. *atlantica*, *Amphora robusta*, *Nitzschia granulata*, *Campylodiscus clypeus*.

Список диатомовых межморенных отложений Ленинградской обл. около ст. Саблино включает следующие виды, свойственные морским бассейнам (определение В. С. Шешуковой). *Melosira sulcata*, *Hyalodiscus scoticus*, *Stephanopyxis turris* var. *cylindrus*?, *Coscinodiscus excentricus*?, *C. nitidus*, *C. radiatus*, *Actinocyclus Ehrenbergii* var. *crassa*, \**Actinopterychus undulatus*, *Chaetoceros Muelleri* (покоящиеся споры), \**Chaetoceros* sp. sp. (покоящиеся споры), *Biddulphia aurita*, *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum*, *Grammatophora arcuata*, \**Gr. oceanica* var. *intermedia* и var. *macilenta*, *Plagiogramma staurorophorum*, *Synedra kamtschatica*? и var. *finnmarchica*?, \**S. tabulata*, \**Thalassionema nitzschioides*, *Cocconeis scutellum* и var. *parva*, *Diploneis didyma*, *Navicula aspera* var. *intermedia*.

Список диатомовых межморенных отложений около г. Медвежьегорска Карело-Финской ССР включает следующие морские и солоноводные формы (определение В. С. Шешуковой). \**Melosira sulcata* и var. *crenulata*, *Podosira stelliger*, *Hyalodiscus scoticus*, *Coscinodiscus excentricus*, \**C. lacustris* var. *septentrionalis* и var. *hyperborea*, *C. obscurus*? *Actinopterychus undulatus*, *Actinocyclus Ehrenbergii*, \**Chaetoceros* sp., (покоящиеся споры), *Isthmia nervosa*, *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum*, *Grammatophora arcuata*, \**Gr. oceanica*, \**Synedra tabulata*, \**Thalassionema nitzschioides* и \*var. *lanceolata*, *Cocconeis scutellum* var. *parva*, *Navicula aspera*? и *N. distans*.

Список диатомовых межморенных отложений около г. Повенца Карело-Финской ССР включает следующие морские и солоноводные виды (определение В. С. Шешуковой). *Melosira moniliformis* var. *hispida*, \**M. sulcata*, \**Thalassiosira gravida* (покоящиеся споры), *Podosira stelliger*, *Hyalodiscus scoticus*, *Coscinodiscus apicu-*

*latus* var. *ambigua*, *C. bathyomphalus*, *C. excentricus*, *C. lacustris*, var. *hyperborea* и \*var. *septentrionalis*, \**C. obscurus*, *C. radiatus*, *Actinoptychus undulatus*, *Actinocyclus Ehrenbergii* и var. *crassa*, *Chaetoceros affinis* и \**Chaetoceros* sp. (покоящиеся споры), *Biddulphia aurita*, \**Rhabdonema arcuatum*, \**Rh. minutum* и \*var. *sulcata*, *Grammatophora arcuata*, *Gr. angulosa*, *Gr. marina*, *Gr. oceanica* и \*var. *intermedia*, *Plagiogramma staurophorum*, *Dimerogramma minor*, *Opephora marina*, *Fragilaria oceanica*, *Fr. cylindrus*, \**Thalassionema nitzschioides*, *Synedra kamtschatica*, \**S. tabulata*, *Cocconeis costata*, *C. scutellum*, *Achnanthes groenlandica*, \**Navicula aspera*, \**N. distans*, *N. Grevillei*, *Nitzschia punctata*, *N. sigma*, *N. socialis*.

## Глава VI

### ПРИНЦИПЫ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА

Решение вопросов стратиграфии и определения возраста третичных и четвертичных отложений на территории Советского Союза очень часто упирается в отсутствие необходимого палеонтологического обоснования в виде животных и растительных остатков. Отсюда ясно вытекает необходимость применения микроскопического изучения осадков (Порецкий, 1937а). При изучении четвертичных и третичных отложений, а в последнее время и меловых, все большее значение начинает приобретать микропалеоботанический метод, заключающийся в изучении ископаемой пыльцы древесных и травянистых растений, диатомовых водорослей и других микроскопических растительных остатков.

Диатомовые водоросли являются хорошими показателями физико-химического режима водоема, в котором они существуют. Большинство из них особенно чувствительно к степени солености воды; некоторые виды дают указания на определенные температурные условия среды. Диатомовые могут быть использованы с целью выяснения фациальных условий образования осадков, так как одни виды свойственны пелагической зоне водоемов, другие обитают среди зарослей высшей водной растительности и крупных водорослей в прибрежной части бассейна и т. д. Диатомовые реагируют на те изменения, которые испытывает физико-химический режим водоема в разные периоды своего существования. Поэтому изучение диатомовых в осадочных породах позволяет прежде всего выяснить генезис этих отложений — являются ли они морскими или пресноводными, дает возможность отметить изменения в режиме водоема (соленость, глубина и пр.) и может быть использовано для палеогеографических и стратиграфических заключений. Во многих случаях изучение диатомовых дает материал для суждения о возрасте исследованной толщи осадочных пород четвертичного, третичного и верхнемелового возраста.

Диатомовый метод начал систематически разрабатываться в СССР с 1929—1930 гг., когда впервые в нашей стране В. С. Порецким по инициативе К. К. Маркова была организована в системе Всесоюзного геологического института Микропалеоботаническая (вначале называвшаяся Альгологической) лаборатория. Изучение ископаемых диатомовых также производилось в Ленинградском геологическом управлении, на географическом факультете Ленинградского государственного университета и в Палеоботанической лаборатории Нефтяного научно-исследовательского геолого-разведочного института в Ленинграде.

Созданные лаборатории, преимущественно Микропалеоботаническая лаборатория ВСЕГЕИ, обеспечили параллельно с пыльцевым методом широкое применение диатомового метода при постановке ряда исследований четвертичных отложений в связи с проектировкой и постройкой крупных сооружений.

В этих лабораториях велись работы по исследованию ископаемых диатомовых в связи с разрешением различных стратиграфических и палеогеографических проблем, а также было начато монографическое изучение диатомовых флор, приуроченных к осадочным породам того или иного возраста. Таким образом, за последние 20 лет диатомовый метод все шире входит в практику геологических исследований в Советском Союзе.

«Вопрос о возможности использования диатомовых, как показателей возраста и характера осадочных пород, находит в литературе различную оценку. Наряду с широким применением указанного метода для выяснения климатологии и палеоэкологии в четвертичное время (А. Клеве, Гальден, Сунделин, Яковлев и др.<sup>1</sup>) встречается также и более критическое к нему отношение (Лундквист, Томассон и др.), основанное на недостаточности наших знаний об экологии диатомовых. Последние из указанных авторов ставят вопрос о самой возможности опираться на данные диатомового анализа в изучении четвертичной геологии, и в результате его обсуждения приходят к отрицательному решению» (Порецкий, Жузе и Шешукова, 1933).

Свое отрицательное отношение к использованию диатомового метода в геологии Лундквист и Томассон (1923) основывают на ряде положений, которые сводятся к следующему.

1. Экология отдельных видов и группировок диатомовых еще мало разработана.

2. Многие формы, считавшиеся характерными для того или иного определенного периода времени, встречаются в отложениях иного возраста, а также и в современных водоемах.

3. Некоторые формы, считавшиеся солоноводными, найдены в пресных водоемах и потому не могут быть показательными в экологическом отношении.

4. Распределение отдельных видов в разных водоемах и разных горизонтах их отложений зависит не от возраста водоемов, а от их физико-химического режима.

На этом основании Лундквист и Томассон приходят к тому выводу, что в настоящее время еще невозможно судить об изменениях климата и об уровне бассейнов на основании найденной диатомовой флоры.

Порецкий, Жузе и Шешукова (1933), рассматривая вопрос о возможности применения диатомового метода в геологии для палеогеографических и стратиграфических реконструкций, признают правильность некоторых соображений шведских авторов, но считают совершенно неосновательным их пессимистический вывод о непоказательности диатомового метода. Действительно, экология отдельных видов и группировок диатомовых, их географическое распространение и приуроченность к определенным стратиграфическим горизонтам еще недостаточно изучены и ждут дальнейших исследований. Распределение диатомовых в разных водоемах и даже в разных участках одного и того же водоема определяется физико-химическими условиями, особенно разнообразными и пестрыми в водоемах континентальных, что затрудняет синхронизацию их отложений. Нельзя возражать также и против того, что иногда нет резкой границы между пресноводными и солоноводными видами, и существует

<sup>1</sup> Этот список следует продолжить: Марков (1931, 1932\*, 1934), Лаврова (1933), Горбачкий (1935), Кушев (1936), Порецкий (1937а, 1939), Менакер (1940), Горецкий (1941\*), Шульц (1926, 1935), Ганна (1927, 1927а, 1932), Брандер (1937, 1937а), Клеве-Эйлер (1939, 1940, 1941) и многие другие.

ряд «эвригалинных» форм и еще больше видов «эвритермных» с широкой экологической амплитудой.

Тем не менее, «то обстоятельство, что большинство диатомовых, рассматриваемых в качестве характерных форм для того или другого периода четвертичной истории, встречается в современных водоемах, вовсе не лишает нас возможности использовать их, как показательные организмы. Смена климатических периодов, колебания земной коры, вызывающие явления трансгрессий и регрессий и тем самым колебания уровней в бассейнах, отложения которых подвергаются изучению, различия в химизме воды бассейнов — вся эта динамика четвертичной истории обуславливает постоянные изменения физико-химического режима водоемов, изменение условий среды, а тем самым и смену одного экологического комплекса форм другим. Нахождение большинства диатомовых четвертичных отложений в современных водоемах только облегчает дальнейшее изучение их экологии, а экология отдельных форм является той базой, которая может быть использована для реконструкции физико-химического режима ранее существовавших бассейнов» (Порецкий, Жузе и Шешукова, 1933).

Продолжительный геологический возраст некоторых видов диатомовых не может служить поводом к отрицательному суждению о методе. К тому же, по мере изучения ископаемых диатомовых, количество таких видов резко уменьшается.

Сдержанное отношение к диатомовому методу в палеонтологии основано на слабой изученности ископаемой диатомовой флоры дочетвертичного возраста.

При настоящем еще низком уровне знаний ископаемых диатомовых флор необходимо быть очень осторожным в выводах, основанных на применении диатомового метода в геологии. Некоторые имеют ложное представление, полагая, что диатомовый метод универсален и пригоден для изучения стратиграфии пород любого петрографического состава и любого геологического возраста.

Так же, как и всякий другой палеонтологический метод, и диатомовый имеет свои границы, которые определяются степенью сохранности кремневого панциря водорослей, характером и геологическим возрастом породы и географическим положением района.

При использовании этого метода необходимо принять во внимание следующие основные положения, выработанные в практике работ Микропалеоботанической лаборатории ВСЕГЕИ (Порецкий, Жузе и Шешукова, 1933; Жузе, 1945, 1946).

1. Изучение диатомовых в осадочных породах может дать ценные указания для выяснения характера и возраста отложений при условии применения этого метода параллельно с изучением других палеонтологических остатков, в особенности пыльцы древесных пород, а также с учетом геологических и геоморфологических данных.

2. Изучение отдельных случайных образцов не может характеризовать данное отложение. Необходимо исследование вертикальной серии образцов, полученной из буровых скважин или из обнажений.

3. При изучении каждого отдельного пункта необходимо учитывать возможность нивелирующего влияния местных условий — опресняющего действия рек в солонowodных бассейнах и т. п.

4. Формы, характерные для отложений одного района, могут заменяться в синхронных отложениях какого-либо иного района другими формами, что объясняется неодинаковыми экологическими условиями в бассейнах этих районов.

5. Характерным для тех или других отложений является наличие определенного комплекса форм. Нахождение единичных экземпляров, в особенности обломков, хотя бы и показательных форм не дает надежного критерия для установления возраста отложения, так как такие находки могут быть объяснены случайным заносом этих единичных обломков при обработке материала или вторичным их залеганием. Формы, характеризующие отложение, должны быть представлены значительным количеством экземпляров.

Принцип выделения руководящего комплекса диатомовых для того или иного геологического горизонта должен быть положен в основу диатомового метода. Это не значит, что следует пока совершенно отказаться от выделения руководящих видов. В целом ряде случаев определенно можно говорить о руководящем значении отдельных видов у диатомовых, но так как число таких видов пока невелико, то исследователю приходится иметь дело преимущественно с целой группой видов определенной ассоциации. При диатомовом методе очень важно определять весь характерный комплекс форм, а не довольствоваться указанием только массовых диатомовых. Нередко как раз в число количественно доминирующих форм входят виды длительного геологического возраста, не характерные для какого-нибудь короткого геологического периода. Ярким примером этого являются *Stephanopyxis turris* var. *cylindrus*, *St. turris* var. *intermedia*, которые появляются в отложениях верхнемелового возраста, достигают массового развития в палеоцене, эоцене, и, повидимому, только с олигоцена в развитии этих форм происходит затухание.

Количественные взаимоотношения входящих в комплекс диатомовых также весьма характерны. Часто нельзя с уверенностью судить о возрасте диатомовой флоры, если не указывается различие в количественном развитии отдельных ее компонентов. Так, например, *Melosira sulcata* var. *siberica* — единично встречающаяся форма в палеоцене восточных склонов Урала, — в эоценовых отложениях является не только массовой, но и породообразующей. В соответствующих отложениях Поволжья *Melosira sulcata* var. *siberica* одинаково породообразующая диатомовая.

Таким образом, в основу применения диатомового метода в стратиграфии мы кладем изучение и выявление всего характерного комплекса видов с учетом количественных взаимоотношений в развитии между отдельными его компонентами. Только при условии выделения характерного комплекса форм можно судить о возрасте включающих его отложений. Неполные списки форм без указания количественного развития отдельных видов диатомовых бесполезны для диатомового метода в геологии.

Особенно ценно и плодотворно «изучение диатомитов с целью реконструкции палеоэкологических условий существования отвечавшей им микрофлоры. Отложения диатомитов отличаются исключительным богатством диатомовых и значительно полнее характеризуют состав некогда существовавшей микрофлоры, чем осадочные породы иного литологического характера (глины, и особенно, пески, в которых иногда диатомовые встречаются в небольшом количестве). Поэтому послонное изучение вертикального разреза толщи диатомита, так же как и серия образцов, взятая по простиранию пласта, позволяет отразить изменения в составе диатомового населения бассейна как в пространственном отношении, так и во времени, а тем самым и реконструировать физико-химический режим самого бассейна в период образования всей толщи диатомита» (Дорецкий, 1940 б).

При анализе диатомовой флоры какого-либо возраста и при сопоставлении ее с флорой в синхроничных отложениях других районов нельзя упускать следующего обстоятельства: нередко вид заменяется в отдаленном районе разновидностью или чаще родственным видом. Еще более интересным является вторичное появление, казалось бы, совершенно вымерших диатомовых, в более молодых породах. Ярким примером последнего могут служить *Hemiaulus polycystinorum* и *H. polymorphus*.

Обе эти формы являются массовыми в верхнемеловом и палеоценовом комплексах диатомовых, с начала эоцена они совершенно исчезают или встречаются в очень незначительном количестве, как, например, *H. polymorphus*, затем они вновь появляются с нижнего олигоцена и поднимаются до самого верхнего горизонта харьковского яруса. В структуре более молодых форм заметны изменения, выраженные в более крупных ареалах.

Все эти особенности необходимо иметь в виду при заключении о возрасте диатомового комплекса.

Новые данные по ископаемым диатомовым показали, что для большинства видов слишком преувеличивали продолжительность их существования. Имеется гораздо меньше видов, которые жили в течение длительного промежутка времени геологического прошлого, чем это принято думать. Достаточно указать, что из большого числа видов палеоценовой флоры Поволжья 95% вымерло, а существование 5% форм в современных водоемах сомнительно.

Пора оставить неправильный взгляд на диатомовые, как на «неполезные» для стратиграфии ископаемые. Если значение этих водорослей в стратиграфии еще невелико, то причина этого лежит в их слабой изученности.

Большим препятствием к развитию диатомового метода в геологических исследованиях служило отсутствие определителя по диатомовым водорослям на русском языке, отсутствие и в зарубежной литературе такого справочника, который включал бы современные и ископаемые диатомовые, а также учебника по курсу диатомового анализа.

Настоящее «Руководство по диатомовому анализу» и имеет целью стать основным пособием при изучении современных и ископаемых диатомовых водорослей, которые могут и должны быть использованы как стратиграфические показатели при изучении четвертичных, третичных и верхнемеловых осадочных пород.

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

(Форма и структура панцыря)

| Русский | Латинский | Английский | Французский | Немецкий |
|---------|-----------|------------|-------------|----------|
|---------|-----------|------------|-------------|----------|

Панцырь и его части

|                                       |                       |                               |                                 |                    |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Панцырь                               | frustula              | frustule                      | frustule (carapace)             | Frustel            |
| Эпитека                               | epitheca              | epitheca                      | epitheca                        | Epitheca           |
| Гипотека                              | hypotheca             | hypotheca                     | hypotheca                       | Hypotheca          |
| Створка                               | valva                 | valva                         | valva                           | Schale             |
| Загиб створки                         | pleura                | valve jacket                  | valve à bord suturel            | Schalenmantel      |
| Вид со створки                        | facies e valva        | valve view                    | face valvaire                   | Schalenansicht     |
| Поясковый ободок (поясковое кольцо)   | annulus connectivalis | connective band (girdle-band) | connectif                       | Gürtelband         |
| Поясок                                | zona connectivalis    | girdle                        | zone (ou band) connective       | Gürtel             |
| Вид с пояска                          | facies connectivalis  | girdle-view                   | face suturale (face connective) | Gürtelbandansicht  |
| Вставочный ободок (вставочное кольцо) | annulus               | intercalary-band              | fausse cloison                  | Zwischenband       |
| Кольчатый                             | annulatus             | ring-shaped                   | annelé                          | ringförmig         |
| Воротничковый                         | collaris              | collar-shaped                 | annelé                          | halscragenförmig   |
| Полукольчатый                         | semiannulatus         | half collar shaped            | articles annelés                | halbringförmig     |
| Чешуйчатый                            | squamosus             | scale-like (scale shaped)     | ecaillé (imbriqué)              | Schuppenförmig     |
| Септа (перегородка)                   | dissepimenta (septum) | septa (septum)                | cloison (septum)                | Septum             |
| Отверстие (в септе и камере)          | foramen               | foramen (ocellus)             | foramen                         | Öffnung            |
| Камера в септе                        | loculus               | chamber of septum             | logette                         | gekammerter Septum |

| Русский  | Латинский                                  | Английский                           | Французский                                 | Немецкий                     |                                      |                                   |                   |                     |
|--|--|--------------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|
| Внутренняя створка                             | <i>valva interior</i>                      | internal valve                       | <i>secondaire valve (plaque superposée)</i> | innere Schale                |                                      |                                   |                   |                     |
| Кратиккулярное образование (кратикула)         | <i>craticula</i>                           | craticular-skeleton                  | craticule                                   | Craticularbildung            |                                      |                                   |                   |                     |
| <b>Симметрия панцыря</b>                       |  |                                      |   |                              |                                      |                                   |                   |                     |
| Продольная плоскость симметрии                 | <i>symmetriae planities longitudinalis</i> | apical plane                         | plan de symétrie longitudinal               | Apicalebene                  |                                      |                                   |                   |                     |
| Поперечная плоскость симметрии                 | <i>symmetriae planities transversalis</i>  | transapical (or transversal) plane   | plan de symétrie transversal                | Transapicalebene             |                                      |                                   |                   |                     |
| Межстворковая (створковая) плоскость симметрии | <i>symmetriae planities valvaris</i>       | valvar-plane                         | plan de symétrie valvar                     | Valvarebene                  |                                      |                                   |                   |                     |
| Продольная                                     | ось симметрии                              | apical (or sagittal) axis            | axe longitudinal                            | Apicalachse                  |                                      |                                   |                   |                     |
| Поперечная                                     |  |                                      |   |                              | <i>symmetriae axis transversalis</i> | transapical (or transversal) axis | axe transversal   | Transapicalachse    |
| Центральная                                    |  |                                      |   |                              | <i>symmetriae axis centralis</i>     | pervalvar axis                    | axe pervalvar     | Pervalvarachse      |
| <b>Структура створки</b>                       |  |                                      |   |                              |                                      |                                   |                   |                     |
| Шов  | <i>raphe</i>                               | raphe                                | raphé                                       | Raphe                        |                                      |                                   |                   |                     |
| Осевое поле (ложный шов)                       | <i>pseudoraphe</i>                         | pseudoraphe (hyaline or median line) | pseudo-raphé                                | Pseudoraphe                  |                                      |                                   |                   |                     |
| Канал-шов                                      | <i>raphe canaliculata</i>                  | canal-raphe                          | canal-raphé                                 | Kanalraphe                   |                                      |                                   |                   |                     |
| Щель шва                                       | <i>fissura raphis</i>                      | raphe fissure                        | <i>fissure du raphe</i>                     | Raphenspalt                  |                                      |                                   |                   |                     |
| Внешняя  | щель                                       | external (or outer) fissure          | fissure externe                             | äusserer Raphenspalt         |                                      |                                   |                   |                     |
| Внутренняя                                     |  |                                      |   |                              | <i>fissura externa</i>               | internal (or inner) fissure       | fissure interne   | innerer Raphenspalt |
| Конечная                                       |  |                                      |   |                              | <i>fissura interna</i>               | terminal fissure                  | fissure terminale | Polspalt            |
| Центральный узелок                             | <i>nodulus centralis</i>                   | central nodule                       | nodule médiane                              | Mittelknoten (Zentralknoten) |                                      |                                   |                   |                     |

| Русский                    | Латинский                            | Английский                   | Французский                                  | Немецкий                   |
|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--|----------------------------|
| Конечный (полярный) узелок | nodulus terminalis (nodulus polaris) | polar (or terminal) nodule   | nodule terminal                              | Endknoten                  |
| Осевое поле (по бокам шва) | area axilis                          | axial (or longitudinal) area | aire hyaline axiale (ou zone hyaline axiale) | Längsarea (Axialarea)      |
| Среднее поле               | area centralis (area mediana)        | central area (or space)      | espace hyaline (aire hyaline mediane)        | Zentralarea                |
| Ставрок                    | stauros                              | stauros                      | stauros                                      | Stauros                    |
| Светлое пятно              | pseudonodulus                        | pseudonodule                 | pseudonodule                                 | Fleck                      |
| Глазок                     | oculus (processus)                   | eyespot                      | ocelle                                       | Auge                       |
| Пупок                      | umbilicus                            | umbilicus                    | ombilic                                      | Umbilicus                  |
| Пора                       | porus                                | pore                         | pore   | Pore                       |
| Пороиды                    | poroides                             | poroids                      | poroides                                     | Poroide                    |
| Поровые каналы             | canales porici                       | pore-canal                   | pore-canal                                   | Porenkanal                 |
| Слизевая пора              | porus mucilaginosus                  | mucilage-pore                | mucilage-pore                                | Gallertpore                |
| Точка                      | punctum                              | dot (punct)                  | perle  | Punkt                      |
| Точечный                   | punctatus                            | dotted (punctated)           | perlé (ponctulé)                             | punktiert                  |
| Точечность                 | punctuatio                           | punctuation                  | punctuation                                  | Punktierung                |
| Килевые точки              | puncta carinalia                     | carinal dots (carinal pores) | points carenaux                              | Kielpunkte                 |
| Ареола                     | areola                               | areola                       | cellule                                      | Areol                      |
| Штрихи                     | striae                               | striae                       | stries                                       | Streifen                   |
| Штриховка                  | striatura                            | striation                    | striation                                    | Streifung                  |
| Ребра                      | costae                               | costa                        | côtes (costes)                               | Rippen                     |
| Поперечные                 | striae transversales                 | transverse striae            | stries transversales                         | Transapikalstreifen        |
| Радиальные                 | radialis                             | radiate                      | radié  | radiale                    |
| Конвергентные              | convergens                           | convergent                   | convergens                                   | convergente                |
| Продольные                 | longitudinalis                       | longitudinal                 | longitudinals                                | Längslinien (Längstreifen) |
| Параллельные               | parallelus                           | parallel                     | parallels                                    | parallele                  |

штрихи

| Русский                     | Латинский                          | Английский   | Французский              | Немецкий                |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Форма створок</b>        |                                    |              |                          |                         |
| Треугольный                 | <i>triangularis</i>                | triangular   | triangulaire             | dreieckig               |
| Четырехугольный             | <i>quadrangularis</i>              | tetragonal   | quadrangulaire (carré)   | viereckig               |
| Пятиугольный                | <i>quinquangularis</i>             | pentagonal   | pentagonal               | fünfeckig               |
| Прямоугольный               | <i>rectangularis</i>               | rectangular  | rectangulaire            | rechteckig              |
| Многоугольный               | <i>polygonalis (multangularis)</i> | polygonal    | polygonal                | polygonal               |
| Круглый                     | <i>rotundus (orbicularis)</i>      | circular     | circulaire (orbiculaire) | kreisförmig             |
| Округлый                    | <i>rotundatus</i>                  | rounded      | arrondi                  | rundlich                |
| Овальный                    | <i>ovalis</i>                      | oval         | ovale                    | oval                    |
| Эллиптический               | <i>ellipticus</i>                  | elliptical   | elliptique               | elliptisch              |
| Ладьевидный                 | <i>cymbiformis (navicularis)</i>   | cymbiform    | cymbiforme (naviculoide) | kahnförmig              |
| Ромбический                 | <i>rhomboides (rhomboidalis)</i>   | rhomboidal   | rhomboidal               | rhombisch               |
| Ланцетные                   | <i>lanceolatus</i>                 | lanceolate   | lanceolé                 | lanzettlich             |
| Линейный                    | <i>linearis</i>                    | linear       | lineaire                 | linear                  |
| Гитаровидный                | <i>panduraeformis</i>              | panduriform  | panduriforme             | panduriförmig           |
| S-образный                  | <i>sigmoideus</i>                  | sigmoid      | sigmoide                 | s-förmige (sigmoide)    |
| Клиновидный                 | <i>cuneiformis (cuneatus)</i>      | cuneate      | cuneiforme               | keilförmig              |
| Булавовидный (палицевидный) | <i>clavatus (claviformis)</i>      | clavate      | claviforme               | keulenförmig            |
| Дуговидный (серповидный)    | <i>arcuatus (falcatus)</i>         | sickleform   | courbé                   | sichelförmig            |
| Спинной край створки        | <i>margo dorsalis</i>              | dorsal side  | bord dorsal (ou dos)     | Dorsalrand (Rückenrand) |
| Брюшной край створки        | <i>margo ventralis</i>             | ventral side | bord ventral (ou ventre) | Ventralrand (Bauchrand) |

| Русский              | Латинский  | Английский             | Французский | Немецкий                     |
|----------------------|------------|------------------------|-------------|------------------------------|
| <b>Концы створок</b> |            |                        |             |                              |
| Острый               | acutus     | acute                  | aigu        | spitz                        |
| Остроконечный        | apiculatus | apiculate              | pointu      | spitzendig                   |
| Заостренный          | acuminatus | acuminate              | acuminé     | zugespitzt                   |
| Клювовидный          | rostratus  | rostrate               | rostré      | schnabelförmig (geschnabelt) |
| Головчатый           | capitatus  | capitate               | capité      | kopfig (kopfförmig)          |
| Усеченный            | truncatus  | truncate (subrostrate) | tronqué     | abgestutzt                   |
| Тупой                | obtusus    | obtuse                 | obtuse      | stumpf                       |
| Клиновидный          | cuneatus   | cuneate (cuneiforme)   | cuneiforme  | kelförmig                    |

**Выросты на створках**

|                   |                         |                      |                |            |
|-------------------|-------------------------|----------------------|----------------|------------|
| Отросток (вырост) | processus               | outgrowths (process) | appendice      | Vorsatz    |
| Шип               | aculeus (spina)         | thorn (spine)        | épine          | Dorn       |
| Шиповатый         | aculeatus               | thorny               | épineux        | dornig     |
| Щетинка           | seta (aciculum)         | seta (bristle)       | soie (piquant) | Borste     |
| Зубчик (зуб)      | denticulus              | tooth                | dent           | Zahn       |
| Зубчатый          | dentatus (denticulatus) | dentoid              | dentiforme     | zahnförmig |
| Рог               | cornus                  | horn                 | corne          | Horn       |
| Пластинка         | lamella                 | lamel (plate)        | lamelle        | Plättchen  |
| Киль              | carina                  | keel (carina)        | caréne         | Kiel       |
| Крылья            | alae                    | wings                | ailes          | Flügel     |
| Крылатый          | alatus                  | winged               | ailé           | geflügelt  |

## ЦИТИРОВАННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА<sup>1</sup>

- Ансберг Е. А. и Знаменская О. М. О морских отложениях на водоразделе рек  
1941 Тосны и Саблянки. ДАН, 30, 9.
- Архангельский А. Д. Палеоценовые отложения Поволжья и их фауна. Матер.  
1904 по геологии России, 22.  
1916 Геологический очерк Пензенской губ. Тр. эксп., организованной почво-  
ведом Димо, сер. I, геол., II.
- Архангельский Н. И. Мезозойские отложения восточного склона Среднего  
1941 Урала. Тр. Уральск. гос. геол. упр., Свердловск.
- Васильев В. Г. Геологическое строение северо-западной части Западно-Сибирской  
1946 низменности и ее нефтеносность. Союзн. н.-исслед. нефт. геол.-разв. инст.  
Главгеологии Наркомнефти.
- Великовская Е. М. К стратиграфии палеогена части Саратовского Поволжья.  
1934 Бюлл. МОИП, отд. геологии, 12(4).
- Герасимов П. Палеоцен восточного склона Среднего Урала (рыбы на Мугае).  
1944 Сов. геология, 2.
- Герасимов И. П. и Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР.  
1939 Тр. инст. географии АН СССР, 33.
- Горецкий Г. И. О роли местных географических условий в четвертичной истории.  
1941 Проблемы физ. геогр., X.
- Гудков Природа кремнистых сланцев Калифорнии и отношение их к образованию  
1926 калифорнийских месторождений нефти. Азербайдж. нефтяное хозяйство,  
№ 5(53).
- Калицкий К. П. Остатки водорослей, как возможный исходный материал для обра-  
1940 зования нефти. Тр. Нефт. геол.-разв. инст., нов. серия, 13.
- Карлиевский А. П. Третичные осадки восточного склона Урала. Зап. Уральск.  
1883 общ. любит. естеств. т. 7, 3.  
Краткая инструкция по геологической съемке четвертичных отложений.  
Госгеолиздат, 1940.
- Леонов Г. П. Палеогеновые отложения Сталинградского Поволжья и их соотноше-  
1936 ния с соответствующими образованиями бассейнов рек Дона и Днепра.  
Бюлл. МОИП, отд. геологии, 14 (4).
- Малахов А. А. Геология Среднего Тимана и Западного Притиманья. Тр. Сев. геол.  
1940 упр., 6.
- Марков К. К. История северо-западной части Ленинградской области в поздне- и  
1932 послеледниковое время. Бюлл. Информ. бюро Ассоц. по изуч. четверт.  
отд. Европы, 3—4.  
1934 О признаках трансгрессии и регрессии. Тр. Первого Всесоюзн. геогр.  
съезда, 3.
- Милановский Е. В. Геологический очерк месторождений трепела в Корсунском  
1922 уезде Симбирской губ. Вестн. МГУ, 1, 2.  
1925 Геологический очерк бассейна р. Барыш и правобережья р. Суры  
в Ульяновской области. Мемуары Общ. любит. естеств., антропол. и  
этнограф., 1.  
1927 К тектонике южной части Симбирской губ. Бюлл. МОИП, отд. геол-  
логии, 2, 3.  
1940 Геологический очерк Поволжья. Путеводитель по Среднему Поволжью.  
Москва.
- Павлов А. П. О третичных отложениях Симбирской и Саратовской губерний.  
1896 Бюлл. МОИП, 4.

<sup>1</sup> В тексте ссылки на геологическую литературу отмечены звездочкой.

- Пермяков Е. Н. О литологических изменениях палеоцена и тектонических явлениях 1923 р. Инзы Ульяновской обл. Бюлл. МОИП, отд. геологии, 6, 3—4, Нов. сер. 36.
- Покровская И. М. Флора межледниковых отложений на р. Поломети у ст. Дворец. 1936 Бюлл. МОИП, 14, 2.
- 1936а О межморенных отложениях р. Мги. Тр. Сов. секц. АИЧПЕ, 2.
- 1939 Палеоботаническая характеристика морской подморенной толщи в г. Петро-заводске. Тр. Сов. секц. INQUA, 4.
- Рожкова Е. В. и Горючки Ю. И. Современные кремневые отложения. Диатомиты и трепелы, т. I., Тр. Всес. инст. минер. сырья, 117.
- Сперанский М. Руководство для добывания грунтов. Гидрографич. упр., Гидромет. 1933 сектор, Ленинград.
- Шостакович В. Б. Опыт геохронологического анализа иловых отложений Мали-нового озера в связи с поднятием побережья Белого моря. Изв. ВГО 4.
- Шохина В. А. К изучению микрофауны олигоцена Волго-Донского водораздела. 1937 Изв. Моск. гос. унив., Палеонтологич. лаборатория. Этюды по микропалеонтологии, 1, 3.
- Яковлев С. А. Наносы и рельеф гор. Ленинграда и его окрестностей, ч. I, II. Изв. 1925— Научно-мелиорат. инст., 8—13.
- 1926
- Andrussov N. Die fossilen Bryozoenriffe der Halbinseln Kertsch und Taman. I—III. 1909— Kjew.
- 1912
- Arnold R. and Anderson R. Geology and oil resources of the Santa Maria' oil district, Santa Barbara County, California. U. S. G. S. Bull. 332.
- 1907
- Нуурпэ Е. Bemerkungen über G. Branders Aufsatz «Ein Interglazialfund bei Rouhiala in Südostfinland» und zwei neue Tonfunde auf der Karelischen Landenge. Compt. Rend. Soc. Geol. Finlande. Bull. 10. Comm. Geol. Finlande, 119.
- 1939 Bemerkungen über Dr. Branders Entgegnung auf meine Kritik über seine Abhandlung „Ein Interglazialfund bei Rouhiala in Südostfinland“. Compt. Rend. Soc. Geol. Finlande, 13. Bull. Com. Geol. Finlande, 125.
- Mölder K. Das karelische Eismeer im Lichte der fossilen Diatomeenfunde. Bull. Comm. Geol. Finlande, 132.
- 1944
- 1944a Die postglaciale Klimaentwicklung im Lichte der fossilen Diatomeenfunde. Ibid.
- 1944b Die Entwicklungsgeschichte des Sees Vieljärvi in Ostkarelien und die Klimaschwankung im Lichte der fossilen Diatomeenfunde aus den Seesedimenten. Ibid.
- Zans V. Das letzterglaziale Portlandia-Meer des Balticum. Compt. Rend. Soc. Geol. Finlande, 9. Bull. Comm. Geol. Finlande, 115.
- 1936

### РУССКАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРОСЛЯМ <sup>1</sup>

- Акімава О. Серкабактэрыі вакаліц Менску. Матар'ялы да вывучэньня флёры і фауны 1930 Беларусі. 4, 81—95.
- 1930а Першыя гідрабіялагічныя доследы мікрафлёры ракі Сьвіслачы за V—IX месяцы 1928. — Матар. да вывучэньня флёры і фауны Беларусі, 5, 137—146.
- 1936 Да флёры азёр Беларусі. Вуч. Зап. хімічн. і біялагічн. фак-та Беларус. дзярж. унів. 28, 129—175.
- Аксентьев В. Н. Диатомовые кочкового болота в окрестностях Екатеринослава. 1926 ЖРБО. 11, 1—2.
- 1926а Материалы к фитопланктону Одесского залива. Журн. н.-иссл. кафедр в Одессе, 2, 4, 62—79.
- 1926б Планктонные диатомей низовой реки Днестра и некоторых прилегающих к нему водоемов. Журн. н.-дослід. кафедр. Одеси. 2, 4, 53—61.
- Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Гос. Гидрол. инст. 1941 Гидрометеорологич. Издат. 1—200.
- Александров А. И. Материалы по ихтиофауне бассейна р. Кубани. Тр. Керченской научн. рыбохоз. ст. 1, 2—3, 151—177.
- 1927

<sup>1</sup> При указании распространения диатомовых водорослей (в систематической части) использована вся флористическая литература с 1830 по 1946 г. включ., за исключением немногих работ, в которых виды не авторизованы.

- Алексеевко Н. Ф.** Обрастания диатомеями камней побережья Черного моря близ 1931 Севастополя. ДАН, Сер. А, 1, 8—12, 4 рис.
- Алексенко М. А.** Материалы для альгологии Полтавской губ. II Diatomeaceae 1891— окрестностей Полтавы. — Тр. ОИПХУ 21, 141—278.
- 1892
- 1892— Флора водорослей днепровских плавней и торфяников в пределах Полтавской губ. Тр. ОИПХУ 27, 59—121, 1 табл.
- 1893
- 1893— К флоре водорослей Лебединского и отчасти Сумского уездов Харьковской губ. Тр. ОИПХУ 28, 83—132.
- Амлинский И. Е.** Система оз. Селигер. 4. Фитопланктон. Уч. зап. МГУ, Биология, 8, 45—49.
- 1936
- Андрусов Н. И.** Геологические исследования на Таманском полуострове. Мат. геол. 1904 России, 21, 2.
- Анисимова Н. и Порецкий В.** Микропалеоботанические исследования нижне-1937 волжских четвертичных отложений. Тр. Сов. секц. INQUA, 3, 52—59, 1 рис.
- Армашевский П. Я.** Предварительный отчет о геологическом исследовании в губ. 1886 Курской и Харьковской в 1885 г. Изв. Геолог. ком. 5, 353—362.
- Арнольд И. Н.** О летнем и зимнем составе планктона некоторых водоемов Валдайской возвышенности в связи с вопросом о питании рыб. Вестн. Рыбпром. 1900 5, 249—286, 2 табл.
- Арнольд-Алябьев В. И.** Результаты пятилетних ледовых и гидрологических 1929 исследований русских ледоколов в Финском заливе и Балтийском море. Тр. 2-го Всесоюзн. гидролог. съезда в Ленинграде 20—27 апреля 1928 г., 2, 417—426.
- Арнольди В. М.** Кубанский Вятязевский лиман. Альгологическая экскурсия. 1922 ЖРБО, 7, 47—51.
- 1922а Две экскурсии на озеро Абрау. ЖРБО, 7, 51—61, 6 рис.
- 1922б Очерк водорослей степных рек. ЖРБО, 7, 61—72.
- 1923 О фитопланктоне Азовского моря. Рыбное хозяйство, 3, 174—175.
- 1924 Водоросли Суджукской лагуны (у Новороссийска). Изв. РГИ, 10, 1—14.
- 1928 Введение в изучение низших организмов. 355 стр. 266 рис. 3-е изд. Москва.
- 1928а Очерк водорослей приазовских лиманов. Тр. Кубано-Черном. н.-иссл. инст. Работы Новороссийск. биол. ст. им. В. М. Арнольди, 57, 5—15, 1 карта.
- 1928б Материалы к флоре водорослей Кубанской области. Первые сведения о флоре водорослей степных рек. Сб. им. С. Г. Навашина, 105—117.
- Арнольди В. М. и Алексенко М. А.** Материалы к флоре водорослей России. 1914 I. Водоросли реки Воронежа и его бассейна в пределах Тамбовской губ. II. Водоросли р. Созн и Петровских озер Тверской губ. III. Озера Лапландии. Тр. ОИПХУ 47, 2, 1—18 и 77—94.
- Афанасьев Г. Д.** Донные отложения озера Севан. Тр. СОПС, 3, 2, 59—153, 27 рис., 1933 7 табл., 1 карта.
- Баранов В. И.** Ископаемые диатомеи из третичных отложений. СБ, 1—3, 28—38, 1924 7 табл.
- Белинг Д., Ролл Я., Марковський Ю., Сабанеев П., Кирпиченко М., 1936** Лазыцька Я., Вакуленко Н., Цитович В., Мірошніченко О. Гідробіологічна характеристика заплавних водойм середньої течії р. Десни. Тр. Гідробіол. ст. АН УССР, 11, 19—139.
- Белоголовая Л. и др.** Гидробиологическое обследование системы водоемов оз. Селигер. Тр. Сапроп. инст. 1, 63—133, 6 рис. 1934
- Бенинг А. Л.** Материалы по гидрофауне придаточных систем реки Волга. III. Материалы по гидрофауне реки Еруслана. Раб. Волжск. биол. ст. 5, 4—5, 1921 257—330, 2 рис., 4 табл.
- 1933 О некоторых биологических моментах водохозяйственного использования реки Зап. ГИ, 349—367, 8 рис.
- 1937 О планктоне заливов Комсомолец (Мертвый Култук) и Кайдак. Тр. по комплексн. изуч. Каспийского моря (АН СССР). 1, 1, 125—154.
- 1937а О бентосе заливов Комсомолец (Мертвый Култук) и Кайдак. Тр. по комплексн. изуч. Каспийского моря (АН СССР). 1, 1, 155—182, 2 рис.
- 1938 Основой пищевой ряд пелагиали Каспийского моря. Прир., 9, 33—36.
- Бер А. Г.** Неогеновые и четвертичные отложения Ишима и низовьев Тобола. Бюлл. 1938 МОИП, Нов. сер. 46, Отд. геолог., 16, 1, 73—96, 5 рис.
- Берг Л. С.** Аральское море. Изв. Туркест. отд. РГО, 5 (Научн. результаты Аральск. экспед.), 9, 580 стр., 2 карты, 6 табл., 78 рис. 1908
- 1928 Байкальская диатомея в центральных губерниях (заметка). Прир. 11, 1003—1004.

- Берг Л. С. и Игнатьев П. Соленые озера Селеты-Денгиз, Теке и Кызыл-кад  
1901 Омского уезда. Зап. Западн.-Сибирск. отд. РГО, 28, 3—92, 8 табл.
- Берзин А. И. Случай нарушения работы фильтров из-за цветения воды. Водоснаб.  
1936 и санит. техн. (год изд. 11-й), 2, 61—63.
- Болохоновцев Е. Н. Материалы для изучения фитопланктона Волги по наблюде-  
1902 ниям с 15-го июля по 4-е сентября 1901 г. (Отчет о деятельности Волж-  
ской биол. ст. за лето 1901 г.). Раб. Волжск. биол. ст. 1, 2, 1902 и Тр. Сара-  
товск. общ. естеств., прилож. к 3 т., 93—101.
- 1903 Наблюдения над фитопланктоном Волги за лето 1902 г. Ежегодн. Волжск.  
биол. ст. 1; Тр. Саратовск. общ. естеств., 4, 1, 65—155.
- 1903а Фитопланктон Ростовских озер. Землеведение. Изд. РГО, 10, 47—54.
- 1905 О фитопланктоне некоторых озер Ростовского у. Ярославской губ. и двух  
озер Владимирской губ. Раб. Волжск. биол. ст., II, 2, 1903—1905; Тр. Сарат.  
общ. естеств., 4, 2, 253—272, 1 карта.
- 1905а Фитопланктон Невы. Глава в: Скориков А. С. Наблюдения над план-  
ктоном р. Невы. Тр. ОИПХУ, 39, 2, 101—104.
- 1909 Ботанико-биологические исследования Ладожского озера (Ладожское озеро  
как источник водоснабжения г. С.-Петербурга). Изд. Комиссии по изыскан.  
и исследов. Ладожск. оз. и ключевых источников, 169—585. 1 карта.  
12 табл.; Отд. изд. «Ботанико-биологические исследования Ладожского  
озера». СПб.
- Большев Н. Н. и Манучарова Е. А. О растительности такыров. Вестн. Моск.  
1946 Унив., 3—4, 101—108.
- Борисенко А. О вмерзании в лед планктонных организмов в Одесском заливе.  
1937 Прир., 8, 104.
- Бородин К. С. Альгологическая экскурсия в окрестностях г. Херсона и в мест-  
1877 ностях, лежащих вниз по Днепру от Херсона. Зап. Новоросс. Общ.  
естеств., 4, 2, 1—9.
- Борщов И. Г. Материалы для флоры водорослей Черниговской губернии. Зап.  
1870 Киевск. общ. естествоисп. 1, 1, 44—56.
- 1870а Новые виды одноклеточных водорослей из окрестностей Киева. Зап.  
Киевск. общ. естествоисп. 1, 1, 146—9, 1 табл.
- 1873 Пресноводные бациллярии (диатомовые) юго-западной России, преимуще-  
ственно губерний: Киевской, Черниговской и Полтавской. 1. Зап. Киевск.  
общ. естествоисп. 1, 129 стр., 2 табл.
- 1877 Водоросли Аральского моря. Тр. Арало-Каспийской экспед. Прилож. II  
к записке В. Аленицына «Аральское море», 38 стр. 1 табл.
- Буженко Ю. П. Водорості Грос-Лібентальської (Велико-Акаржинської) річки та  
1930 деяких водозборів її сточища. Зап. прир.-мат. секції Одеського науков.  
при УАН товариства, 4, 55—83.
- Букирев А. И. Материалы по изучению Чиликановских материковых озер. Изв.  
1935 Биолог. н.-исслед. инст. при Пермском гос. универс. 10, 1—2, 65—100.
- Бухалова В. И. К изучению гидробиологии Верхнего Дона. Тр. Воронежск. гос.  
1935 унив., Зоологич. отд., 8, 3, 27—37, 1 рис.
- Бухалова В. И. и Широкова В. И. Влияние сточных вод г. Воронежа на  
1938 реку Воронеж. Тр. Воронежск. гос. унив., Зоологич. отд. 10, 3, 7—35,  
3 диагр.
- Быков Г. Е. К стратиграфии осадочных отложений верхней части бассейна реки Зей  
1936 в связи с их угленосностью. Изв. АН Сер. геол. 2—3, 261—272.
- Вальц Я. Я. О зооспорах некоторых диатомей. Тр. 3-го съезда естествоисп. и врачей  
1871 в Киеве, Отд. бот.
- Васильев В. Н. Опыт применения стратометра системы Б. Ф. Перфильева к исследо-  
1933 ванию илов Штеровских прудов. — Матер. по гидрологии, гидрографии  
и водным силам СССР, 16, сер. 3, 1.
- Васильев И. В. Чем кормятся личинки малярийного комара в наших водоемах.  
1926 Профилакт. медиц., год изд. 5-й, 1, 16—18.
- Везенберг-Лунд. Основные черты биологии и географического распространения  
1923 пресноводного планктона. (Перев. с нем. Н. К. Дексбах) Научн. инст. изуч.  
прир. края. Иваново-Вознесенск.
- Величковский В. А. Растительный и животный планктон реки Сев. Двины  
1927 у Архангельска. Тр. Гос. полярн. хим.-бактер. инст. 1924—1927 г., 1,  
152—156.
- Верещагин Г. Ю. Новое простое приспособление для взятия проб воды в неглу-  
1927 боких водоемах. РГЖ, 6, 6—7, 155—156, 1 рис.
- 1933 Методы полевого гидрохимического анализа в их применении к гидрологи-  
ческой практике. Изд. Гос. гидрологич. инст., стр. 1—122.

- 1939 Происхождение и история фауны и флоры Байкала в связи с вопросом о происхождении их в континентальных водах вообще. Изв. ГГО, 71, 9, 1277—1294.
- Верещая Г. Ю. и Гильзен К. К. К познанию грунтов некоторых озер Витебской губернии. Изв. Сапроп. ком., 3, 3—92.
- Вертебная П. И. Водоросли Клязьминского водохранилища канала Москва — Волга. 1937—1938. Бюлл. МОИП Отд. биол., Нов. сер., 48, 4, 42—45.
- Верхало Н. Я. Озеро Большая Рица. Уч. зап. ЛГУ, 21, 261—281.
- 1939
- Верцнер В. Н. Некоторые детали структуры диатомей *Pleurosigma elongatum*, обнаруживаемые с помощью электронного микроскопа. ДАН, 44, 128.
- 1944
- Вислоух С. М. Краткий отчет о биологических исследованиях Невской губы, произведенных в 1911—1912 гг. (В «Материалах по исследованию воды Невской губы в санитарном отношении» П. Б. За период времени с ноября 1911 г. по август 1912 г.) Городск. испол. комис. по сооруж. канализации и перестройке водоснабжения г. С.-Петербурга. 215—312, 1 табл. СПб.
- 1915 Биологический анализ воды. (В: С. И. Златогоров. «Руководство по теоретической и практической микробиологии»). Практ. Медицина 7—8, 225—304.
- 1916 К вопросу о применимости показательных организмов Kolkwitz'a и Marsson'a в России. Ж. микроб. 3, 3—4, 377—386.
- 1921 К познанию микроорганизмов Невской губы. Изв. РГИ, 1—3, 83—96.
- 1921a Материалы по диатомовым Ярославской губернии. Тр. Ярославск. естеств.-истор. общ. 3, 1, 105—115, 1 табл.
- 1925 Фито-биологический анализ Коськовского сапропелита Корчевского уезда, Тверской губ. Изв. Сапр. ком. 2, 77—80.
- 1925a Фито-биологический анализ «землистого торфа» с обнажения на р. Большая Кошь, Осташковского уезда, Тверской губ. Изв. Сапр. ком., 2, стр. 82.
- 1925b Фито-биологический анализ Кошского ископаемого сапропелита, Осташковского уезда, Тверской губ. Изв. Сапр. ком. 2, стр. 81.
- 1926 Фито-биологический анализ сапропеля с озера Госьбуже, Московск. губ. Изв. Сапр. ком. 3, 179—180.
- Вислоух С. М. и Кольбе Р. В. Новые диатомовые водоросли из водоемов России. Ж. микроб. 3, 3—4, 263—75. Франц. рез. 448—51, 1 табл.
- 1926 Материалы по диатомовым Онежского и Лососинского озер. Тр. Олонецк. н.-экспед., 5, Ботаника. 1, 3—76, 2 табл.
- Волков Л. И. Материалы к гидробиологии водоемов системы р. Дона. Изв. Ростовск. педагог. инст., 8, 27—49.
- 1940 Природа Ростовской области. Растительность водоемов. В сборн.: Природа Рост. обл. Сб. статей научн. работников Рост. н./Д. гос. унив. им. В. М. Молотова, 141—162.
- Воробьев Н. И. и Тюшняков И. В. Материалы к познанию фитопланктона р. Енисей, Тр. студенч. кружка любит. прир. при Казанск. унив. 1, 49—62.
- Воронихин Н. Н. К познанию перифитона р. Волги. Раб. Волжск. биол. ст. 8, 1—3, 55—64, 4 рис.
- 1926 К биологии горько-соленых озер окрестностей Пятигорска. Курортное дело. 4, 5, 5—12, немецк. рез. стр. 105.
- 1927 Очерк альгологической растительности терм Кавказских Минеральных Вод. Юбил. сб., посвящ. И. П. Бородину, 257—274.
- 1927a Материалы к альгологической флоре и растительности минеральных источников группы Кавказских Минеральных Вод. Тр. Гос. Бальнеологич. инст. на Кавказ. Минер. Водах, 5, 1—32.
- 1928 Альгологический анализ сапропеля озера Самро Лужского округа Ленинградской области. Изв. Сапр. ком. 4, 242—244.
- 1929 Альгологический анализ образца осадочной породы из обнажений на берегу р. Луги у д. Федоровки Кингисеппского района Ленинградского округа и области. Изв. Сапр. ком. 5, 193—194.
- 1929a Альгологический анализ сапропеля озера Орлинского Троицкого района Ленинградского округа и области. Изв. Сапр. ком. 5, 191—192.
- 1935 Фитопланктон озер Катунских альп. Исследования озер СССР. ГГИ, 8, 242—253.
- Воронихин Н. и Порецкий В. К флоре водорослей Сев. Кавказа. Работы Сев.-Кавк. гидроб. ст. 1, 1, 42—43.
- 1934 Гидробиология ильменей и полюев — Справ. по водн. ресурс. СССР. Центр. Бюро Водн. Кадастр. ГГИ, 5, Нижнее Поволжье, 319—324.

- 1934а Мелкие пресные озера возвышенных частей Нижнего Поволжья. — Справ. по водн. ресурс. СССР. Центр. Бюро Водн. Кадастр. ГГИ, 5. Нижнее Поволжье. 324—330.
- 1936а Р. Енисей в гидробиологическом отношении. Справ. по водн. ресурсам СССР. ГГИ, 16, 1, 864—877.
- Гайдуков Н. Литературные источники к русской флоре водорослей. Бот. зап., 1901, 17, 1—126.
- 1925 Исследования по экологии пресноводных водорослей. Зап. Белорусск. гос. инст. сельск. и лесн. хоз., 4, 73—150.
- Гапонов Е. А. Ископаемые диатомовые водоросли из сарматских слоев севера Таврической губернии. Зап. Новоросс. общ. естеств., 39, 325—338.
- 1915 Ископаемые диатомовые водоросли из нижне-сарматских слоев Подолии. Ежегодн. по геологии и минералогии России. 17, 1—3, 18—42, 2 табл. То же. — Геологич. вестник, 1915 г., 1, 6, 375—376.
- 1924 Об исследовании диатомосодержащей породы из села Липкан (предварит. сообщ.). Журн. н.-иссл. кафедр в Одессе, 1, 10—11, 117—119.
- Гаухман З. С. Альгологический очерк водоемов системы Проточи. I. Фитопланктон. II. Микрофитобентос. Сб. раб. биолог. фак. Днепрпетр. гос. унив., 3, Научные зап., 18.
- Гейнеман Б. А. Некоторые данные о фитопланктоне Черного моря. Вестн. Рыбопромышл., 18, 12, 661—665.
- Генкель А. Г. Отчет о командировке летом 1902 г. на Черное море. Тр. СПб общ. естеств. 33, 1, 1902—1903. Протокол заседания № 6, 1902, 212—213. Нем. рез. 224—225.
- 1908—1909 Новые виды и разновидности, входящие в состав фитопланктона Каспийского моря. Бот. зап. 16, 53—56.
- 1909 Материалы к фитопланктону Каспийского моря. Бот. зап., 27, 1—247, 36 табл., 2 рис.
- 1921 Материалы к фитопланктону озера Байкала. Дневн. 1-го Всеросс. съезда русск. ботаников в 1921 г., стр. 81.
- 1925 К биологии размножения диатомей. Изв. биол. н.-исслед. инст. при Пермск. гос. унив. 4, 5, 189—195.
- 1925а Некоторые материалы к познанию планктона озера Байкал. Изв. биолог. н.-иссл. инст. и Биолог. ст. при Пермском гос. унив., 3, 8, 285—290.
- 1926 К размножению диатомей. Дневн. Всесоюзн. съезда ботан. в Москве в янв. 1926 г., стр. 67.
- Генкель А. Г. и Генкель П. А. О новом способе размножения диатомей. — Изв. биол. н.-исслед. инст. при Пермск. гос. унив. 3, 4, 143—148.
- Герасимов Д. А. Некоторые данные о строении озер Кобелевского торфяника. Изв. Эксперим. торф. инст., 2, 82—98.
- Гильзен К. К. Материалы по исследованию грунта озера Бологое, Валдайского уезда, Новгородской губ. Тр. Преснов. биол. ст. общ. естеств., 3, 3—34, 3 рис., 1 табл.
- 1913 Фитобиологические исследования образцов грунта озера Глубокого, произведенные С. М. Вислоухом и В. Н. Сукачевым. Тр. Гидроб. ст. на Глубоком оз., 5, 1913. 22—35.
- 1915 Грунт озера Тишинского, находящегося в Буинском у., Симбирской губ. Зап. Симбирск. обл. естеств.-нст. музея, 2, 5 стр.
- 1915а Материалы по исследованию грунта Байкальского озера. Изв. РГО, 51, 3, 101—116, 2 микрофот., 1 карта.
- Гоби Х. Я. Сообщение об утилизации диатомовых водорослей (бациллярий) для приготовления динамитов. Тр. СПб общ. естествоисп., 8, 72—76.
- Голлербах М. М. К вопросу о составе и распространении водорослей в почвах. 1936 Ботан. инст. АН, сер. 2, 3, 99—302.
- Гордиенко М. О. Микрофлора береговых водоемов-калуж р. П. Бог. Тр. фізично-математ. відд. УАН, 10, 3, Збірн. праць. Дніпровск. біол. ст. 4, 279—293, 2 рис.
- 1929 Матеріяли до мікрофлори ставків степової України. Вісн. Дніпропетр. гідробіол. ст. 1, 133—192.
- 1929а Флора снігу та льоду околиць м. Одеси. — Вісн. Дніпропетр. гідробіол. ст., 1, 47—64.
- 1931 Очерк прикрепленных и непланктических водорослей р. Самары и водоемов ее поймы (река Самара, ее притоки и залив Татарка). Тр. Гос. ихтиол. опын. ст. Херсон. 6, 2, 135—244.
- 1937 Мікрофітобентос порожистої частини Дніпра та його зміна під впливом побудованя греблі Дніпрельстану. Вісн. Дніпропетр гідробіол. ст. 2, 105—112.

- 1937a Водорості льоду нетечих водойм околиць міста Дніпропетровська. Вісн. Дніпропетр. гідробіол. ст., 2, 275—299.
- Граевский Э. Я. и Поганкин М. В. Материалы по гидрофауне р. Камы и ее поймы в районе г. Соликамск — р. Чусовая. Изв. биол. н.-иссл. инст. при Пермск. гос. унив. им. М. Горького., 11, 3—4, 79—132.
- Грезе Б. С. и Штакельберг А. А. Общая гидробиологическая характеристика Нижнего Поволжья. Справ. по водн. ресурсам СССР. ГГИ, 5, 526—536.
- Гринберг Р. Г. Опыт изучения флоры и фауны Московского водопровода. — Изв. Моск. коммерч. инст., Коммерч. техн. отд. Кн. 1, 77—122, 2 табл.
- Гричук В. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками для целей пыльцевого анализа. Пробл. физ. географ. 8, 53—58.
- Гуров А. В. Геологическое описание Полтавской губ. Отчет Полтавскому губ. земству. Изд. Полтавского губ. земства, 207—708, Харьков.
- Гусев А. И. Послетретичная история северной части Хараулахского хребта. Изв. ГГО, 70, 2, 151—165, 7 рис., 1 карта.
- Гусева К. А. К гидробиологии и микробиологии Учинского водохранилища канала Москва-Волга. Ж. микроб. б. 4, 449—464 3 рис.
- Дагаева В. А. Наблюдения над жизнью соленого озера Круглой бухты у Севастополя. — Изв. АН СССР, серия VI, 21, 2 1319—1346.
- Дедусенко-Щеголева Н. Т. Микрофлора озера Лиман. Русск. Архив протист., 1927 6, 1—4, 9—21.
- 1928 Микрофлора закрытых водоемов Таганрогского округа. Дневн. Всесоюзн. съезда ботан. в Ленинграде в янв. 1928 г., стр. 144.
- 1936 Микрофлора ставків Таганрозької округи. Тр. н.-дослідч. инст. ботан. при Харк. держ. унів., 1, 20—27.
- Дерюгин К. М. Гидрология и бентос восточной части Финского залива. 4. Исследование реки Невы и ее бассейна. Гидрологич. и гидробиологич. иссл. Невской губы. 2, 4, 48 стр.
- 1930 Гидрология и биология. Исследования морей СССР. ГГИ, 11, 37—45.
- Дідусенко Н. та Прощкіна Н. Попередні відомості про планктон водоймищ у «Чаплях» (Асканія Нова). — Вісти Держ. степов. заповідника «Чаплі». 3, 103—120.
- Доктуровский В. С. О торфяниках Пензенской губернии. Тр. по изуч. заповедников; Отд. охр. прир. 3, 1—15.
- Долгов Г. И. Изменения и дополнения к списку сапробных организмов Кольквитца и Марссона. РГЖ, 5, 5—6, 91—104.
- Долгов Г. И. и Кононов В. Н. Биологическое обследование реки Клязьмы в пределах Богородского и Орехово-Зуевского уездов (от дер. Балабаново до дер. Борщевня). Тр. Санит. инст. Мосздравотд. им. Ф. Ф. Эрисмана. 3, 58—108, 3 табл., 6 рис.
- Долгов Г. И. и Никитинский Я. Я. Гидробиологические методы исследования вод. (В книге Барсов, Бруевич, Долгов и др. Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод). Постоянное бюро Всесоюзн. водопров. и санит. техн. съездов, Изд. постоян. бюро, № 75.
- Дорогостайский В. Материалы для альгологии оз. Байкала и его бассейна. Изв. Вост.-Сиб. отд. РГО, 35, 3, 1—44.
- Дорофеев Н. Материалы для альгологической флоры Кишинева и отчасти Кишиневского уезда (р. Бык). Зап. Новороссийск. общ. естеств., 10(1), 83—99.
- Дубровин В., Каминский А. и Пещуров П. Материалы к фитопланктону 1910— устьев Волги. Бот. зап., 28, 101—112.
- 1912
- Дуплаков С. Н. Материалы по изучению перифитона. Тр. Лимнологич. ст. в Косине, 16, 9—160, 10 рис.
- Дьяконов Ф. Ф. Некоторые наблюдения над обрастаниями пароходов Нижней Волги. Раб. Волжск. биол. ст. 8, 1—3, 137—156, 1 рис.
- Дьяконов а-Савельева Е. Н. К вопросу о позднеледниковом Онего-Беломорском соединении. Тр. Ленингр. общ. естеств. 59, 4, 97—108, 6 табл.
- Дьяконова-Савельева Е. Н. и Земляков Б. Ф. Исследования по четвертичной геологии на северном берегу Онежского озера. Изв. ГГИ, 21, 11—26.
- Егерман Ф. Ф. Материалы по планктону Кучурганского лимана бассейна р. Днестра за 1924 г. (май—декабрь). Тр. Всеукр. Гос. Черномор.-Азов. н.-промысл. опытн. ст., 1, 181—313, 12 рис.
- Еленкин А. А. О зимующих спорах (Dauersporen) у Chaetoceras furcellatum Bail. БЖ 2, 5—6 и Тр. СПб общ. естеств. 36, 1907, 128—131.
- Еленкин А. А. и Лидия Оль. Библиография альгологических трудов в пределах СССР с 1900 по 1925 гг. включительно. Тр. Главн. бот. сада. 42, 1—139.

- 1935 Библиография альгологических трудов в пределах СССР с 1926 по 1930 гг. включительно. Тр. Бот. инст. АН СССР. Сер. 2, 2, 171—255.
- Есырева В. И. Заметки о двух видах рода *Melosira* из зимнего фитопланктона р. Волги около Н. Новгорода. Изв. Бот. сада АН СССР, 30, 5—6, 653—658.
- 1935 Фитопланктон Волги по наблюдениям 1931 г. против г. Горького. Уч. зап. Горьковск. гос. унив., 4, 83—119.
- Жадин В. И., Засухин Д. Н., Кабанов Н. М. и Неизвестнова-Жадина Е. С. Биологическое исследование пр. Клязьмы, Рпени, Лыбеди — 1931 и Нерли близ г. Владимира. Раб. Окской биол. ст. 6, 1—3, 29—65.
- Жузе А. П. Материалы к гидробиологии водоемов Евлаховского района. Тр. сект. соц. мед. и гигиены, 2, 111—125.
- 1936 Диатомовые межледниковых отложений р. Поломети. Бюлл. МОИП, Нов. сер. Отд. геолог. 44, 5, 429—472, 3 рис.
- 1939 К истории древнего Ивинского озера в верховьях р. Свири. Изв. ГГО, 71, 9, 1312—1325.
- 1939а Палеогеография водоемов на основе диатомового анализа. Тр. Верхне-волжск. экспед. Геогр.-эконом. н.-иссл. инст., 4, 1—85.
- Жузе А. П. и Порецкий В. С. Диатомовые межледниковых отложений по р. Ваге. 1937 Тр. Советской секции INQUA 1, 178—205, 1 рис.
- Журавлева А. А. Ископаемые диатомовые Тункинской котловины (Прибайкалье). 1936 Палеонтолог. сб., вып. 3. Тр. НГРИ, серия А. 78, 47—64, 1 табл.
- Закржевский В. С. К флоре водорослей озера Балхаш. Бюлл. Средне-Азиатск. гос. универ., 19, 131—140, 9 рис.
- Засухин Д. Н. Материалы к вопросу о микроорганизмах, обитающих в сыпучих песках Киргизских степей. Гидроб. ж. СССР, 9, 4—6, 121—30, 2 табл.
- Засухин Д. Н., Кабанов Н. М. и Неизвестнова Е. С. К изучению микроскопического населения наносных песков в русле р. Оки. РГЖ, 4, 3—5, 59—81, 3 рис.
- 1928 О сочавшихся родниках аллювиальных берегов р. Оки. РГЖ, 7, 5—7, 114—144, 2 рис.
- Захаров Н. Г. Биологические наблюдения над проточными прудами Люблинских полей фильтрации в 1919—1920 гг. Тр. Совещ. по очистке сточных вод, состоящего при Управл. канализ. Моск. ком. хоз. 11, 11—84.
- Зверева О. С. Опыт рекогносцировочного обследования озер по Омскому и Славгородскому округам Сибиря. Тр. Сибир. рыбохоз. ст. 5, 2, 3—90, 3 кар.
- Земляков В. Ф., Покровская И. М. и Шешукова В. С. Проблема Беломорско-Балтийского соединения в иольдиевое время. Тр. Сов. секц. INQUA, 5, 156—180.
- Зернов С. Общая гидробиология. 1—504, 215 рис., Биомедиздат, М.—Л. 1934
- Змеев Л. Несколько данных для изучения низших водорослей на Кавказских минеральных водах. Журн. воен. мед., 114, 62 стр.
- Зубкович Е. М. К планктону водоемов Минского округа. Тр. Белорусск. гос. унив., 1925 8, 9, 10, 61—68.
- Зыков В. П. Отчет о зоологических исследованиях на Волге в Саратове летом 1902 1901 г. Вестн. Рыбпром. 17-й год изд., 11, 686—695.
- Иванов Л. А. Краткий предварительный отчет о наблюдениях над планктоном озер Новгородской и Тверской губерний. Тр. СПб общ. естеств. 28, 6, 198—200.
- 1901 О водорослях соленых озер Омского уезда. (Приложение II к статье Берга и Игнатова, Соленые озера Селеты-Денгиз, Теке и Кызыл-Как Омского уезда). Зап. Зап.-Сибирск. отд. РГО, 28, 112—116, 2 рис.
- 1901а Наблюдения над водной растительностью озерной области. Тр. Пресноводн. биол. ст. СПб общ. естеств., 1, 1—2, 1—152, 4 табл., 1 кар.
- Ильин Р. С. Геология низовий Иртыша ниже Горной Субботы и Оби до Б. Атлыма. 1936 Мат. по геол. Зап.-Сиб. края (Зап.-Сиб. геол. трест), 36, 5—118, 1 кар., 1 табл.
- 1931 Инструкции по биологическим исследованиям вод. Под редакцией К. М. Дерюгина. Часть I. Биология морей. Часть II. Биология материковых вод. Издание Государственного гидрологического института. Ленинград.
- 1938 Инструкция для гидрохимических определений в море. Пищепромиздат ВНИРО, стр. 1—71.
- Кабанов Н. М. Дополнение к списку организмов фитопланктона р. Оки у г. Муром. 1928 Раб. Окской биол. ст. 5, 2—3, 15—59.
- Каптерев П. Новые материалы по оживлению организмов из вечной мерзлоты. — 1938 ДАН СССР, Нов. сер., 20, 4, 315—317.

- Киреева М. С. Эпифитные диатомовые Косинских озер. Тр. Косинск. биол. ст. 6  
 1927 15—26, 6 рис.  
 1929 Эпифитные диатомовые озера Гилли. Тр. Севанской озерн. ст., 2, 5—30,  
 1 рис.  
 1930 Фитопланктон озера Великого. Тр. *Общ. иссл. Рязанского края*. Мат.  
 к изуч. оз. Великого в Мещерском крае, 36, 40—46.
- Киселев И. А. Фитопланктон Невской губы и восточной части Финского залива.  
 1924 Изв. РГИ, 88. Исследования р. Невы и ее бассейна, 2, 1—54, 3 табл.  
 1925 Фитопланктон восточной части Финского залива. Тр. 1-го Всеросс. гидрол.  
 съезда в Ленинграде 7—14 мая 1924 г., 500—502.  
 1926 К вопросу об альгологическом населении хаузов г. Ст. Бухары. Русск.  
 журн. тропич. медицины, 3, 29—34.  
 1927 Новые данные о водорослях Аральского моря. Изв. Отд. прикладн. ихтиол.  
 и н.-промышл. иссл., 5, 2, 270—305, 3 табл.  
 1928 Материалы к альгологической характеристике типовых водоемов Турке-  
 стана. Дневн. Всесоюзн. съезда ботан. в Ленинграде в янв. 1928 г., 147—149.  
 1928a Периодичность планктона прудов Ст. Бухары в связи с гидрологическими  
 факторами. Изв. ГГИ, 22, 159.  
 1930 Планктон пруда (хауза) «Нау» г. Старой Бухары, его состав и периодич-  
 ность в связи с изменениями физико-химических условий водной среды.  
 Тр. Узбекистанск. тропич. инст., 1, 9—60, 4 табл.  
 1931 Опыт гидробиологической характеристики типовых водоемов Средней Азии.  
 Тр. Средне-Азиатского гос. унив. Сер. XII-а. География, 9, 1—85, 8 табл.  
 1932 Данные о фитопланктоне озера Иссык-Куль. Зап. ГГИ, 7, 65—94, 22 рис.  
 1935 Фитопланктон озер Центральной Якутии по материалам лимносъемки  
 1932 г. Исследования озер СССР, ГГИ, 8, 51—84, 17 рис.  
 1937 Фитопланктон некоторых горных водоемов Байкальского хребта. — Тр.  
 Байкальск. лимнолог. ст., 7, 53—69, 12 рис.  
 1940 Фитопланктон Сев.-вост. Каспия с его заливами Комсомолец (Мертвый  
 Култук) и Кайдак по материалам экспедиций АН СССР в 1934 и  
 1935 гг. Тр. по комплексн. изуч. Каспийск. моря, 3, 103—126, 12 рис., 1 табл.  
 1941 Новейшие достижения в изучении продуктивности водоемов. I. Факторы,  
 определяющие продуктивность планктона. Прир. 1, 56—61.  
 1946 Фитопланктон дальневосточных морей как показатель некоторых особен-  
 ностей их гидрологического режима. Научн. бюлл. ЛГУ, 7, 20—21.
- Киселева Е. И. Материалы по растительности водоемов окрестностей г. Старой  
 1931 Бухары. Тр. Узбекистанск. инст. троп. мед. 1, 3, 1—17.  
 1931a Материалы к изучению микрофлоры рисовых полей окрестностей г. Самар-  
 канда. ЖРБО, 16, 4, 353—380, 2 табл. рисунков, 2 фото, 1 табл. кривых.  
 1939 Сезонные изменения фитопланктона петергофских прудов (Кристаллевого  
 и Цератофиллиевого) и их связь с изменением условий среды. Уч. зап.  
 ЛГУ 35, 5—41, 10 рис.  
 1939a Диатомовые водоросли рисовых полей окрестностей г. Самарканда. БЖ, 24,  
 2, 108—116, 3 рис.
- Книпович Н. М. Исследования Каспийского моря 1904 г. — Тр. Каспийск. эксп.  
 1907 1904, 1, 1—113, 1 кар.
- Ковалевский А. С. Список водорослей, собранных в Каспийском море. Прот.  
 1870 засед. *Общ. естеств. Казанск. унив.* за 1869—70 гг., стр. 97.
- Козлов В. Е. *Pleurosigma elongatum* W. Smith, как пробный объект для биологиче-  
 1940 ского микроскопа. Опотехническая лаборатория Гос. оптич. инст. АН  
 СССР, 1, 7—11, 14 рис.
- Козловский В. С. Материалы для флоры водорослей. Зап. Киевск. общ. естеств.,  
 1878 5, (3), 260—275.  
 1888— Материалы для флоры водорослей Сибири. I и II. I Зап. Киевск. общ.  
 —1890 естеств., 9, 395—437. II—там же, 11(1) 1—37, 1 табл.
- Колосова С. И. Наблюдения над процессом обрастания погруженных в воду пред-  
 1935 метов на р. Волге. Уч. зап. Казанск. гос. унив., 95, 7, 20—26.  
 1939 Исследование микрофлоры некоторых водоемов окрестностей г. Сверд-  
 ловска. Уч. зап. Казанск. гос. унив., 99, 1, 133—202, 4 рис.
- Кольбе Р. В. К технике изготовления препаратов диатомовых водорослей. Ж. микроб.,  
 1916 3, 1—2, 69—76, франц. рез., 234—235.
- Комаров В. Л. Типы растений, изд. АН СССР.  
 1939
- Конгисер Р. А. К методике изучения фитопланктона. Изв. Бот. сада АН СССР, 30,  
 1932 3—4, 337—342.

- Коновалова Е. И. Изучение смены организмов в процессе отстаивания загрязненных вод. Ж. микроб., 8, 8.  
1939
- Кордэ Н. В. и Агрикова Н. Е. Пойма Клязьмы как нагульная площадь для карпоразведения. Тр. Ивановск. сельско-хоз. инст., 1, 96—109.  
1935
- Коршиков А. А. Микрофлора Петровских озер Оршанского торфяника. (В работе: Скадовский С., Коршиков А., Амлинский И., Брюхатова А. Биология планктона и физико-химический режим Петровских озер Оршанского торфяника). Зоологич. журн. 12, 3, 27—46.  
1933
- Материалы к познанию водорослей Горьковской области. Фитопланктон р. Оки в августе 1932 г. Уч. зап. Горьковск. гос. ун-в., 9, 101—128, 22 рис.  
1939
- Крabbи А. И. Планктон Балтийского моря экспедиции 1908 года. Тр. Русской Балтийской эксп. (департамент земледелия), 2, 1—36.  
1913
- Отчет о планктоне, собранном Балтийской экспедицией в июле, августе и ноябре 1909 г. Тр. Русской Балтийской эксп., 2, 103—132, 4 табл.  
1913а
- Крейзель Р. Методы палеоботанического исследования. Перевод В. М. Криштофович. Изд. АН СССР, 1—143.  
1932
- Криштофович А. Н. Курс палеоботаники. Гос. н.-технич. геол.-развед. издат., 326 стр., 207 фиг.  
1933
- О древности диатомовых водорослей. Прир. б., 121.  
1938
- Палеоботаника. 3-е дополн. изд., Госгеолиздат, М.-Л.  
1941
- Каталог растений ископаемой флоры СССР. Палеонтология СССР, прилож. к т. 12, 1—566, М.-Л.  
1941а
- Кузнецов С. И. и Курсанов А. Л. Некоторые данные по химизму и биологии реки Чусовой и ее притоков. РГЖ, 1—2, 25—34.  
1927
- Курсанов Л. И., Комарницкий Н. А. и Флеров Б. К. Курс низших растений. Гос. мед. изд., 1—309, 203 рис.  
1933
- Курсанов Л. И. и Комарницкий Н. А. Курс низших растений. Изд. 3-е «Советская наука», Москва.  
1945
- Кучин И. В. Количественное определение планктона Пестовского озера за 1899—1900 гг. (Из Никольского рыболовного завода 4, 42—72). Вестн. рыбопромышл., 16-й год изд., 3, 124—152.  
1901
- Лазарев В. А. Обследование реки Истры, канав и стоков в районе Павловской слободы. Совещ. по вопр. санит. охраны рек, питающих москворецкий водопровод. 1, 105—109.  
1915—  
—1916
- Ручей Студенец в районе Ивановской фабрики. Совещ. по вопр. санит. охраны рек, питающих москворецкий водопровод. 1, 242—244.  
1915—  
—1916а
- Лепнева С. Г. Биологическое исследование реки Которосли в районе города Ярославля. Тр. Яросл. естеств.-истор. общ. 3, 2, 1—128, 4 табл.  
1922
- Линько А. К. Планктон Екатерининской гавани и ее ближайших окрестностей. Тр. СПб общ. естеств., Отд. зоологии, 37, 4, 157—167.  
1906
- Лобик А. И. Список пресноводных водорослей, собранных А. А. Еленкиным и В. П. Савичем на Черноморском побережье Кавказа в 1912 г. Изв. СПб бот. сада, 15, 1, 23—46, 6 рис.  
1915
- Лунгерсгаузен Л. Геологическая эволюция Южного Приднестровья. Сов. геология, 8, 57—72.  
1940
- Макеев П. С. Материалы к геоморфологии бассейна р. Ижмы. Тр. Инст. физ. геогр. АН СССР, 16, 7—87, 55 рис.  
1935
- Малеев Е. Ф. Месторождения диатомитов, трепелов и опок Приморской области. ДВК. Вестн. ДВ фил. АН СССР. 22, 7—25.  
1931
- Малинина В. С. Исследование воды, стр. 1—34. Снабтехиздат.  
1931
- Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области. Тр. Главн. геол.-развед. упр. ВСНХ СССР, 117, 7—256, 99 рис., 1 кар.  
1931
- Поздне- и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздне- и послеледниковой истории Балтики. Тр. Комисс. по изуч. четвертичн. периода 4, 1, 5—70, 1 рис., 1 табл.  
1934
- Марков К. К. и Порецкий В. С. Послеледниковая история окрестностей Ленинграда. Прир. 5—6, 99—103, 5 рис.  
1933
- Марков К. К., Порецкий В. С. и Шляпина Е. В. О колебаниях уровня Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время. Тр. Комиссии по изуч. четвертичн. периода, 4, 71—129, 15 рис., 1 карта.  
1934
- Матвиенко О. М. Материалы до вивчення водоростей УРСР. Уч. зап. Харк. держ. ун-в., 14, 29—70, 4 табл., 3 рис.  
1938
- Водорості болот Харківської області. Уч. зап. Харк. держ. ун-в. 22, Тр. н.-дослід. інст. бот. 4. 19—39, 2 табл.  
1941

- Мейер К. И. Сиваш и его флора. Зап. Крым. общ. естеств. и любит. прир., 5, 1915 160—163.  
 (1916)  
 1916 Сиваш и его флора. Естествознание и география, 21, 1—2, 1—19.  
 1922 Материалы по флоре водорослей оз. Байкала. Журн. Моск. отд. РБО, 1, 1—27.  
 1922а Альгологическое исследование озер Петровско-Кобелевской дачи. Изв. н.-эксперимент. торф. инст., 2, 57—82.  
 1923 Фитопланктон р. Оки под г. Муромом по сборам 1919—21 гг. Раб. Окской биол. ст., 2, 2, Жизнь Оки, 1, 15—61.  
 1924 Фитопланктон р. Оки у г. Мурома в 1922 г. Раб. Окской биол. ст., 3, 1. Жизнь Оки, 2, 53—57.  
 1924а Algae populiuae novae baicalenses. II Бот. мат. инст. спор. раст., 3, 7, 107—108.  
 1925 Сиваш и его флора. Изв. РГИ, 15, 22—45.  
 1926 Введение во флору водорослей р. Оки и ее долины. Часть 1. Река Ока. Раб. Окской биол. ст. 4, 4—53.  
 1927 О фитопланктоне оз. Байкал. РГЖ, 6, 6—7, 128—136, 2 рис.  
 1927а О водорослях северного Байкала. РАП, 6, 1—4, М. 93—118, 23 рис.  
 1928 Введение во флору водорослей р. Оки и ее долины. Часть II. Пойма. Раб. Окск. биол. ст. 5, 2—3, 57—80.  
 1928а Фитопланктон р. Оки в районе г. Рязани. Тр. Общ. иссл. Рязанск. края, 11, 7—21.  
 1930 Введение во флору водорослей оз. Байкала. Бюлл. МОИП, 39, 179—399, 110 рис., 18 микрофото.  
 1937 Водоросли болотных почв долины р. Яхромы. Тр. Бот. сада МГУ, 1, 33—44.  
 1937а Размножение растений. Сельхозгиз.
- Мейер К. И. и Есырева В. И. Альгологические наблюдения на Учтинском водохранилище в 1937 г. Тр. Бот. сада МГУ, 4, 35—48.  
 Мейер К. И. и Рейнгардт Л. В. К флоре водорослей озера Байкала и Забайкалья. Бюлл. МОИП 33, 3—4, 201—243.  
 Мейстер Ф. Две замечательные формы диатомей из трепела Ахалциха. Ежегодн. 1922—1924 Русск. палеонтолог. общ. 4, 150—154.
- Мельниченко З. А. К вопросу о составе микро- и макрофлоры непроточных водоемов окрестностей г. Куйбышева. Уч. зап. Куйбыш. гос. педаг. и учит. инстит. им. Куйбышева, фак. естеств. 1, 57—61.
- Менакер Б. З. О генезисе Прибалтийского глинта. Изв. ВГО, 72, 2 202—210.  
 1940
- Мережковский. Наблюдения над движением диатомовых водорослей и его при-1880 (2) чина. Тр. СПб общ. естеств., 11, (2), 9—22.  
 1897 Инструкция для собирания диатомовых водорослей. Изв. РГО, 33, 7.  
 900— К вопросу о классификации диатомовых водорослей. Бот. зап. 18, 87—98, 4 рис.  
 1900— Диатомовые водоросли Полинезии. Бот. зап. 18, 99—136.  
 1902а  
 1901 Этюды над эндохромом диатомовых водорослей (по франц.). Зап. АН, VIII серия, 11, 1—40, 7 табл.  
 1902 Заметка о диатомовых водорослях Геническа (Азовское море). Зап. Новорос. общ. естеств. 24, 2, 33—72, 1 табл.  
 1902— О *Catenula* новом роде диатомовых. Бот. зап. 19, 93—116, 1 табл.  
 1903
- 1902—1903а Список диатомовых Черного моря. Бот. зап. 19, 50—88.  
 1902— Типы эндохрома у диатомовых. (Предварительный отчет о внутреннем строении диатомовых). Бот. зап. 21, 1—193, 111 рис.  
 1903б Заметка о новом роде из диатомовых *Licmosphenia* Mereschk. Бот. зап. 19, 89—92.  
 1903 К морфологии диатомовых водорослей. Уч. зап. Казанск. унив. 70, 10—11, 1—194 и 33—252, 6 табл., 30 рис.  
 1906 Диатомовые водоросли Тибета («Монголия и Кам»). Тр. Экспедиции Русск. геогр. общ., совершенной в 1899—1901 гг. под руководством П. К. Козлова. Изд. РГО, 8, 1—40, 1 карта, 24 рис.  
 1906а Законы эндохрома. Уч. зап. Казанск. унив. 73, 2, 3, 5—6, 1—176; 177—288; 289—402, 2 табл., 249 рис.

- Миссуна А. Beitrag zur Kenntniss der fossilen Diatomeen Südrusslands. Сборник 1913 в честь двадцатипятилетия научной деятельности Владимира Ивановича Вернадского, 1—39. 3 табл., 92 рис.
- Михайловская З. Н. Фитопланктон Новороссийской бухты и его вертикальное распределение. Тр. Новоросс. биол. ст. 2, 1, 37—54, 3 табл.
- Михельсон Э. Л. Биологический анализ как метод определения минерализующей способности почвы. Сб. Тр. Вост.-Сибирск. краевого н.-иссл. инст. эпидемиол. и микроб. 1, 9—16.
- Молчанов И. А. Озера и сапропелитовые месторождения Валдайской возвышенности. Тр. Геоморф. инст., 6, 5—240.
- Морозов А. В. Река Цивиль и ее обитатели. Тр. Общ. естеств. при Казанск. унив., 1915 47, 3, 1—194, 3 табл., 1 карта.
- Морозов П. А. Список водорослей р. Самари. Вісн. Дніпропетр. гідробіол. ст. 1, 1929 67—68.
- Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря. Тр. Новоросс. биол. ст. 2, 3.
- Мошинский Ц. Материалы для флоры водорослей Киевской и Подольской губерний. Зап. Киевск. общ. естеств., 3, 33—46.
- Муравейский С. Д. Озеро Камышлы-баш. — Тр. Гос. Тимирязевского н.-иссл. инст., сер. I, отд. VII, 6, 1927, 36 стр.
- 1936 Озеро Май-балык. Уч. зап. МГУ, 8, 175—195, 1 кар.
- 1936a Материалы по гидробиологии рек СССР. I. р. Белая Калитва. Бюл. МОИП, Отд. биол. Нов. сер., 45, 3, 233—238.
- 1939 Материалы по гидробиологии рек СССР. II. р. Кундюрючя. Бюл. МОИП, Отд. биол. Нов. сер., 48, 4, 79—85.
- Мусатов А. Я. Микрофлора Рыбальского карьера. Зап. Дніпропетр. інст. народн. освіти, 1, 151—171.
- 1928 До мікрофлори бистринь Південного Богу. Зап. Дніпропетр. інст. народн. освіти, 2, 227—40.
- 1931 Очерк прикрепленных и непланктических водорослей р. Самары и водоемов ее поймы. (Стоячие водоемы поймы р. Самары). Тр. Гос. Ихтиол. опытно. ст., 6, 2, 245—307.
- Надсон Г. А. Коллекции низших споровых растений в Берлине, Гамбурге и Париже. Тр. СПб Бот. сада, 18, 1901, 1—42.
- 1904 Прибор для добывания образцов подводного грунта. Изв. СПб Бот. сада 4, 7, 170—173.
- Наумов Н. А. Методы микроскопических исследований в фитопатологии. 1—224, 1932 51 рис., 4 табл., микрофот. Сельколхозгиз.
- Никитин В. Н. Планктон Батумской бухты и его годичные количественные изменения. Сборник, посв. деятельности почетн. члена АН СССР, Засл. деят. науки и техн. Н. М. Книповича 63—84.
- Никитин В. и Скворцов Е. Непериодические изменения гидрологических элементов и состава планктона у южных берегов Крыма. Зап. Крымск. —(1927) общ. естеств. и любит. прир. 9, 67—79.
- Никитинский Я. Я. Результаты микробиологических исследований, произведенных на Опытной Биологической станции на полях орошения г. Москвы в 1905—1907 гг. 2-й Отчет Комис. по производству опытов биол. очистки сточных вод на полях орошения г. Москвы. Отд. 1-й, 3, 133 стр., 12 табл.
- 1912 Биологическое обследование р. Москвы и ее больших притоков между гор. Звенигородом и Рублевской насосной станцией. Отч. Моск. Гор. Управы. 216 страниц, 7 табл.
- 1912a Биологическое обследование реки Дона в районе г. Ростова н/Д. Ростов н/Дону, 101 стр.
- 1914 Биологическое обследование рек Тезы и Сехи в районе г. Шуи. (В раб. Либау Г., Никитинский Я., Россолимо А. О загрязнении рек Тезы и Сехи в районе г. Шуи). Москва, 3—39(A), 3—8(B).
- Опарина И. Я. О судьбе Чусовского планктона в р. Каме. Изв. н.-иссл. биол. инст. и биолог. ст. при Пермск. унив., 4, 6, 281—284.
- Павлинова Р. М. Влияние сточных вод бумажных фабрик (Кондровской и Троицкой) на реках Шаню, Сухадрев и Угру. Тр. Центр. ком. водоохр. 7—98, 15 рис.
- 1930 Биологическое обследование р. Волги в районе от г. Городца до Собчинского затона в 1926 и 1927 гг. Тр. Инст. сооружений, 7, II 3—165, 42 рис.
- 1915 О трепелах окрестностей с. Кисатиб в Ахалцихском уезде. — Ж. микроб., 2, 1—2, 230.

- 1925 Микроорганизмы, как разрушители полярных льдов. Изв. Центр. гидромет. бюро. 5, 56—66.
- 1936 Этапы развития флоры Прикаспийских стран со времен мелового периода. Изд. АН СССР, 1—60, 4 рис.
- Пельш А. Д. Новый замыкатель для планктонных сетей и стратометра. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст. в Карелии, 5, 241—243, 1 рис.
- Пельш А. Д. и Чернов В. К. К технике изготовления препаратов диатомовых водорослей. СБ., 2, 120—121.
- 1939 Фитобиологическое обследование озер Южной Карелии в связи с поисками диатомитов. Уч. зап. ЛГУ 30, 107—148.
- Перволюф Ю. В. Гидробиологические условия грязеобразования. Тр. Солян. лабор. АН СССР (Всесоюзн. инст. галургии), 14.
- 1937а О процессе образования ила Мойнакского озера. Тр. Солян. лабор. АН СССР (Всесоюзн. инст. галургии), 14.
- 1939 Мшагские озера. Изв. ГГО, 71, 8, 1220—1224.
- 1940 Количество кремнезема в диатомовых водорослях. Прир., 2, 72.
- Персидский Б. М. Развитие ауксоспор в группе *Centricae* (*Bacillariaceae*). Бюлл. Гос. океаногр. инст., 10, 3—24, 22 рис.
- 1932 Класс *Bacillariales* — Диатомей. В работе: Абрикосов Г. Г., Бронштейн З. С., Гаевская Н. С., Королева М. В., Мейер К. И., Олифан В. И., Персидский Б. М., Пирожников П. А., Таусон А. О., Яшнов В. А. Кратк. определитель фауны и флоры Северных морей СССР, 242—246, Пищепромиздат.
- 1937
- Перфильев Б. В. Илосос для собирания донной микрофлоры и фауны. Изв. СПб бот. сада 13, 1—2, 47—51, 3 рис.
- 1913
- 1927 К методике изучения иловых отложений. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст. в Карелии, 5, 135—155, 13 рис.
- Перфильев Б. В. и Рылов В. М. Предварительные результаты ботанического и зоологического обследования сапропеля некоторых озер Средней России. Изв. Сапр. ком., 1, 65—129.
- 1923
- Пирожников П. Л. К познанию оз. Сартлана в лимнологическом, гидробиологическом и рыбохозяйственном отношениях. Тр. Сибирск. рыбохоз. ст., 4, 2, 117 страниц, 6 табл., 1 кар.
- 1929
- Плутенко И. Материалы для флоры водорослей Полтавской губ. Зап. Киевск. общ. естеств. 2(1), 97—109.
- 1871
- 1872 Очерки Кавказской флоры бесцветковых. Водоросли. Изв. Кавк. отд. РГО, 2, 194.
- Покровская И. М. Результаты анализа пыльцы древесных пород подморенных отложений на р. Неглинке (г. Петрозаводск). Тр. Сов. секц. INQUA, 3, 119—129.
- 1937
- Покровская И. и Шешукова В. К вопросу о стратиграфическом положении петрозаводских морских подморенных отложений. Бюлл. МОИП Нов. сер., 47, 79—80, 2 рис.
- 1939
- Поленов Д. В. Исследование фитопланктона Оки и ее стариц за лето 1910 г. Мат. к познанию фауны и флоры России. Бюл. МОИП, Отд. бот. 8, 72—119.
- 1918
- Полонский Н. В. Материалы к вопросу о географическом распространении диатомовых отложений на Кольском п-ве. Тр. Геоморф. инст. АН СССР, 8.
- 1933
- Полянский В. И. Фитопланктон Парголовского озера. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. Тр. Петергоф. биол. инст. 13/14, 155—191.
- 1935
- Пономарев А. П. К оценке воды р. Волги по ее флоре. Прилож. к проток. засед. Общ. естеств. при Казанск. унив., 341, 1—16.
- 1925
- 1935 Рекогносцировочное биологическое исследование серных источников и серногязевого болота у с. Бакирово и источников у д. Фиков Колок АТССР. Тр. Общ. естеств. при Казанск. унив. 52, 6, 3—38.
- 1935а К вопросу о влиянии мочки липовой коры на водоем. Уч. зап. Казанск. гос. унив., Ботаника, 95, 7, 27—56.
- 1938
- Попов В. И. и Лучицкий И. В. К вопросу о генезисе угленосной толщи нижнего карбона южного крыла Подмосковного бассейна. Пробл. сов. геологии, 8, 2, 137—151.
- 1938
- Попова Т. Г. К познанию альгофлоры водоемов северной Хакасии. Изв. Зап.-Сибирск. филиала АН СССР. Сер. биол. 1, 2, 41—72, 14 рис.
- 1946
- Попова Т. Г. и Иоганзен Б. Г. К характеристике фитопланктона непоименных водоемов Среднего Приобья. Мат. к лимнологии Зап. Сибири. Тр. биол. н.-иссл. инст., 1, 108—141, 1 карта.
- 1935

- Поредкий В. С. Диатомовые соленых и солоноватых водоемов г. Соликамска, 1924 Пермск. губ. Тр. Ленингр. общ. естеств., 47—53, 3, 108—148, 13 рис.
- 1925 Наблюдения над диатомовым планктоном р. Б. Невки в зимний период 1923—1924 гг. РГЖ, 4, 10—12, 201—213.
- 1925а Диатомовые грунтов Свиного озера Олонецкой губ. Тр. 1-го Всеросс. гидрол. съезда в Ленинграде 7—14 мая 1924 г., 524—526.
- 1926 Некоторые наблюдения над жизнью пруда в парке Главного ботанического сада в связи с наводнением 23 сентября 1924 г. РГЖ, 5, 7—9, 182—188.
- 1927 Материалы к изучению обрастаний в водоемах Карелии. 1. Обрастание в текучих водах. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст. в Карелии, 5, 101—134, 2 табл.
- 1931 Материалы к изучению диатомовых обрастаний р. Оби. Зап. ГГИ, 4, 29—35.
- 1931а Наблюдения над диатомовыми планктона р. Б. Невки в 1923—26 гг. Тр. Бот. сада АН СССР, 44, 245—347.
- 1933 Диатомовые горных озер окрестностей Телецкого озера (Алтай). Исследования озер СССР. ГГИ, 3, 107—120, 4 рис.
- 1934 Гидробиология Волги. Фитобентос. Справочник по водн. ресурсам СССР, ГГИ, 5, 244—246.
- 1939 «Загадка» Петрозаводского морского постплиоцена К. А. Воллосовича Изв. ГГО, 5, 690—695.
- 1940 Диатомовые барабинских соленых озер. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. 14, 62, 32—44, 15 рис.
- 1940а Предварительные данные о микроскопическом составе диатомита Нурнуского месторождения (Армения). Тр. Севанской гидробиол. ст., 6, 72—77, 1 табл.
- Поредкий В. С. и Анисимов Н. В. К биологии соленых водоемов в окрестностях г. Бердянска. Тр. 2-го Всесоюз. гидрол. съезда в Л-де в апреле 1928; 3, 254—255.
- 1933 Материалы к экологии диатомовых старорусских соленых водоемов. Исследования озер СССР. ГГИ, 2, 31—63, 2 табл., 1 карт.
- Поредкий В. С., Жузе А. П. и Шешукова В. С. Диатомовые поздне- и послеледниковых отложений северо-западной части Ленинградской области. Труды И INQUA 3, 161—167, 1 карта.
- Поредкий В. С. и Усачев П. И. Общая гидробиологическая характеристика района (Северный Казахстан). Микрофитобентос. а) Реки. б) Озера. Справ. по водн. ресурсам СССР. ГГИ, 13, 44—46 и 47—48.
- Поредкий В. С. и Шешукова В. С. Диатомовые Телецкого озера и связанных с ним рек. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол., 16, 69, 3—57, 3 рис.
- Потонье Г. Сапропелиты. Перевод с нем. К. П. Калицкого и Н. Ф. Погребова, 1920 Петроград.
- Прошкина-Лавренко А. И. Материалы к изучению микрофлоры солоноватых водоемов Купянского уезда. Харьковской губ., ЖРБО, 9, 105—124.
- 1924 Фитопланктон реки Волчьей. Наукові зап. по біології, 131—149, 6 рис.
- 1928 Фитопланктон степных рек Левобережной Украины (альгофлористический очерк). Дн. Всесоюз. съезда бот. в Ленинграде в янв. 1928 г., 160—61.
- 1930 Фитопланктон степных рек Левобережной Украины. 1—ЖРБО, 14, 3, 2 рис.
- 1930а Водоросли соленого Вейсова озера в Славянске. Изв. Инст. физико-хим. анализа, 4, 2, 401—404.
- 1932 До питания про альгофлору степових річок, як елемент степового ландшафту. Вісн. Київськ. бот. саду. 14, 19—48.
- 1936 Интересный случай цветения озера Лиман Харьковской области. СБ., 4, 79—91.
- 1938 Гидробиологическое районирование Сиваша на основании изучения его альгофлоры. Тр. Сивашск. конфер. АН УССР, 121—129, 1 карта.
- 1941 Диатомовые водоросли Артемовских соленых озер. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. 16, 69, 58—71, 22 рис.
- 1942 О диатомовых водорослях в подах в связи с вопросом о происхождении солодей. Почвоведение, 5—6, 38—43.
- 1945 Альгофлора сапропелей озер Среднего Урала. ДАН, 50, 471—474.
- Прошкина-Лавренко А. И. и Ролл Я. В. Предварительные сведения о микрофлоре реки Казенного Торца у г. Славянска. Наукові зап. по біології, 115—129, 3 рис.
- Радзимовський Д. О. Замітка про фітопланктон заростів р. Пів. Бог. Тр. 1926 Физ-мат. відд. УАН 10, 2, Збірн. праць Дніпровськ. биол. ст., 3, 85—98.

- 1926а До вивчення осіннього планктону р. Прип'яті. Тр. Фіз.-мат. відд. УАН, 2, 4, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст., 1, 199—206.
- 1927 До мікрофлори водоймищ по околицях Київ, І. Планктон «Дідової макитри». Тр. Фіз.-мат. відд. УАН 3, 7, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст. 2, 99—112.
- 1927а Перші відомості з мікрофлори долишньої Десни. Тр. Фіз.-мат. відд. УАН, 3, 7, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст. 2, 255—65, 7 рис.
- (1929)— Про фітопланктон середньої течії р. Дніпра. Зап. Фіз.-мат. відд. УАН, —1930 11, 3 Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст. 5, 403—411, 2 табл.
- (1929)— До мікрофлори водоймищ по околицях Київ, ІІ. Оз. Конча. Тр. Фіз.-мат. —1930а відд. УАН, 11, 3, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст. 5, 253—268, 1 рис.
- (1933)— До характеристики фітопланктону водойм Вінниччини. Журн. біо-зоологія. —1934 циклу ВУАН, 3 (7), 21—52.
- 1937 Замітки про фітопланктон оз. Заспа. Тр. Гідроб. ст. АН УССР, 14, 151—161.
- Раушенбах В. А. Список організмів фітопланктона басейна річки Еруслана (при-  
1921 ложення к работе Беннига А. Л. Матеріали по гидрофауне р. Еруслана). Раб. Волжск. біол., ст. 5, 4—5, 257—330, 2 рис. 4 табл.
- 1921а Микробиологическое исследование воды Саратовского городского водо-  
провода и Тарханки в 1918 и 1919 гг. Раб. Волжск. біол. ст., 6, 3, 173—187.
- Раушенбах В. А. и Бенниг А. Л. Заметки о зимнем планктоне реки Волги под  
1912 Саратовом. Раб. Волжск. біол. ст., 6, 1, 1—56.
- Рахманова С. И. Планктон Татарского пролива. Вестник ДВФ АН СССР, 1—2—3,  
1933 стр. 137.
- Рейнгард Л. В. Отчет об экскурсиях в Белгород и в окрестности Змиева. Тр.  
1869 ОИПХУ, 1, 1—18, 1 табл.
- 1870 Отчет об экскурсии, совершенной в восточной части Харьковской губернии,  
летом 1870 г. Проток. засед. ОИПХУ, 2, 18—21.
- 1883 Список водорослей в работе: Шелль Ю. К. Матеріали для ботанической  
географии Уфимской и Оренбургской губ. (Споровые растения). Тр.  
общ. естеств. Казанск. унив. 12, (1), 1—33, 1 табл.
- 1883а Наблюдения, касающиеся морфологии бациллярий. Тр. 7-го съезда  
естеств. и врачей в Одессе.
- 1904 Первые сведения о фитопланктоне р. С. Донца. Тр. ОИПХУ, 39, 2, 3—28.
- 1909 Фитопланктон Черного моря, Керченского пролива, Босфора и Мраморного  
моря. Тр. ОИПХУ, 43, 295—323.
- 1913 Фитопланктон Змиевского лимана. Тр. ОИПХУ, 44, 97—114, 3 рис.
- 1916 Микрофлора Сухого Торца. Тр. ОИПХУ, 49, 37—54.
- Ришави Л. Заметка о двойчатках из окрестностей Ново-Миргорода, Херсонской губ.  
1870— Зап. Киевск. общ. естеств., 1, 361—69.  
—1873
- 1871 Матеріали для флоры водорослей Киевской губ. I и II. Зап. Киевск. общ.  
естеств. 2 (1), 73—92 и 176—188.
- Роговская Ц. И. К вопросу о роли донного ила в процессе самоочищения водоема.  
1936 Микробиология, 5, 4, 494—504.
- Рогозин Г. С. Матеріали к изучению кремнистой глины и инфузорной земли Сим-  
1913 бирск. губ. Карсунск. уезда, Зап. Симбирск. обл. ест.-ист. музея, 1, 1—41.
- Розен М. Ф. Донные осадки Северного Каспия в районе Волго-Каспийского канала.  
1929 Изв. Центр. гидромет. бюро, 8, 149—164.
- 1930 Геологическое строение дна Финского залива по профилю Ораниенбаум—  
Кронштадт—Лисий Нос. Изв. Центр. гидромет. бюро, 9, 139—178.
- Ролл Я. В. Предварительные сведения о микрофлоре водоемов окрестностей Сев.-  
1926 Донецкой биостанции. РАП, 5, 1—2, 1—44, 3 табл.
- 1928 Фитопланктон р. Півд. Богу. Тр. Гідробіол. ст. АН УРСР, 14, 109—149,  
10 табл.
- (1929)— До вивчення фітопланктону середньої течії р. Дніпра. Тр. Фіз.-мат. відд.  
—1930 УАН, 11, 3 Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст., 5, 269—296, 1 табл.
- 1936 Фитопланктон річок Дніпра, Прип'яті й гирла Десни. Тр. н.-дослід. інст.  
рибн. господарства України, 2, 1—49, 1 карта.
- 1936а Матеріали до флори водорослей УРСР. Журн. інст. бот. АН УРСР, 10,  
3—41.
- Ролл Я. і Марковський Ю. Планктон р. Десни на ділянці від м. Н. Сіверська  
1936 до гирла за матеріалами експедицій Акад. наук УРСР 1932 і 1933 р.р. Тр.  
Гідроб. ст. АН УРСР, 13, 3—36.

- Ролл Я., Марковский Ю. і Перваченко С. Матеріали до санітарно-біологічної характеристики р. Десни на дільниці від м. Новгород-Сіверська до м. Остра. Тр. Гідроб. ст. АН УРСР, 12, 33—92, 3 рис.
- Рылов В. М. К планктону оз. Бологое Новгородск. губ. Тр. Бородинск. биол. ст. СПб 1917 общ. естеств., 4, 204—218.
- 1926 Планктон озера Ильменя. Материалы по исследованию р. Волхова и его бассейна. 10, ч. 2, 295—342, 2 табл., 4 рис.
- 1926а Краткое руководство к исследованию пресноводного планктона. Саратов.
- Рындовский Ф. Материалы для флоры водорослей Черниговской губ. Зап. Киевск. 1872 общ. естеств. 3, 18—33.
- Рябинин Д. Б. Флора водорослей окрестностей гор. Чугуева (Харьковской губ.). 1888 Тр. ОИПХУ. 22, 33—63.
- Савельева-Долгова А. Я. Материалы к изучению флоры диатомовых в водоемах бассейна р. Оки Муромского края. Раб. Окской биол. ст. 3, 2—3, 28—49, 8 рис.
- Савич В. Г. и Балкашина Е. И. Биологические и физико-химические наблюдения на Москве-реке района Гидрофизиологической станции института экспериментальной биологии. Тр. Звенигор. гидрофиз. ст. Инст. эксперим. биол., 469—569.
- Савченко А. С. Ископаемые диатомовые водоросли из Кубанской области. Прот. засед. Киевск. общ. естеств. 1911 г., 12—18.
- 1911а Ископаемые диатомовые водоросли Таманского полуострова. Изв. Киевск. студ. кружка иссл. прир., 1, 1—16, 6 рис.
- Салимовская А. Г. Бактериологический анализ грязи из оз. Мшага. — Изв. ГГИ, 1928 21, 27—40, 1 табл.
- Самсонов Н. А. Планктон Псковского водоема. I. Зимний планктон. Тр. Промысл.-научн. эксп. по изучен. Псковск. водоема. Отд. 1, 1, 15—30.
- 1914 Планктон Псковского водоема. II. Весенний и летний планктон. Тр. Промысл.-научн. экспед. по изучен. Псковск. водоема, Отд. 1, 4, 1—18, 3 табл.
- Сатина С. А. Список водорослей озера Селигера и его окрестностей. Тр. Пресновод. биол. ст. СПб общ. естеств. 3, 135—145.
- Свиренко Д. О. Материалы к флоре водорослей России. I. Водоросли прудов Харьковской канализации. Тр. ОИПХУ, 29, 1—19.
- 1922 Микрофлора стоячих водоемов. I—III. I. Микрофлора заселившихся прудов. 1—201; II. Процесс заселения стоячих водоемов. 1—49; III. Вымирание планктона. 1—59. Всеукр. Гос. изд. Харьков.
- 1925 Материалы по фитопланктону низовой реки Днепра. Тр. Всеукр. гос. Черном.-Азовской н.-промысл. опытной ст. 1, 205—232, 11 рис.
- 1926 Альгологические исследования р. Днепра в 1920—1922 гг. РАП, 5, 1—2, 63—109, 1 табл.
- 1926а О планктоне нижнего Днестра и некоторых водоемов его бассейна. Журн. дослід. катедр м. Одеси, 2, 4, 21—40.
- 1927 Альгологічне дослідження цікавого купиння коло Дніпропетровська. Тр. Фіз.-мат. відд. УАН, 3, 7, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст. 2, 429—471, 1 табл., 1 рис.
- 1928 Исследование флоры водорослей р. Ингулец. РАП, 7, 1—2, 25—74, 1 таб.
- 1928а Очерк водорослей реки Ингул. РАП, 7, 1—2 75—130, 1 табл.
- 1929 Альгологічний нарис р. Вороної. Вісн. Дніпропетр. гідроб. ст., 1, 9—45.
- 1931 Фитопланктон р. Самары и водоемов ее поймы. Тр. Гос. ихтиол. опытно. ст., 6, 2, 9—132, 1 табл.
- 1937 Фітопланктон порожистої частини р. Дніпра, водойм, її допливів і балок, та його зміни під впливом побудовання греблі Дніпрельстану. Вісн. Дніпропетр. гідроб. ст., 2, 63—75.
- 1938 Дніпровське водосховище. V. Фітопланктон водосховища і його заток. Вісн. Дніпропетр. гідроб. ст., 4, 1 (Дніпровське водосховище. 2, 1), 5—477, 13 рис., 1 карта.
- Сергеева М. К., Лебедев Н. Н. и Митропольский С. А. Список организмов, найденных Ихтиологической лабораторией в дельте р. Волги. Тр. Астрах. ихтиол. лабор., 1, 1, 63—73.
- Скабичевский А. П. К биологии *Meiosira baicalensis* (K. Meyer) Wisl. РГЖ, 1929 8, 4—5, 93—114, 1 табл., 1 рис.
- 1934 О распределении донной растительности в губах Аяя, Фролиха и Лаканда на Байкале. Изв. Биол.-геогр. н.-иссл. инст. Иркутск. гос. унив., 6, 1, 103—115.
- 1935 Наблюдения над планктоном Баргузинского залива озера Байкала в летний период за 1932—1933 гг. Изв. Биол.-геогр. н.-иссл. инст. Иркутск. гос. унив., 6, 2—4, 182—234, 1 табл.

- 1936 Новые и интересные диатомовые водоросли из Северного Байкала. БЖ, 21, 6, 705—722, 3 табл.
- 1942 Материалы по водорослям оз. Духового. Изв. Биол.-геогр. н.-иссл. инст. при Вост.-Сибирск. гос. унив., 9, 1—2.
- Скадовский С., Савич В. и Брюхатова А. Биологические и физико-химические исследования озер: Бисерова, Круглого и Неклюдова Московской губернии. Тр. Звенигор. гидрофизиол. ст. Инст. эксперим. биол., 167—214, 16 рис.
- Скворцов Б. В. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. I. Водоросли из Якутской обл. II. Водоросли из Закаспийской обл. III. О фитопланктоне оз. Чля Приамурской обл. IV. Водоросли верховьев р. Зеи Амурск. обл. V. Водоросли из Акмолинской области. VI. О фитопланктоне оз. Марка-Куль Киргизского края. ЖРБО, 2, 10—20 и 117—128, 7 рис.
- 1918 Материалы по флоре водорослей Азиатской России. VII. Первые сведения о фитопланктоне р. Амура. VIII. Водоросли из Алтая. IX. О Chaetoceras из Западной Сибири. X. К познанию водорослей Амурской и Забайкальской областей. ЖРБО, 3, 1—22, 4 рис.
- 1928 К изучению зимнего фитопланктона р. Сунгари. Тр. Сунгар. речн. биол. ст. 1, 6, 17—20.
- 1928а О фитопланктоне озера Ала-Куля. Изв. Средн.-Азиатск. гос. РГО, 18, 7—8.
- 1929 Материалы по изучению водорослей Приморской губернии. Диатомовые водоросли озера Ханка. Зап. Южно-Уссур. отд. РГО, 3, 1—66, 8 табл.
- 1930 Материалы по флоре водорослей Азиатской части СССР. I. О фитопланктоне оз. Телецкого. ЖРБО, 15—91—92.
- Скориков А. С. О летнем планктоне р. Невы и отчасти Ладожского озера. — Вестн. рыбопрмышл., 1, 55—75.
- 1905 Биологический анализ образцов грунта Ладожского озера. (В статье К. К. Гильзена: Исследование образцов грунта южной и средней части Ладожского озера). Изв. РГО, 41, 748—751.
- Скориков А. С., Балахонцев Е. Н. и Мейснер В. И. Список организмов, найденных Волжской биологической станцией в районе ее деятельности и доселе определенных. Ежегодн. Волжск. биол. ст., Тр. Саратовск. общ. естеств., 4, 1, 19—47.
- Совинский В. К. Материалы для флоры водорослей и отчасти мхов некоторых уездов Киевской и отчасти Подольской губ. Зап. Киевск. общ. естеств., 4, 1—21.
- 1877 Материалы для флоры водорослей Радомысльского уезда (р. Тетерев). Зап. Киевск. общ. естеств., 5, 119—130.
- Соловьев М. М. и Белоголовая Л. А. Основные типы озерных и болотных сапропелевых отложений района оз. Селигер. Тр. Сапр. инст., 1, 27—61. 1 фиг.
- Соколова М. Планктон Ладожского озера в районе Осиновецкого маяка. Уч. Зап. ЛГУ, 1, сер. биол., 1, 124—149, 5 табл., 9 рис.
- Срединский Н. К. Материалы для флоры Новороссийского края и Бессарабии. II. Зап. Новорос. общ. естеств. 2, 17—132.
- Старк Н. В. Купринское озеро. Тр. Общ. изуч. прир. Смоленского края, 4, 107—115. 1927
- Степанова В. и Белоголовая Л. Гидробиологическое обследование системы водоемов озера Селигер. Тр. Сапр. инст., 1, 63—133.
- Строганов С. Н. Планктонное исследование в применении к наблюдениям на р. Москве (по данным 1911—1912 гг.). Отчет Комиссии по очистке сточных вод. сост. при канализац. отд. Моск. гор. управы. 2, 3, 103—117.
- 1914 Отчет по биологическому обследованию рр. Волги и Оки в августе — октябре 1913 г. Изыск. новых источн. водоснабжения г. Москвы, 34 стр.
- Строганов С. Н. и Захаров Н. Г. Волга, Ока и Москва-река в качестве источников водоснабжения г. Москвы. Гидробиологические исследования. Тр. Комиссии по изыск. новых источн. водоснабжения г. Москвы, 3, 206 стр.
- Стройкина В. Г. Деякі дані про склад фітопланктону Карадагського району Чорного моря. Тр. Карадагської біолог. ст., 6, 141—144.
- Суздальский В. И. Опыт санитарно-биологического исследования Барабинских озер: Узункуль, Большой Яркуль и Амбакуль. Изв. Томск. гос. унив. 82, 343—364.

- 1931 Санитарно-биологическое исследование пресноводных бассейнов. (Результаты исследования Барабинских озер). Тр. Томск. гос. медич. инст., 4, 12—28; 5—6, 53—71, 14 рис.
- 1932 Санитарно-биологическое исследование пресноводных бассейнов. (Результаты исследования Барабинских озер) (Окончание). Тр. Томского гос. медич. инст., 1, 81—91.
- Сукачев В. Н. Материалы к изучению болот и горfyяников озерной области. Тр. 1906 Преснов. биол. ст. СПб общ. естеств., 2, 161—162, 2 кар., 2 табл., 8 рис.
- Таганцев В. М. Сапропель из озера Белого (Автореферат). Ж. микроб., 3, 1—2, 221, 1916
- Тарасов Н. И. Соотношения между диатомеями и копеподами как фактор продуктивности моря. Природа, 12
- Тарноградский Д. А. Отчет о деятельности Северо-Кавказской гидробиологической станции при Горском сельхоз. институте за 1923—1925 гг. Раб. Сев.-Кавк. гидробиол. ст., 1, 50—64.
- 1926 Материалы к познанию фауны и флоры водоемов Персидского побережья Каспийского моря. Раб. Сев.-Кавк гидробиол. ст., 1, 3, 1—18, 2 табл.
- Таусон А. О. Гидробиологический очерк озер верхней Камы. Тр. биол. н.-иссл. инст. 1934 при Пермск. гос. унив., 6, 1—2, 103—119, 8 рис.
- 1934а Водоемы Магнитостроя. Изв. биол. н.-иссл. инст. при Пермск. гос. унив., 19, 6—8, 171—249.
- 1935 Дикое озеро и его биология. Уч. зап. Пермск. гос. унив., 1, 2—3, 3—55, 3 табл.
- 1936 Фауна полоев реки Маныча и значение их как кормовой базы для питания мальков рыб. Уч. зап. Пермск. гос. унив., 2, 3, 37—154, 2 карты.
- 1936а Гидробиологический очерк озер и рек Гаринского района Свердловской области и их рыбохозяйственная оценка. Уч. зап. Пермск. гос. унив., 2, 1, 85—165.
- Тимофеев В. Материалы для флоры тайнобрачных Черниговской губ. Зап. Киевск. 1871 общ. естеств., 2, 2, 196—210.
- Топачевский О. В. Диатомові пляктона Дніпра I. — Бот. Журн. АН УРСР. 1941 2, 1, 97—129.
- Триполитова Т. К. Фитопланктон Святых озер Калтайского лесничества. Изв. 1924 Томск. гос. унив., 75, 1—8, 1 кар., 1 табл.
- 1928 Материалы к флоре споровых растений Алтая и Томской губ. II. Водоросли. Изв. Томск. гос. унив., 79, 4, 271—325.
- Троицкая О. В. К микрофлоре Петергофских прудов. Тр. Петр. общ. естеств., 53, 1923 1, 131—152.
- 1925 К вопросу об образовании ауксоспор у *Melosira varians* Ag. Изв. Главн. бот. сада, 24, 2—16.
- Тюрин И. В. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах. Проблемы советского почвоведения, сб. 4, 3—23.
- Усачев П. И. О фитопланктоне Азовского моря. Сборн. в честь Н. М. Книповича, 1927 405—429, 1 кар., 3 рис.
- 1927а Общая характеристика фитопланктона морей СССР. Успехи современной биологии, 23, 2.
- 1928 Очерк флоры водорослей Велетьминского пруда Нижегородской губ. Раб. Окск. биол. ст., 5, 2—3, 143—153.
- 1928а Материалы к флоре водорослей р. Енисей. Тр. Сибир. н. рыбохоз. ст., 3, 2, 79—84, 1 кар., 1 табл.
- 1928б О фитопланктоне северо-западной части Черного моря. Дневн. Всес. съезда ботан. в Ленинграде в янв. 1928 г. 163—164.
- 1938 Биологический анализ льдов. ДАН, 19, № 8, 643—646, 1 рис.
- 1940 Обрастание китов диатомовыми водорослями. Зоологич. журн., 19, 306—310.
- 1940а Обрастание бетона в пресной воде. ДАН, 29, 2, 142—145.
- Успенская Ю. М. Копальні діатомові водорості Харківського поверху околиць Харкова. Зап. н.-дослідч. інст. геології при Харк. держ. унів., 5, 1, 101—149.
- 1936 Наслідки дослідів мікрофлори Харківського поверху в околицях м. Харкова Уч. зап. Харк. держ. унів., 6—7, 409—411.
- 1940 Ископаемые диатомовые водоросли отложений из скважины № 9, г. Ромен. Зап. н.-иссл. инст. геологии Харьк. гос. унив., 8, 129—133.
- 1940а Ископаемые диатомовые водоросли Харьковского яруса деревни «Верино поле». Зап. н.-иссл. инст. геологии Харьк. гос. унив., 8, 135—38, 1 табл.
- Успенский Е. Е. Железо как фактор распределения водорослей. Тр. Бот. инст. 1925 Ассоциации н.-иссл. инст. при физ.-мат. фак. 1-го МГУ, 94 стр.

- Ушаков П. В. Некоторые особенности жизни в предустьевых пространствах (эстуариях). Прир., 5, 41—49, 1 карта.
- Фадеев Н. Н. Результаты санитарно-биологического осмотра р. Дона и некоторых связанных с ним водоемов в районе станций Рубежная—Переездная Юго-Вост. ж. д. Тр. Донецкой науковой экспед., 1, 45—76, 9 рис.
- Федорова М. И. Рыбохозяйственное обследование Лемболовского озера. — Тр. Ленингр. общ. изуч. местного края, 2, 21—38.
- 1929—1930
- Филиппов Г. С. Микрофлора красного снега некоторых районов Кавказа. Изв. АН СССР, Сер. 7 по 7, 1031—1036.
- 1934
- Хахнна А. Г. К биологии водоема *Victoria regia* в оранжереях Главного Ботанического сада. — Изв. Главн. бот. сада СССР, 28, 5—6, 446—477, 3 рис.
- 1929
- 1931 О микрофлоре рисовых полей окрестностей г. Никольска-Уссурийского. Тр. по прикладн. ботанике, генетике и селекции, 27, 219—232.
- 1934 Водоросли верховьев правых притоков Суйфуна. (Мат. к флоре водорослей ДВ края). Вестн. ДВ края АН СССР, 10, 77—88, 2 рис., 1 кар.
- 1936 Материалы к изучению альгологических обростаний верховьев р. Супутинки и ее притоков. Тр. Горнотаеж. ст. ДВ фил. АН СССР, 1, 109—131, 1 карта.
- 1937 Горизонтальный фитопланктон Астраханского залива оз. Ханка. Вестн. ДВ фил. АН СССР, 24, 41—51.
- Хмелевский В. Ф. Материалы для флоры водорослей Бессарабской губ. Зап. Новорос. общ. естеств., 10 (2), 76—85.
- 1885
- Хохолкина Н. Н. О показателем значении некоторых организмов перифитона. Ж. микроб., 8, 2, 225—235.
- 1939
- 1939а Некоторые наблюдения в отношении распределения организмов обрастания на различных субстратах. Ж. микроб., 8, 2, 236—238.
- Христюк П. М. К познанию флоры предгорных речек Кубанского края. Изв. Общ. любит. изуч. Кубанск. края, 9, 36—45.
- 1925
- 1925а К зимней микрофлоре водоемов окрестностей г. Краснодара. Изв. Донск. гос. унив., 7, 51—73.
- 1930 Микробиологическое исследование р. Дона (низшие растительные организмы). Изв. Гос. микроб. инст. в г. Ростове н/Д., 5, 100 стр., с 2 рис. и 8 фото.
- 1930а К изучению микрофлоры некоторых водоемов Северо-Кавказского края. 1. К изучению микрофлоры Азовского курортного соленого озера. 2. Заметка о микрофлоре водоемов окрестностей ст. Персиановки Донск. округа в связи с рисовыми плантациями. 3. К познанию флоры предгорных речек Кубанского края. 4. Материалы к микрофлоре горных ручьев и речек Геленджикского района Черноморского округа Северного Кавказа. Изв. гос. микроб. инст. в г. Ростове н/Д., 12, 3—12, 16—18, 19—26, 27—33, 1 рис., 1 кар.
- Цешинская Н. И. Водоросли. Валдайское озеро. Очерк населения озера и его гидрологическая характеристика. Тр. Иваново-Вознесенск. губерн. общ. краеведения, 2, 17—29.
- 1924
- 1926 Группировка водорослей (Algae) в работе: Кордэ Н. В., Ласточкин Д. А., Охотина М. Л. и Цешинская Н. И. Прибрежные сообщества Валдайского озера. Зап. ГГИ, 1, 140—162.
- Цымбалюк В. А. Микрофитобентос допливів порожистої частини Дніпра та його зміни під впливом побудовання греблі Дніпрогесу. Вісн. Дніпропетр. гідроб. ст. 2, 113—118.
- 1937
- Чернов В. К. Результаты гидробиологического обследования рек Суны, Шуи, Лососинки и Косалмского протока. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст., 5, 190—204.
- 1927
- 1927а Материалы по диатомовым Валдайского озера. РГЖ, 6, 11—12, 228—232.
- 1927б Материалы к познанию фитопланктона озер, расположенных в районе Бородинской пресноводной биологической станции. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст., 5, 14—63, 3 рис.
- 1930 Гидробиологическое обследование в связи с проектом переустройства грязевого хозяйства курорта Серноводск.-Самарский. Курортно-санат. дело 8, 2, 45—55, 3 рас.
- 1932 Результаты фитобиологического исследования илов Киндоских озер. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст. 6, 1, 88—92.
- 1932а Фитопланктон Шальской губы Онежского озера. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст. 6, 1, 19—25.
- 1932б Результаты фитобиологического обследования р. Водлы. Тр. Бородинск. пресн. биол. ст. 6, 1, 95—103.

- 1935 Гидробиологическое обследование Стодольского пруда. Мат. по гидрологии, гидрографии и водным силам СССР, 29, 267—282, 10 рис., 1 кар.
- 1936 Материалы к гидробиологической характеристике верхнего течения р. Оредеж в связи с его хозяйственным значением. Изв. ГГО, 68, 916—927.
- 1938 Случаи осеннего цветения воды, вызванного сине-зелеными водорослями. СБ, 3, 99—102.
- 1938a Материалы к флоре водорослей Ленинградской области. Водоросли малых водоемов Валдайской возвышенности. Тр. БИН АН СССР, сер. 2, 4, 203—212.
- 1941 Материалы по альгофлоре верхнего течения р. Оредеж. БЖ, 26, 1, 17—28.
- 1944 Наблюдения над экологией *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* (Rabh.) De Toni. СБ., 4—5, 77—81.
- 1945 К биологии диатомовой водоросли *Tabellaria fenestrata* Ktz. БЖ, 30, 2, 59.
- 1945a Показательные водорослевые группировки вод Силурийского плато Ленинградской области. Изв. ВГО, 4, 245—246.
- Чигурьева А. А. Торфяники и озерные отложения юго-востока. Уч. зап. Саратовск. гос. ун-в, 16, вып. биол., 102—115, 4 рис., 4 табл.
- 1946 Чугунов Н. Л. К изучению планктона Северной части Каспийского моря. Раб. Волжск. биол. ст., 6, 3, 109—162, 1 табл. (Тр. Саратов. общ. естеств., 8, 4).
- Шелль Ю. К. Материалы для ботанической географии Уфимской и Оренбургской губ. 1883 (споровые растения). Тр. Общ. естеств. Казанск. ун-в., 12(1), 1—33, 1 табл.
- Шешукова В. С. Диатомовые водоросли из четвертичных отложений центральной Карелии в связи с вопросом о генезисе последних. Тр. Ком. по изуч. четвертич. пер., 5, 1, 5—35.
- 1939 Диатомовые водоросли межморенных отложений г. Петрозаводска. Тр. Сов. секц. INQUA, 4, 64—67.
- 1946 К истории водоемов Зауралья. ДАН, 51, 3, 221—225.
- Широкова В. И. К биологии впервые заливаемых рыбохозяйственных прудов. Тр. Воронеж. отд. всесоюз. н.-иссл. инст. пруд. рыб. хоз., 2, 115—284, 20 диагр., 15 фото.
- Ширшов П. П. Про ниткуваті водорості та їх епіфіти з рр. Півд. Богу, Кодими та Кисільовського кар'єру. Тр. Фіз.-мат. відд. УАН, 10, 3, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст., 4, 32—252, 1 табл.
- 1928a Нарис мікрофлори р. Кодими (доплив Півд. Богу). Тр. Фіз.-мат. відд. УАН, 10, 2, Збірн. праць Дніпровськ. біол. ст., 3, 197—213.
- 1930 Нарис водоростей Дніпровських порогів. Вісн. Дніпропетр. гідробіол. ст., 1, 69—120, 2 табл.
- 1933 Заметка о реофильных водорослях р. Стрелки (Окрестности Ленинграда). Тр. БИН АН СССР, сер. 2, 1, 93—95.
- 1933a Очерк фитопланктона р. Туломы. Тр. БИН АН СССР, сер. 2, 1, 97—114.
- 1933b Сравнительный очерк ценозов реофильных водорослей р. Туломы и некоторых других водоемов. Тр. БИН АН СССР, сер. 2, 65—87, 2 табл.
- 1934 Очерк диатомового планктона р. Невы и ее притоков по наблюдениям летом 1929 г. Тр. БИН АН СССР, сер. 2, 151—169.
- 1937 Замітка про мікрофлору р. Вовчої. Вісн. Дніпропетр. гідробіол. ст. Зап. Дніпропетровськ. держ. ун-в., 2, 167—182.
- 1938 Океанологические наблюдения. Вестн. АН СССР, 12—20 и Успехи современ. биол., 8, 3, 358—366.
- Шишкина-Богачева А. Отложения диатомита в Ахалцихском третичном бассейне. Изв. Азерб. гос. ун-в., 6, 99—119.
- Шкорбатов Л. А. Общий очерк природных условий бассейна р. Сев. Донца с топографич. описанием и альгологической характеристикой ближайших к Харькову речных водоемов. Тр. Комис. по сан-биол. обследов. р. Сев. Донца и его притоков (Лопани и Уд). 1, 9—43. Нем. рез., 3 табл., 14 фото.
- 1926a Гидробиологическое изучение микрофлоры реки Сев. Донца и его притоков Уд и Лопани. (Предвар. отчет за период исследований с ноября 1924 г. по апрель 1925). Тр. Комис. по сан.-биол. обследов. р. С. Донца и его притоков (Лопани и Уд). 1, 3—52, 6 диагр., 2 табл.
- 1928 Гидробиологическое изучение микрофлоры реки Сев. Донца и его притоков: Уд и Лопани. (Результаты годичного обследования за период с ноября 1924 г. по октябрь 1925 г.). Тр. Комис. по сан.-биол. обследов. р. С. Донца и его притоков рр. Лопань и Уды, 2, 87—156, 22 диагр., 2 табл., 3 карты.

- 1940 Озеро Лебедин Сумской области и его микрофлора по данным гидро-биологических исследований. Тр. Донецкой гидробиол. ст. им. проф. В. М. Арнольди, 173—212, 3 табл.
- Шкорбатов Л. А., Солодовников С. В., Хохолкина Н. Н. и Коновалова Е. И. Водохранилища Донбасса. Госмедиздат УССР.
- Шляпина Е. В. О диатомовых водорослях биоценоза мошек р. Волги. РГЖ, 5, 7—9, 1926, 196.
- 1927 О фитопланктоне р. Камы. Раб. Волжск. биол. ст., 9, 3, 131—160.
- Шляпина Е., Фурсаев А., Радищев В. и Бенинг А. К изучению озера Чалкар в Казахстане. Изв. Нижне-Волжск. инст. краевед., 3, стр. 99—124, с 1 табл. и 3 рис.
- Эйхвальд З. О минеральных водах России. Журн. воен. медиц., 77, 171—228, 1 табл. 1860
- Элленгорн Я. Е. О принципах микроскопического изучения биологических объектов периодической структуры. БЖ, 26, 2—3, 209—240, 6 табл.
- Эльдарова-Сергеева М. Х. Фитопланктон дельты реки Волги за 1909 год. Тр. Астрахан. ихтиол. лаборат., 2, 7, 5—83.
- Яковлев В. Н. О находке диатомовых водорослей в Балахонской свите Кузбасса. 1939 Прир., 9, 89—90, 1 рис.
- Янковская А. И. Зоопланктон и питание иваси в северозападной части Японского моря. Вестн. ДВ фил. АН СССР, 27, 63—84, 15 рис.
- Янушкевич А. Материалы для альгологии Харьковской губ. Водоросли группы 1890—Лиманских озер Змиевского уезда. Тр. ОИПХУ, 25, 275—309. —1891
- Яснитский В. Н. Материалы к познанию планктона озера Байкала. Тр. Иркутск. 1923 общ. естеств., 1, 31—74.
- 1924 Планктон озера Байкала в районе Култука и Слюдянки. Изв. Вост.-Сиб. отд. РГО, 47, 147—152.
- 1926 Материалы к познанию планктона рек Иркутской губ. Изв. Вост.-Сибирск. отд. РГО, 105—114.
- 1930 Результаты наблюдений над планктоном Байкала в районе Биологической станции за 1926—1928 гг. Изв. Биол.-геогр. н.-иссл. инст. Иркутск. гос. унив., 191—234, 2 рис.
- 1934 Планктон северной оконечности Байкала. Изв. биол.-географ. н.-иссл. инст. Иркутск. гос. унив., 6, 1, 85—102.
- 1936 Новые и интересные виды диатомовых водорослей из оз. Байкала. БЖ, 21, 6, 689—703, 2 табл.
- Яшнов В. А. Планктон оз. Байкала по материалам Байкальской Экспедиции Зоологического Музея Московского Университета 1917 г. РГЖ, 1, 8, 225—241, 1 табл.
- 1934 Инструкция по сбору и обработке планктона. Инструкции Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии. Отдел планктона. Изд. ВНИРО.
- 1939 Инструкция по сбору планктона и обработке его в полевых условиях. 1—22, 5 рис. Пищепромиздат.

Указатель сокращенных обозначений главнейших периодических изданий

- БЖ — Ботанический журнал СССР (М.-Л.)
- Бот. зап. — Ботанические записки, издаваемые при С.-Петербургском университете (П.).
- Бюлл. МОИП — Бюллетень Московского общества испытателей природы (М.)
- ДАН — Доклады Академии наук СССР (М.).
- Зап. АН — Записки Академии наук СССР (М.).
- Зап. ГГИ — Записки Государственного гидрологического института (Л.).
- Ж. микроб. — Журнал микробиологии (М.).
- ЖРБО — Журнал Русского ботанического общества (Л.).
- Изв. АН — Известия Академии наук СССР (М.).
- Изв. ВГО — Известия Всесоюзного географического общества (Л.).
- Изв. ГГО — Известия Государственного географического общества (Л.).
- Изв. РГО — Известия Российского географического общества (Л.).
- Изв. РГИ — Известия Российского гидрологического института (Л.).
- Изв. Сапр. ком. — Известия Сапроцелового комитета.
- Прир. — Природа (Л.).
- РГЖ — Русский гидробиологический журнал (Саратов).
- РАП — Русский архив протистологии (М.).
- СВ — Советская ботаника (Л.).

- Тр. БИН АН — Труды Ботанического института Академии наук СССР (Л.).  
 Тр. Ком. изуч. четв. п. — Труды Комиссии по изучению четвертичного периода Академии наук СССР (Л.).  
 Тр. НГРИ — Труды Нефтяного геолого-разведочного института (Л.).  
 Тр. ОИПХУ — Труды Общества испытателей природы при Харьковском университете (Харьков).  
 Тр. СПб общ. еств. — Труды С.-Петербургского общества естествоиспытателей (П.).  
 Тр. Сапр. инст. — Труды Сапропелевого института (Л.).  
 Тр. Сов. секц. АИЧПЕ — Труды Советской секции Ассоциации по изучению четвертичного периода Европы (Л.).  
 Тр. Сов. Секц. INQUA — Труды Советской секции международной Ассоциации по изучению четвертичного периода (Л.).  
 Тр. СОПС — Труды Совета по изучению производительных сил Академии наук СССР (М.).  
 Уч. зап. ЛГУ — Ученые записки Ленинградского государственного университета (Л.).

## Указатель сокращенных слов

АН — Академия наук. Биол. — биологический. Бот. — ботанический. Бюлл. — бюллетень. Гидроб. — гидробиологический. Вестн. — вестник. Вісн. — вісник. ВНГРИ — Всесоюзный Научный геолого-разведочный институт. ВСЕГЕИ — Всесоюзный геологический институт. ГГИ — Государственный Гидрологический институт. Днев. — дневник. ДВ фил. — Дальневосточный филиал АН. Естеств. — естествоиспытателей. Ж. — журнал. Зап. — записки. Изв. — известия. Инст. — институт. МГУ — Московский государственный университет. Мат. — материалы. Н.-иссл. — научно-исследовательский. Прот. — протоколы. Раб. — работы. Ст. — станция. Тр. — труды. УАН — Украинская Академия наук. Уч. зап. — ученые записки.

ИНОСТРАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО ДИАТОМОВЫМ ВОДОРОСЛЯМ<sup>1</sup>

- Ailio J. Die geografische Entwicklung des Ladogasees in postglazialer Zeit und ihre Beziehung zur steinzeitlichen Besiedelung. Fennia, 38, 3.  
 Aikawa H. On the summer plankton in the waters of the Western Aleutian islands in 1928. Bull. of the Japan. Soc. of Sc. Fisheries, 1, 2.  
 1936 On the diatoms communities in the waters surrounding Japan. Rec. Oceanogr. Works in Japan, 8, 1.  
 Akatsuka K. Asexual mode of auxosporeformation of Arachnoidiscus Ehrenbergii. 1910 Botan. Magaz. Tokyo, 24.  
 1914 Plankton-Diatoms from the neighbouring waters of Takashima, Hokkaido. Report of the Fisheries Investig., 8.  
 Allen E. J. On the culture of the plankton diatom Thalassiosira gravis Cleve in artificial seawater. Journ. Marine Biol. Assoc., 10.  
 Allen W. E. Remarks on surface distribution of marine plankton diatoms in the East Pacific. Repr. from Science Gan., 22, 63, n° 1621.  
 1928 Quantitative studies on inshore marine diatoms and dinoflagellates collected in Southern California in 1924. Bull. of the Scripps Institution of Oceanographie la Golla, California, Techn. Ser., 1, 15.  
 1930 Quantitative studies of surface catches of marine diatoms and dinoflagellates. Ibid., 2, 10.  
 1932 Problems of flotation and deposition of marine plankton diatoms. Trans. Amer. Micr. Soc., 51.  
 1934 Marine plankton diatoms of Lower California in 1931. Bot. Gazette, 95.  
 1937 Plankton diatoms of the Gulf of California obtained by the G. Allan Hancock Expedition of 1936. The Hancock Pacific Expeditions, 3, 4.

<sup>1</sup> В список включены основные монографии и работы по систематике, морфологии, экологии и ископаемым диатомовым водорослям. Из флористической литературы приведены работы, касающиеся СССР и сопредельных стран и морей, опубликованные преимущественно в текущем столетии. Полный список литературы по диатомовым за прошлое столетие имеется у Де Тони (1891—1894, т. II).

- Allen E. J. and Nelson E. W. On the artificial culture of marine plankton organisms. 1910 Journ. Marine Biol. Assoc. Plymouth, 8.
- Atkins W. R. G. The phosphate content of sea water in relation to the growth of the algal plankton. Mar. Biol. Ass. U. K., Jour., 14.
- 1926 Seasonal changes in the silica content of natural waters in relation to the phytoplankton. *Ibid.*, 14.
- 1930 Seasonal variations in the phosphate and silicate content of sea water in relation to the phytoplankton crop. Part V November, 1927, to April, 1929, compared with earlier years from 1923. *Ibid.*, 16.
- Axentjew B. N. Arten von Chaetoceras Ehr. aus dem Odessaer Meerbusen. Internat. Revue d. Ges. Hydrobiol. und Hydrographie, 24, 1—2.
- Bachmann H. Cyclotella bodanica var. lemanica O. Müll. im Vierwaldstättersee und ihre Auxosporenbildung. Bot. Untersuch. d. Vierwaldstättersees. Pringsh. Jahrb. 39.
- 1907 Studien über d. Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkunde, 3.
- 1911 Das Phytoplankton des Süßwassers. Mitt. Naturf. Ges. Zürich.
- 1921 Beitrag zur Algenflora des Süßwassers von Westgrönland. *Ibid.*, 8.
- 1929 Das Phytoplankton einiger Seen des Ural. Zeitschr. f. Hydrol., 5, 1—2.
- Bachrach E. et Dhéré C. Sur la fluorescence d'une Diatomée marine et sur le spectre de fluorescence de ses pigments chlorophylliens. Compt. Rend. Soc. Biol., 108.
- Bachrach E. et Lefèvre M. Contribution à l'étude du rôle de la silice chez les êtres vivants. Observations sur la biologie des Diatomées. Jour. Phys. Pathol. Génér., 27, also Compt Rend. Soc. Biol., 98, 1929.
- 1931 Quelques observations sur les diatomées nues. Trav. Cryptogam. Paris.
- 1935— Modification du test des Euglânés et de la carapace de Diatomées. Rev. Algolog., 7.
- 1936
- Bachrach E. et Pillet M. Microincinération des Diatomées sans carapace S. Compt. Rend. Acad. Sci., 190.
- Backman A. und Cleve-Euler A. Die fossile Diatomeenflora in Österbotten. Acta Forestalia Fennica, 22, 4.
- 1922
- 1937 Om Litorinagränsen i Hadpavesi och Diatomacéfloran pa Suomenselkä. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fenn., 60.
- Bally W. Ueber Gallertbildung bei Chaetoceras-Arten. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 26a.
- 1908
- Becking L. B., Tolman C. F., McMillin H. C., Field J. and Hashimoto T. Preliminary statement regarding the diatoms „epidemics“ at Copalis Beach Washington and an analysis of diatom oil—Econ. Geol. 22, 4.
- 1927
- Beger H. Beiträge zur Ökologie und Soziologie der lüftlebigen (atmosphärischen) Kieselalgen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 45
- 1927
- 1928 Atmosphärische Moosdiatomeen in den Alpen. Festchr. H. Schinz in Viertelj. naturforsch. Ges. 73.
- Beijerinck M. W. Das Assimilationsprodukt der Kohlensäure in den Chromatophoren der Diatomeen. Rec. Trav. Bot. Néerl., 1.
- 1904
- Benecke W. Über farblose Diatomeen der Kieler Förde. Pringsh. Jahrb., wiss. Bot., 35.
- 1900
- Bennett A. G. On the occurrence of diatoms on the skin of whales (With an appendix by E. W. Nelson). Proceed. of the Royal Sci., Ser. B, 91, B 641.
- 1920
- Bergon P. Note sur un mode de sporulation observé chez le Biddulphia mobiliensis Bailey. Trav. Stat. Biol. Soc. Sci. d'Arcachon, 6.
- 1902
- 1902a Études sur la flore diatomique du bassin d'Arcachon etc. *Ibid.*, 6.
- 1903 Nouvelles recherches sur un mode de sporulation chez le Biddulphia mobiliensis Bailey. *Ibid.*, 7.
- 1905 Note sur certaines particularités remarquables observées chez quelques espèces de diatomées du bassin d'Arcachon. Microgr. Prépar., 8.
- 1907 Biologie des Diatomées. Les processus de divisions, de rajeunissement de la cellule et de sporulation chez le Biddulphia mobiliensis Bailey. Bull. Soc. Bot. de France, 54, 7.
- Bethge H. Melosira und ihre Planktonbegleiter. Pflanzenforschung, 3, 1925; also Arch. Hydrobiol., 18.
- 1927
- 1928 Ueber die Kieselalge Sceletonema subsalsum (A. Cleve) Bethge. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 46.
- 1931 Einige Fälle von Massenentwicklung bei Diatomeen. *Ibid.*, 48.

- Bischoff B. Das Pflanzenplankton im unteren Dnieper bei Alexandrowsk (Ukraine). 1922 Bot. Arch., 1.
- Bocat L. Sur la marenine de la Diatomée bleue; comparaison avec la phycocyanine. 1907 Compt. Rend. Soc. Biol., 62.
- Bohlin K. Centronella Voigt und Phaeodactylon Bohlin. Hedwigia, 41. 1902
- Boyer C. S. Synopsis of North American Diatomaceae: I. Coscinodiscatae, Rhizosoleniatae, Biddulphiatae, Fragilariatae. Proceed. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 78; II. Naviculatae, Surirellatae. Ibid., 79. 1926—1927
- Brander G. Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora Finnlands. I. Einige neue oder unvollständig beschriebene Diatomeen aus dem sog. Fredriksberger Moore unweit Helsingfors. Mem. Soc. Faune et Flora Fenn., 9. 1932/33—1934
- 1935 Die Baltische Diatomeen-Succession des Balen-Beckens. Geol. Foren. i. Stockholm Förhandl., 57, 2.
- 1936 Über das Einsammeln von Erdproben und ihre Präparation für die Qualitative und Quantitative Diatomeenanalyse. Compt. Rend. Soc. géol. de Finlande, 9.
- 1937 Zur Deutung der Intramoränen Tonablagerung an der Mga, unweit von Leningrad. Ibid., 9.
- 1937a Ein Interglazialfund bei Rouhiala in Südostfinland. Bull. de la Commission Géol. de Finlande, 118.
- Brieger F. Über den Silizium-Stoffwechsel der Diatomeen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 42. 1924
- Bröckmann Chr. Über das Verhalten der Plankton-Diatomeen des Meeres bei Herabsetzung der Konzentration des Meereswassers und über das Vorkommen von Nordsee-Diatomeen im Brackwasser der Wesermündung. Wissensch. Meeresunters., N. F., 8, 1, Oldenburg. 1906
- 1914 Brackwasser-Studien. Separate Schriften des Vereins für Naturkunde an der Unterweser, 4, Ceestemünde.
- 1928 Die Diatomeen im marinen Quartär Hollands. Abh. der Senckenberg. Naturf. Ges., 41, 3.
- 1930 Die Diatomeen aus dem Interglazial von Oldenbüttel. Abh. d. Preuss. Geol. Landesanstalt, 140.
- 1932 Die Eem- und ihre begleitenden Junginterglazial-Ablagerungen bei Oldenbüttel in Holstein. Herausgeg. von der Preussisch. Geol. Landesanstalt, 80.
- 1934 Die Diatomeen aus dem marinen Interglazial von Nindorf. Naturwiss. Verein. zu Bremen, 29, 1/2.
- 1935 Diatomeen und Schlick im Ja-Gebiet. Abh. der senckenberg. Naturforsch. Ges., 430.
- 1937 Küstennahe und küstenferne Sedimente in der Nordsee. Abh. Nat. Ver. Bremen, 30, 1/2.
- Brown. Some notes on the structure of Diatoms. Journ. Quekett Micr. Club., 12. 1913—1915
- Brun J. Diatomées. Espèces nouvelles, marines, fossiles ou pélagiques. Mémoires de la Soc. de Phys. et d'Hist. Natur, de Genève, 31, 1. 1891
- 1895 Diatomées lacustres marines ou fossiles. „Le Diatomiste“, II.
- 1895a Notes sur quelques Diatomées miocènes. Ibid.
- 1896 Diatomées miocènes. (Description des espèces). Ibid., 24.
- 1901 Diatomées d'eau douce de l'île Jan Mayen et de la côte east du Groenland. Bihang t. Königl. Svenska Vet. Akad. Handl., 26, III, 18.
- Brun J. and Tempère J. Diatomées fossiles du Japon. (Espèces marines et nouvelles des calcaires argileux de Sendai et de Yedo). Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève, 30. 1889
- Budde H. Die Algenflora des Sauerländischen Gebirgsbaches. 1928 Arch. f. Hydrobiol. 19, 3.
- 1930 Die Algenflora der Ruhr. Ibid., 21, 4.
- 1930a Die mesohaloben und halophilen Diatomeen der Lippe in Westfalen. Ber., Deutsch. Bot. Ges., 48.
- 1931— Die Algenflora westfälischer Salinen und Salzwässer I—II. I. Arch. f. Hydrobiol., 23, 1931 II Ibid., 1933.
- Butcher T. W. The structural detail of Coscinodiscus asteromphalus. 1911 Journ. Roy. Microscop. Society, 31.
- Bütschli O. Mitteilungen über die Bewegung der Diatomeen. 1891 Verh. d. naturh. med. Ver. Heidelberg, 4.
- Castracane F. Su le Diatomée dell' eta' del Carbone. Atti del' Acad. 1874 Pontif. dei Nuovi Lincei 26.

- 1874a Sur l'existence des diatomées dans différentes formations géologiques. *Compt. Rend. Acad. Sci.*, 79.
- 1875 Diatomaceae in the Carboniferous period. *Geol. Mag. London*, 2.
- 1876 Die Diatomeen in der Kohlenperiode. *Jahrb. f. Wiss. Botanik.*, 10.
- 1888 Le Diatomée e il transformismo darwiniano. *Memorie d. Pont. Acad. d. Nuovi Lincei*, 3.
- 1896 Les spores des diatomées. *Le Diatomiste*, II.
- Cayeux L. Sur la présence de nombreuses Diatomées dans les gaïzes jurassiques et crétacées du bassin de Paris. *Ann. Soc. Geol. du Nord*, 20.
- 1892 Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, 4, 2.
- Chapman. The secondaries or dotted structure in Pinnularia. *Journ. Quekett. Microsc. 1916—1918 Club.*, 13.
- Chaves F. A. Gisements de Diatomées fossiles a Furnas (île de S. Miquel) *Bull. Soc. Port. Sc. Nat.*, 2.
- Chenevière E. Sur un dépôt fossile marin a diatomées situé a Kamischev (Russie central). *Bull. de la Soc. Franç. de Microsc.*, 3, 3.
- Cholnoky B. Beiträge zur Kenntnis des Chromatophorenbaues der Diatomeen. *Bot. Közlem.*, 23.
- 1927 Über die Auxosporenbildung von *Rhoicosphenia curvata* (Ktz.). *Grun. Arch. f. Protistenk.*, 60.
- 1927a Untersuchungen über die Ökologie der Epiphyten. *Arch. f. Hydrobiol.*, 18.
- 1927b Beiträge zur Kenntnis der Bacillariaceen-Kolonien, *Hedwigia*, 67, also *Folia Cryptog.*, 1, 1924.
- 1928 Über die Auxosporenbildung der *Anomoeoneis sculpta* (E) Cl. *Arch. f. Protistenk.*, 63 und *Hedwigia*, 68.
- 1928a Über mehrfache schalenbildung bei *Anomoeoneis sculpta*, *Hedwigia*, 68.
- 1928b Ueber die Wirkung von hyper- und hypotonischen Lösungen auf einige Diatomeen. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 19.
- 1929 Symbiose zwischen Diatomeen. *Arch. f. Protistenk.*, 66.
- 1929a Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung. *Arch. f. Protistenk.*, 68.
- 1929b Epiphyten-Untersuchung im Balatonsee. *Intern. Rev. der Ges. Hydrobiol. und Hydrographie*, 22.
- 1930 Die geschlechtliche Vermehrung der Kieselalgen aus der Gruppe Pennatae. *Bot. Közlem.*, 27.
- 1931 Analytische Benthos-Untersuchungen. I. II. *Arch. f. Hydrobiol.*, 23.
- 1933 Die Kernteilung von *Melosira arenaria* nebst einigen Bemerkungen über ihre Auxosporenbildung etc. *Zeitschr. für Zellforsch. und microscop. Anat.*, 19.
- 1933a Beiträge zur Kenntnis der Karyologie der Diatomeen. *Arch. f. Protistenk.*, 80.
- 1933b Analytische Benthos-Untersuchungen. III. Die Diatomeen einer kleinen Quelle in der Nähe der Stadt Vac. *Arch. f. Hydrobiol.*, 26.
- 1935 Farbstoffaufnahme und Farbstoffspeicherung lebender Zellen pennater Diatomeen. *Österr. Bot. Zeitschr.*, 84.
- Cleve P. T. On diatoms from the Arctic Sea. *Bih. Kongl. Svensk. Vet. Akad. Handl.*, 1, 13.
- 1883 Diatoms collected during the expedition of the Vega, in Nordenskjöld's Vega-Expedition. *Vetensk. Arbeit. Jakttagel*, 3.
- 1891 The Diatoms of Finland. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 8, 2.
- 1891a Remarques sur le genre *Amphiprora*. *Le Diatomiste*, 1.
- 1894— Synopsis of the naviculoid Diatoms, part I—II. *Bih. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl.*, I, 26, 2; 1894; II, 27, 3, 1895.
- 1896 Diatoms from Baffin's Bay and Davis Strait. *Ibid.*, 22, 4.
- 1898 Diatoms from Franz-Josef Land collected by the Harnsworth Jackson expedition. *Ibid.*, 24, 2.
- 1899 Plankton collected by the Swedish Expedition to Spitzbergen in 1898. *Ibid.*, 32, 3.
- 1901 The seasonal distribution of atlantic plankton organisms. — Göteborgs Kungl. Vetensk. och Vitterhets samh. *Handl.*
- 1906 Wissenschaftlich-praktische Murman-Expedition. *Bericht pro 1903*, in *Breitfus. Journ. d. Arbeiten in Jekaterinen-Hafen und Umgebung*. St. Petersburg.
- Cleve P. T. und Grunov A. Beiträge zur Kenntnis der Arctischen Diatomeen. *Bih. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl.*, 17, 2.
- Cleve P. und Jentzsch A. Ueber einige diluviale und alluviale Diatomeenschichten Norddeutschlands. *Der Schrift. der physik-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg*, 22.

- Cleve P. and Mereschkowsky C. Note on some recent publications concerning, 1902 Diatoms. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 10, 17.
- Cleve-Euler A. On recent freshwater diatoms from Lule Lappmark in Sweden. *Bih. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl.*, 21, III, 2.
- 1899 Notes on the plankton of some lakes in Lule Lappmark, Sweden. *Öfversigt of Kongl. Vet. Akad. Förhandlingar*, 8.
- 1900 Beiträge zur Flora der Baren Insel. — I. Die Diatomeen. *Bih. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handl.*, 26, III, 10.
- 1910— Das Bacillariaceen-Plankton in Gewässern bei Stockholm. I-III. — I *Arch. f. Hydrobiol* 6, 2, 1910 (11); II—III *Ibid* 7, 1912.
- 1912 Zur Morphologie und Biologie einer pleomorphen *Melosira*. *Arch. f. Hydrobiol.*, 7.
- 1915 New Contribution to the Diatomaceous Flora of Finland. *Arkiv f. Botan. K. Svenska Vet. Acad.* 14, 2.
- 1917 Quantitative Plankton Researches in the Skagerack I. *K. Vet. Akad. Handl.*, 57, 7.
- 1932 Die Kieselalgen des Täkernsees in Schweden. — *Kongl. Sv. Vet. Akad. Handl.*, ser. III, 11, 2.
- 1934 The Diatoms of the Finnisch Lapland. *Soc. Sci. Fenn. Comm. Biol.*, 4, 14.
- 1937 Undersökningar över Öresund Untersuchungen aus dem Öresund. *Kungl. Fysiografiska sällskapets Handlingar N. F.*, 48, 9.
- 1939 Zur fossilen Diatomeenflora Osterbottens in Finland. *Acta. Soc. Fauna et Flora Fennica*, 62, 4.
- 1940 Das letztinterglaziale Baltikum und die Diatomeenanalyse. *Beih. Bot. Centralbl.*, Abt., B. 60, 3.
- 1940a *Fragillaria Du Rietzi* nov. sp., eine neue Aufwuchsalge der Schären-Södermanlands. *Botaniska Notiser*.
- 1941 Altertiäre Diatomeen und Silicoflagellaten im Inneren Schwedens. *Palaeontographica*, 92, Abt. A.
- 1942 *Coscinodisci et Thalassiosira Fennosueciae*. Eine kritische Übersicht. *Botaniska Notiser*.
- Comère J. De la coloration anormale des Diatomées épiphytes. *Nuova Notarisia*, 20, 1909
- Conard A. Sur la division cellulaire chez *Melosira varians* Ag. *Compt. Rend. Soc. Biol.* 102, 1929
- Conger P. S. The contribution of Diatoms to the sediments of Crystal Lake, Vilas County, Wisconsin. *American Journ. of Sci.*, 237, 5, 1939
- Coupin H. Sur l'origine de la carapace siliceuse des Diatomées. 1922 *Compt. Rendu. Acad. Sci.*, 175.
- Cupp E. Analysis of marine plankton diatom collections taken from the Canalzone to California during march 1933. *Transact. Amer. Microsc. Soc.*, 3, 1934
- 1937 Seasonal distribution and occurrence of marine diatoms and dinoflagellates at Scotch Cap, Alaska. *Bull. of the Scripps Inst. of Oceanogr. of the Univ. of California*, 4, 3.
- 1943 Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. *Ibid.*, 5, 1.
- Cyrus B. Etude monographique du genre *Cymatopleura* W. Smith. L'histoire et la phylogénie des Bacillariales. *Acta, Botan. Bohemica*, 8, 1929
- Dangeard P. Le mouvement protoplasmique et les cytosomes chez les Diatomées. 1931 *Ann. Protistol.* 3.
- Davidson V. et Huntsman F. The causation of *Diatom maxima*. *Studies from the Biological Stations, of the Royal Soc. of Canada, third series*, 20, 5, 1926
- Deby J. Les Diatomées terrestres. *Bull. Soc. Belg. Microsc. Bruxelles*, 1878
- Deflandre G. Les Silicoflagellés des terres fossiles à Diatomées. *Bull. de la Soc. Franç. de Microsc.*, 1, 1, 1932
- 1935 Réflexions sur la notion de l'espèce et les variations chez les Diatomées à propos d'une *Biddulphia* à valves dissemblables. *Ibid.*, 4, 1.
- 1937 A propos du genre *Kenirodiscus*. *Ibid.*, 6, 3.
- Deflandre G. et Rampi L. Sur une Diatomée nouvelle d'Oamaru, le *Kentrodiscus*. 1937a *Fortii* n. sp. *Ibid.*, 6, 2.
- De Toni J. B. *Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum*. Vol. I, II, Bacillariaceae. 1891— I—III. Patavii.
- 1894
- Decksbach N. K. Seen und Flüsse des Turgai-Gebietes (Kirgisien-Steppen) *Verh. der Internat. Veren. für Limnologie*, 1924

- Dewall H. W. Geologisch-biologische studie über die Kieselgurlagen der Lüneburger  
1928 Heide. Jahrbuch der Preuss. Geolog. Landesantact, 49, 2.
- Diatomiste, le. Par J. Tempère, I, II, Paris.  
1890—1896
- Donat. Über die geographische Verbreitung der Süßwasseralgeln in Europa. Rep. spec.  
1927 nov., 46.
- Dorogostajskij V. Matériaux pour servir à l'algologie du lac Baical et de son bas-  
1904 sin. Bull. de la Soc. des Naturalistes de Moscou, 18, Nouvelle Série.
- Dun W. S., Rands W. and David. Note on the occurrence of Diatoms, Radiolaria and  
1901 Infusoria in the Rolling Downs Formation (Lower Cretaceous). Queensland  
Proc. Linn. Soc. New, South. Wales, 26.
- Edwards A. M. The Diatomaceae of the Triassic (?) Sandstone of New Jersey. Amer.  
1893 Naturalist, 27.  
1895 Fossil Diatoms. Journ. Queckett Microsc. Club, March.  
1906 The magnesian limestone of New Jersey and the search for Bacillaria in it.  
Nuova Notarisia, 21.
- Ehrenberg Chr. G. Beiträge zur Kenntniss der Organisation der Infusorien und ihrer geo-  
1830 graphischen Verbreitung, besonders in Sibirien. Physik. Abhandl. d. k. Akad.  
d. Wiss.  
1842 Mikroskopische Analyse einiger von A. Erman in Nord-Asien gesammel-  
ten merkwürdigen organischen Leben. Erman's Archiv f. wiss. Kunde v.  
Russland, 2, 4.  
1843 Ueber zwei neue asiatische Lager fossiler Infusorienerden aus dem russischen  
Transkaukasien (Grusien) und Sibirien. Ibid., 2, 4.  
1850 Vorläufige Bemerkungen über die microscopischen Bestandteile der Schwarz-  
erde, Tschernosem in Russland. Ber. d. K. pr. Akad. d. Wiss.  
1850a Weitere Erläuterungen über die für Russland sehr wichtige Schwarzerde  
Tschernosem, des besten russischen Culturboden. Ibid.  
1850b Ueber einen die Sonne zwei Tage lang trübenden Staubnebel in Russland  
am 29 und 30 April 1849 bei heiterem Himmel und ohne Storm. Ibid.  
1854 Microgeologie. Bd. 1—Text; Bd. 2—Atlas, Leipzig.  
1855 Ueber ein europäisches marines Polygastern-Lager und über verlarvte Poly-  
lythamien in den marinen Polygastern-Tripeln von Virginien und Simbirk.  
Monatsber. Keis. preuss. Akad. d. wiss.
- Eichwald E. Beitrag zur Infusorienkunde Russlands. Bull. Soc. Nat. Moscou, 3, 4 1844;  
1844— Erster Nachtrag, Ibid., 4, 1847; Zweiter Nachtrag. Ibid., 2, 1849; Dritter Nach-  
—1852 trag. Ibid., 2, 1852.
- Einsele W. und Grim J. Über den Kieselsäuregehalt planktischer Diatomeen und  
1938 dessen Bedeutung für einige Fragen ihrer Ökologie. Zischr. f. Botanik, 32.
- Erlandsson S. Marine Diatoms collected by the Swedisch. Kamtchatka-Expedition.  
1931 1920—22. Ark. f. Botanik, 23, A, 8.
- Erman A. Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Oceane in den Jahren 1828,  
1848 1829 und 1830. Arch. f. wiss. Kunde v. Russland, 3, 1.
- Fischer H. Some remarks on the flora of Franz Josef Archipelago. In: Brice A. M.  
1896 The Jackson Harmsworth Polar Expedition. The Geographic. Journ., 8.
- Flügel I. Ueber optische Erscheinungen an Diatomeen. Botan. Zeit., 4.  
1869  
1870 Untersuchungen über die Structur der Zellwand in der Gattung Pleurosigma.  
Arch. f. mikrosk. Anat., 6.  
1872 Über die Structure der Diatomeenschale. Bot. Zeit. 42, 4.  
1884 Researches on the structure of the cellwalls of the Diatoms. Journ. Roy.  
Microsc. Soc., 2, 4.
- Fontell G. Süßwasserdiatomeen aus Ober-Iamtland in Schweden. Arkiv für Botanik,  
1917 14, 21.
- Fontell C. W. Om Brak- och Saltvattendiatomaceers Förekomst i Sött Vatten i när-  
1926 heten av Kusten. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, 55, 7.
- Forti A. Aulacodiscus miocenicus nova species fossilis diatomacearum. Padova.  
1903  
1908a Primo elenco delle Diatomee fossili contenute nei depositi miocenici di Ber-  
gonzano (Reggio d'Emilia). Nuova Notarisia, ser. 19.  
1909 Studi per una Monografia del genere Pyxilla (Diatomee) e dei generi affini.  
Ibid., ser. 20.  
1910— Contribuzioni diatomologiche. Atti del Reale Inst. Veneto di Sc. Lett. et Arti,  
—1913 69, 1910; 71, 1912; 72, 1913.

- 1911— Metodo di classificazione della Bacillariae, Immobili fondato sull'affinità  
—1912 morfologica dei frustoi ed in relazione con l'evoluzione dell'auxospora. *Ibid.*,  
71, 2.
- 1912 Primo elenco delle Diatomee fossili contenute nei calcari marmosi biancastri  
di Monte Gibbio. (Sassuolo-Emilia). *Nuova Notarisia*, ser. 23.
- Forti A. und Schulz P. Erste Mitteilung über Diatomeen aus dem hannoverschen  
1932 Gault. *Beih. z. Bot. Centralbl.*, 50, 2, 1.
- Frenquelli G. Diatomee dei travertini del Uadi Rufuf presso l'oasi di Kharga nell'Alto  
1927 Egitto. *Boll. della Soc. Geol. Italiana*, 46, 1.
- 1929 Diatomee fossili delle conche saline del deserto Cileno-Boliviano. *Ibid.*,  
47, 2.
- 1931 Analisis Microscopico de Una Muestra de tripoli de Angostura (Provincia de  
Colchagua, Chile). *Revista Chilena de Historia Natural*, 35.
- 1932 A proposito della Diatomee del Paleozoico. *Boll. della Soc. Geol. Italiana*,  
51, 1.
- 1933 Variazioni della *Caloneis formosa*. Fossile dei sedimenti dell'Argentina. *Ibid.*,  
52, 1.
- 1933a Tecamebrani e Diatomee nel Miocene del Neuquén (Patagonia Settentrionale).  
*Ibid.*, 52, 1.
- 1934 Diatomeas del tripoli de San Pedro de Atacama. *Revista Chilena de Historia  
Natural*, 37.
- 1934a Diatomeas del Plioceno superior de las Guayquerias de San Carlos (provincia  
de Mendoza). *Revista del Museo de la Plata*, 34.
- 1935 *Melosira dubia*. *Inst. del Mus. de la Univer. Nacional de la Plata. Paleon-  
tologia*, 1, 1.
- 1935a Cursillo intensivo sobre diatomeas (Resúmenes). *Del. Bolet. de la Univ.  
Nacional de la Plata*, 18, 6.
- Fritsch F. E. Evolutionary sequence and affinities among Protophyta. Cambridge  
1929 *Biolog. Review*, 4.
- 1935 The structure and reproduction of the algae. I. Cambridge.
- Fritsch F. E. and John R. P. An Ecological and Taxonomic study of the Algae of  
1942 British soils. II Consideration of the species observed. *Ann. of Botan.*, 6, 23.
- Funk G. Beobachtungen über Bewegungen von Bacillariaceen Kolonien und deren  
1914 Abhängigkeit von äusseren Reizen. *Mitteil. Zool. Stat. Neapel*, 22.
- 1919 Notizen über Meeresdiatomeen I—III. *Ber. Deutsch. Botan. Ges.*, 37.
- Gaidukow N. M. Zur Oekologie der Süswasseralgén. *Botan. Arch.*, 6, 1/3.  
1924
- 1925 Weitere Beiträge zur Oekologie der Süswasseralgén. *Ibid.*, 9.
- Gallik O. Diatomaceae ex lacu Balaton. *Arch. Balat.*, 1.  
1926
- 1932 Enumeratio Diatomacearum in thermis Hajduszoboszlo inventarum. *Arch. f.  
Protistenk.*, 76.
- Geitler L. Reduktionsteilung, Kopulation und Parthenogenese bei der pennaten Dia-  
1927 mee *Cocconeis placentula*. *Biol. Zentralbl.*, 47.
- 1927a Somatische Teilung, Reduktionsteilung, Kopulation und Parthenogenese bei  
*Cocconeis placentula*. *Arch. f. Protistenk.*, 59.
- 19276 Die Reduktionsteilung und Kopulation von *Cymbella lanceolata*. *Arch. f. Pro-  
tistenk.*, 58, 1927.
- 1927b Häutung bei einer pennaten Diatomee. *Österr. Bot. Zeitschr.*, 76.
- 1928 Autogamie bei *Amphora*. *Ibid.*, 77.
- 1928a Neue cytologische Arbeiten über Diatomeen. *Arch. f. Protistenk.*, 64.
- 19286 Neue Untersuchungen über die Sexualität der pennaten Diatomeen. *Biol.  
Centralbl.*, 48
- 1928b Über die Tiefenflora an Felsen im Lunzer Untersee. *Arch. f. Protistenk.*, 62.
- 1928r Kopulation und Geschlechtsverteilung bei einer *Nitzschia*-Art. *Ibid.*, 61.
- 1929 Über den Bau der Kerne zweier Diatomeen. *Arch. Protistenk.*, 68.
- 1930 Différentiation, repartition et détermination du sexe chez les Diatomees  
Pennées., *Arch. de Botan.*, 3.
- 1930— Discussion on nuclear phase and alternation in Algae. Bacillariales. *Rep. of  
—(1931) Proc. 5th Internat. Botan. Congr., Cambridge.*
- 1931 Der Kernphasenwechsel der Diatomeen etc. *Beih. Bot. Centralbl.*, 48, 1.
- 1932 Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgén). *Arch. f. Protistenk.*  
78, 1 (und *Biol. Centralbl.*, 50, 19 0).
- 1935 Reproduction and life history in Diatoms. *Botan. Review*, 1.
- Gemeinhardt K. Zur Zytologie der Gattung *Achnanidium*. *Ber. d. Deutsch  
1926 Botan. Ges.*, 43.

- 1926a Die Gattung *Synedra* in systematischer, zytologischer und ökologischer Beziehung. Pflanzenforschung, 6.
- 1926— Beiträge zur Kenntnis der Diatomeen I—V, II—III, Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 44, 1926; IV, *Ibid.*, 45, 1927; V, *Ibid.*, 46, 1928.
- 1930 *Silicoflagellatae* Rabenhorst's Kryptogamen-Flora Deutschland, Österreich und der Schweiz, B X, Abt. 2.
- 1935 Diatomeen von der Westküste Norwegens. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. 53.
- Germain H. Sur quelques diatomées d'eau douce vivant en tubes muqueux. *Compt. Rendu Acad. Sc.*, 195.
- 1932
- Gessner F. und Kolbe R. Ein Beitrag zur Kenntnis der Algenflora des unteren Amazonas. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 52, 3.
- Gillam A. E., El Ridi M. S. and Wimpenny R. S. The seasonal variation in biological composition of certain plankton samples from the North Sea in relation to their content of vitamin A, carotenoids, chlorophyll, and total fatty matter. *Journ. Exper. Biol.*, 16.
- 1939
- Gran H. H. *Protophyta: Diatomaceae, Silicoflagellata and Sifioflagellata*. Norwegian Nord. Atlant. Exped., 7.
- 1897
- 1900 Bemerkungen über einige Planktondiatomeen. *Nyt. Mag. f. Naturvidensk.*, 38, 2.
- 1902 Das Phytoplankton des norwegischen Nordmeeres etc. Rep. on Norwegian Mar. and Fishery-investig., 2.
- 1904 Diatomaceae from the ice-floes and plankton of the Arctic Ocean. The Norwegian North Polar Exped. 1893—1896, *Scient. result ed. by Fr. Nansen, Christiania*.
- 1904a Die Diatomeen der arktischen Meere. I Teil: Die Diatomeen der Planktons. *Fauna Arctica*, 3, 3.
- 1905 „Diatomeen“ in Brandt und Apstein, Nordisches Plankton. Botanischer Teil, 19, Kiel und Leipzig.
- 1927 The production of Plankton in the coastal waters of Bergen March—April 1922. *Rep. on Norwegian Fishery and Marine Investigations*, 3, 8.
- 1931 On the conditions for the production of plankton in the sea. *Conseil Perm. Internat. Explor. de la Mer, Rapp. et Proc. Verbaux*, 75.
- Gran H. H. und Angst E. C. Plankton diatoms of Puget Sound. *Publ. Puget. Sound Biol. Stat. Univ. Wash.*, 7.
- 1931
- Gran H. H. und Birgithe B. Untersuchungen über die im Meerwasser gelösten organischen Stoffe und ihr Verhältnis zur Planktonproduktion. *Avhandl. uiget. av Det Norske Videnskaps. Akad., I. Matem. Naturv. Klasse 1926*, 6, Oslo.
- 1926
- Gran H. and Braarud T. Quantative study of the phytoplankton in the bay of Fundy and the gulf of Maine. *Journ. of the Biolog. Board of Canada*, 1, 5.
- 1935
- Gran H. H. and Yendo K. Japanese Diatoms. I. On *Chaetoceras*. II. On *Stephanopyxis*. *Vidensk. Skrifter. I. Mat. Naturv. Klasse 1913*, 8.
- 1914
- Gran H. et Thompson T. The Diatoms and the physical and chemical conditions of the sea water of the San Juan Archipelago. *Publ. Puget. Sound Biol. Stat.*, 7.
- 1930
- Grandina Antonija. Rigas pilsētas kanālu alģu flora. (Die Algenflora des Stadtkanals von Riga). *Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis*, 3, 1.
- 1928
- Gross F. The life history of some marine plankton diatoms. *Phil. Trans. Roy. Soc. B.*, 228.
- 1937
- 1940 The development of isolated resting spores into auxospores in *Ditylum Brightwelli* (West). *Mar. Biol. Ass. U. K., Journ.*, 24.
- 1940a The osmotic relations of the plankton diatom *Ditylum Brightwelli* (West). *Ibid.*, 24.
- Grove E. and Sturt G. On a fossil marine Diatomaceous Deposit from Oamaru, Otago, New Zealand. *Queckett. Microsc. Club. Journ. Ser. 2*, n. 16, 1886; n. 17, 1887; n. 18, 1887; n. 19, 1887.
- 1886—
- 1887
- Grunow A. Algen und Diatomaceen aus dem Kaspischen Meere. In: Dr. O. Schneider's—Naturwissen. Beitr. zur Kenntniss der Kaukasusländer auf Grund seiner Sammelbeute. *Sitzungsberichte der naturwiss. Geselsch. „Isis“ zu Dresden*, 6.
- 1878
- 1879 New species and varieties of Diatomaceae from the Caspian Sea. *Journ. of the Roy. Microscop. Soc.*, 2, 6.
- 1882 Beiträge zur Kenntnis der fossilen Diatomeenflora Österreich-Ungarns. Beiträge zur Paläontologie von Öst-Ung. und d. Orients, 2.
- 1884 Die Diatomeen von Franz Josefs-Land. *Denkschriften der Kaiserl. Akad. der Wissenschaft. Mathem. Naturwissensch. Classe*, 48, 1884 und Beitr. zur Paleont. Öst.-Ung. und d. Orients, 11.

- Gunter H. and Ponton G. Notes on the geology and the occurrence of some Diatomaceous earth deposits of Florida. Ann. Rep. of the Florida State Geol. Survey, 1933.
- Gutwinsky R. Algarum e lacu Bajcal et paeninsula Camtschatka (a clariss. prof. dr. B. Dybowsky anno 1877 reportarum enumeratio et Diatomacaeum lacus Bajcal cum iisdem taticorum, italicorum et franco-gallicorum lacuum comparatio). Nuova Notarisa, ser. 2, 1891.
- 1897 Additamenta ad floram algarum Lithuaniae cognoscendam. I Algae in lacu Swietez a clariss. prof. dr. Dybowsky collectae. Ibid., ser. 8.
- Halden E. Kvartärgeologiska Diatomace-studier belysande den Postglaciala Transgressionen a Svenska Västkusten. I. Höganästrakten. Geol. Fören i Stokholm Förhandl., maj—okt., 1929.
- 1931 Diatomacéernas succession I. Deltasediment. Ibid., mars—april.
- 1935 Diatomaceanalys. Särtryck ur Nordisk Familjebok, Tredje Uppl.
- Handmann R. Beiträge zur Kenntnis der oberösterreichischen Diatomeen. Arch. f. d. Fauna u. Flora d. Süßwassers, Ser. B., 1, 1919.
- Hanna D. G. Geological notes on the Pribilof Islands, Alaska, with an account of the fossil Diatoms. American Journ. of Sci., 48, 1919.
- 1927 The lowest known tertiary Diatoms in California. Journ. of Paleontology, 1, 2.
- 1927a Cretaceous Diatoms from California. Occasional Paper of the California Acad. of Sci., 13.
- 19276 „AFS“ a new resin of high refractive index for mounting microscopic objects. Science, LXV, N 1672, January 14.
- 1927b Synthetic resin as a mounting medium. Science, LXV, N 1693, June 10.
- 1929 Fossil Diatoms dredged from Bering Sea. Transact. of the San-Diego Soc. of Natural. Hist., 5, 20.
- 1930 A review of the genus Rouxia. Journ. of Paleontology, 4, 2.
- 1932 Pliocene Diatoms of Wallace County, Kansas. Bull. of the Univ. of Kansas, 33, 10.
- 1932a The Diatoms of Sharktooth Hill, Kern County, California. Proceed. of the California Acad. of Sc., 20, 6.
- 1933 Diatoms of the Florida Peat deposits. Florida State Geol. Survey, 23—24 Annual Report.
- 1934 Additional notes on Diatoms from the Cretaceous of California. Journ. of Paleontology, 8, 3.
- 1936 Notes on localities of fossil Diatoms in California. Bull. Soc. Franç. de Microsc., 5, 3.
- Hanna D. G. and Grant W. Diatoms of Pyramid Lake, Nevada. Repr. from Transactions of the Amer. Microsc. Soc., 50, 4, 1931.
- Hart T. J. On the Diatoms of the skin film of whales, and their possible bearing on problems of whale movements. Discovery Reports, 10, 1935.
- Hartridge H. A method of investigating Diatom structure. Journ. Roy. Microsc. Soc., 1913, 215.
- Harvey H. W. On the rate of diatom growth. Mar. Biol. Assn. U. K., Journ. 19, 1933.
- 1934 Annual variation of planctonic vegetation. Ibid., 19.
- 1937 The supply of iron to diatoms. Ibid., 22.
- Hauptfleisch P. Die Auxosporenbildung von Brebissonia Boeckii Grun, und die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitteil Naturw. Ver. Neu-Vorpommerns u. Rügen, 27, 1895.
- Heck H. L. Die Eem — und ihre begleitenden Junginterglazial Ablagerungen bei Oldenbüttel in Holstein. Abh. d. Preuss. Geol. Landesanstalt, 140, 1930.
- Heiden H. Die Diatomeen aus den postglazialen Ablagerungen usw. Mitt. Mecklenb. Geol. Landesanstalt, 10, 1914.
- 1925 Die Bacillariaceen der wichtigsten Kieselgurlager Deutschlands. Festschrift der Ver. Deutsch. Kieselgurwerke, Hannover.
- Heiden H. und Kolbe R. Die marinen Diatomeen der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Deutsche Südpolar-Exped., 8, Botanik, 1927.
- Heinzerling O. Der Bau der Diatomeenzelle mit besonderer Berücksichtigung der ergastischen Gebilde und der Beziehung des Baues zur Systematik. Bibliotheca Botanica, 69, 1908.
- Hendey H. J. The plankton Diatoms of the Southern Seas. Discovery Reports, 16, 1937.
- 1938 An efficient technique for gleaning Diatoms. Journ. Roy. Microsc. Soc., 58.
- 1938a Pseudoamphiprora fugei spec. nov. a new diatom from canned fish. Ibid., 58.
- 1939 New species of Diatoms. Ibid., 59.

- Hentschel E. und Wattenberg H. Plankton und Phosphat in der Oberflächenschicht des südatlantischen Ozean. *Annalen d. Hydrographie*, 58.
- Herdman W. A. Summary of results of continuous investigation of the plankton of the Irish Sea during fifteen years. *Journ. Linn. Soc. London. Botan.*, 46.
- Héribaud J. Les Diatomées fossiles d'Auvergne. Paris.
- 1902 ..
- 1903 Les diatomées fossiles d'Auvergne. Second memoire. Clermont-Ferrand.
- 1920 Les diatomées des travertins d'Auvergne. Bruxelles.
- Heurck, von H. cm. Van Heurck.
- Hirmer Max. Handbuch der Paläobotanic. I. München u. Berlin.
- 1927
- Hofker J. Die Teilung, Microsporen und Auxosporenbildung von *Coscinodiscus biconicus* v. Breemen. *Ann. Protistologie*, 1.
- 1928
- 1930 Ueber die Fortpflanzung einiger Diatomeen der Zuidersee. *Zeitschr. Zellforsch. u. Microsc. Anat.*, 10.
- Honigmann H. L. Nochmals des Auftreten der Bacillariaceen Gattung *Chaetoceras* im Prester See bei Magdeburg. *Arch. f. Hydrobiol. und Planktonk.*, 7.
- Huber-Pestalozzi Dr. G. Das Phytoplankton des Süßwassers. II, 2<sup>a</sup> parte Diatomeen. Stuttgart.
- Hülsebruch W. Beobachtungen an der Diatomee *Peronia Heribaudi* Brun et Perag. von einem neuen Fundort. *Hedwigia*, 74.
- Hurter E. Beobachtungen an Litoralalgen des Vierwaldstättersees. *Mitt. Naturf. Ges. Luzern*, 10.
- Hustedt T. Beitrag zur Algenflora von Afrika. Bacillariales aus Dahome. *Arch. f. Hydrobiol. und Planktonk.*, 5.
- 1910— Beiträge zur Algenflora von Bremen. III Bacillariaceen aus der Ochtum.
- 1911 IV Bacillariaceen aus der Wumme. *Abh. Naturwiss. Ver. Bremen*. 20, 1910; 20, 2, 1911.
- 1911 Desmidiaceae et Bacillariaceae aus Tirol. *Arch. f. Hydrobiol.*, 6.
- 1914 Bacillariales aus den Sudeten usw. *Arch. f. Hydrobiol.*, 10.
- 1914a Die Bacillariaceen-Gattung *Tetracyclus* Ralis. *Abh. Naturwiss. Ver. Bremen*, 23.
- 1921 Bacillariales Ostafriacas. *Hedwigia*, 63.
- 1922 Bacillariales aus Inner-Asien. (Southern Tibet. Exp. Sven Hedín 1906—1908). *Botany*, 4.
- 1922a Die Bacillariaceen Vegetation des Lunzer Seengebietes. *Intern. Revue der Ges. Hydrobiol. und Hydrographie*, 10.
- 1922b Über recente Diatomeen-Ablagerungen in Deutschland. *Microbiol. Monats*, 12.
- 1923 Zur Morphologie und Auxosporenbildung von *Melosira Juergensii* Ag. und *M. arenaria* Moore. *Arch. f. Hydrobiol.*, 14.
- 1923a Von sammeln und Präparieren der Kiesalgen. *Schrift d. fr. Verein v. Freund d. Microscop.*, 1/2.
- 1923b Süßwasser-Diatomeen Deutschlands. 4 Aufl. Stuttgart.
- 1924 Die Bacillariaceen-Vegetation des Sarekgebirges. *Naturwiss. Untersuch. des Sarekgebirges in Schwedisch Lappland*, 3.
- 1925 Bacillariales aus den Salzwässern bei Oldesloe in Holstein. *Mitt. Geogr. Ges. u. Naturhis., Mus. Lübeck.*, 2, 30.
- 1926 *Thalassiosira fluviatilis* nov. spec., eine Wasserblüte im Wesergebiet. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 43, 10.
- 1926a Zur Herstellung von Diatomeen Einzelpräparaten. *Microsc. f. Naturforsch.*, 4.
- 1926— Untersuchungen über den Bau der Diatomeen. I—XII. I. Raphe und Gallertporen der Eunotioideae. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 44, 2, 1926. II. Kolonienbildung bei der Gattung *Pinnularia*. *Ibid.*, 44, 1926. III. Zur Anatomie der *Triceratium*-Membran. *Ibid.*, 44, 1926. IV. Zur Morphologi und Systematik der Gattungen *Denticula* und *Epithemia*. *Ibid.*, 46, 1928. V. Über den Bau der Raphe bei der Gattung *Hantzschia* Grun. *Ibid.*, 46, 1928. VI. Zur Kenntnis der Gattung *Cylindrotheca* Rabh. *Ibid.*, 46, 1928. VII. Weitere Untersuchungen über die Kanalarphe der Nitzschioideae. *Ibid.*, 47, 1929. VIII. Untersuchungen über die Kanalarphe der Gattung *Suirella*. *Ibid.*, 47, 1929. IX. Zur Morphologie und Zellteilungsfolge von *Eunotia didyma* Grun. *Ibid.*, 47, 1929. X. Die sonagten Längslinien in der Schalenstruktur pennater Diatomeen. *Ibid.*, 53, 1935. XI. Structurtypen in der Gattung *Diploneis* Ehr. *Ibid.*, 53, 1935. XII. Raphe und Zellwand der Frustulaartigen Naviculaceen. *Ibid.*, 53, 1935.

- 1927 Die europäischen Süßwasser-Arten der Gattung *Melosira* Ag. Verh. der Internat. Verein. f. theor. u. angew. Limnologie, 4.
- 1927a Fossile Bacillariaceen aus dem Loa-Becken in der Atacama-Wüste, Chile. Arch. f. Hydrobiol., 18.
- 19276 Kritische Bemerkungen zu dem Aufsätze von Dr. H. Bethge: *Melosira* und ihre Planktonbegleiter. Ibid., 18.
- 1928 Bacillariales aus den Aokikosee in Japan. Ibid., 18.
- 1929 Von Sammeln und Präparieren der Kieselalgen sowie Angaben über Untersuchungs und Kulturmethoden. Abderhalden, Handb. biol. Arbeitsmeth., 11, 4.
- 1930 Bacillariophyta (Diatomeae). Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Herausgeg. Pascher, 10.
- 1930— Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. v. Deutschland, Österreich u. d. Schweiz. 7; T. I, Lief. 1—5; T. II Lief 1—5.
- 1935 Die Diatomeenflora von Poggenpohls Moor bei Dotlingen in Oldenburg. Abhandl. und Vortr. der Bremer Wiss., 8/9.
- 1935a Die fossile Diatomeenflora in den Ablagerungen des Tobasees auf Sumatra. Arch. f. Hydrobiol., 14.
- 1936 Süßwasser Diatomeen von Island Spitzbergen und den Färöer Inseln. Botan. Arch., 38 (2).
- 1937 Zur Systematik der Diatomeen. I. Diatomeen-Variationen und die Möglichkeiten ihrer Benennung. II. Der Begriff des „Typus“ bei den Diatomeen und der Umfang der Diagnosen. III. Konvergenzerscheinungen und Kümmerformen. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 55.
- 1937— Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora —1938 von Java, Bali und Sumatra. I. Systematischer Teil. Arch. f. Hydrobiol. Suppl., 15, 2, 1937. II. Allgemeiner Teil. Ibid., 16, 3, 1938.
- 1939 Die Diatomeenflora des Küstengebietes des Nordsee von Dollart bis zur Elbemündung. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 31.
- 1942 Die Diatomeenflora einiger sumpfwiesen bei Bremen. Beiträge zur Algenflora von Bremen. Ibid., 32.
- 1942a Süßwasser-Diatomeen des Indomalayischen Archipels und der Hawaii-Inseln. Intern. Revue der Ges. Hydrobiol. und Hydrographie, 42.
- 19426 Diatomeen aus des Umgebung von Abisko in Schwedisch-Lappland. Arch. f. Hydrobiol., 39.
- 1942b Aerophile Diatomeen in der nordwestdeutschen Flora. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 60.
- Jackson D. Movements of Diatoms and other microscopic plants. The Americ. Naturalist, 1905 39.
- James E. J. An investigation of the algae growth in some naturally occurring soils. 1935 Beih. Botan. Centralbl., 53, A.
- Jasnitsky W. N. Einige Resultate der hydrobiologischen Erforschungen auf dem Bajkalsee im Sommer 1925. Compt. Rend. de l'Acad. des Sc. de l'URSS.
- Jessen K. und Milthers V. Stratigraphical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jutland and Northwest Germany. Danm. Geol. Undersogelse, 2, Raecke, 48.
- John R. P. An ecological and taxonomic study of the algae of british soils. I. The distribution of the surface growing Algae. Ann. of Botan., 6, 22.
- Johnson W. H. Amphiprora paludosa W. Sm. as a west Kiding Diatom. Naturalist, 1911 657.
- Johnson M. W. Seasonal distribution of plankton at Friday Harbor., Washington. Diatoms. Washington Publications in Oceanography, 1.
- Jørgensen E. The protist plancton of northern Norwegian fiords and diatoms in bottom samples from Lofoten and Vesteraalen by E. Jørgenson (Hydrographical and biological investigations in Norwegian fiords by O. Nordgaard. Bergens Museums Skrifter, 7.
- Julin-Danfält H. On the diatoms of the Baltic Sea. Bih. Kongl. Svenska Vet. Akad. 1882 Handl., 6, 21.
- Ikari J. On the formation of auxospores and resting spores of *Chaetoceros teres* Cleve. 1921 Botan. Magaz. Tokyo 35.
- 1923 On the nuclear and cell division of a planktondiatom *Coscinodiscus subbulliens* Jørgensen. Ibid., 37.

- 1927 On Bacteriastrium of Japan. *Ibid.*, 41.
- Iwahashi Y. Fresh water Centricae in Japan. I—III. *Journ. Japan. Bot.*, 11.
- 1935
- Karsten G. Untersuchungen über Diatomeen. I—III. *Flora*: I. 82, 1896; II. 83, 1897; III. 83, 1897.
- 1897
- 1897 Die Formänderungen von *Skeletonema costatum* (Grev) Grunow und ihre Abhängigkeit von äusseren Faktoren. *Wiss. Meeresuntersuch. K. Kommission*, 3.
- 1899 Die Diatomeen der Kieler Bucht. *Ibid.* 4.
- 1900 Die Auxosporenbildung der Gattungen *Cocconeis*, *Suirella* und *Cymatopleura*. *Flora*, 87.
- 1901 Ueber farblose Diatomeen. *Ibid.*, 89.
- 1904 Die sogenannten „Microsporen“ der Planktondiatomeen und ihre weitere Entwicklung, beobachtet an *Corethron Valdiviae* n. sp. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 22, 9.
- 1905 Das Phytoplankton des Antarktischen Meeres und des Atlantischen Ozeans nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1898/99. *Wiss. Erg. d. deutsch. Tiefsee-Expedit. a. d. Dampfer „Valdivia“*, 2, 1—3.
- 1905a Das Indische Phytoplankton. Nach dem Material der Deutschen Tiefsee-Expedition, 1898/99. *Ibid.*, 2, 2.
- 1912 Ueber die Reduktionsteilung bei der Auxosporenbildung von *Suirella saxonica*. *Zeitschr. f. Botan.*, 4.
- 1925 Zur Entwicklungsgeschichte der Diatomeen. *Internat. Revue, d. g. Hydrobiologie etc.*, 13.
- 1928 Abteilung Bacillariophyta (Diatomeae). In Engler und Prantl. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, 2, Edit. 2.
- 1928a Review of *Cholnoky*, *Rhoicosphenia*. *Zeitschr. f. Botan.*, 21, 97.
- 1930 Neue Untersuchungsergebnisse bei Diatomeen. *Ibid.*, 23.
- Kindl E. M. Diatomaceous dust on the Bering sea ice floes. *Amer. Journ. Sc.*, 28, 164.
- 1909
- Kisselew J. Seasonal variations of the phytoplankton in Patroclus bay in the Japan sea. *Fifth Pacific Sci. Congress*, A, 5, 11.
- 1934a The arctic and the mediterranean elements in the phytoplankton of the Amur gulf, their origin and distribution. *Ibid.*, A, 5, 12.
- Kitton F. On Diatomaceous deposits from Jutland. *Journ. Quekett Microsc. Club*, 1—2.
- 1870—
- 1871
- Klebahn H. Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung. I. *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll. *Prinsg. Jahrb. f. wiss. Botan.*, 29.
- Klock W. Phytoplankton untersuchungen im Brackwassergebiet der Unterwarnov. *Intern. Revue d. g. Hydrobiol. und Hydrographie*, 23, 5—6.
- 1930
- Kofoed C. A. The Plankton of Illinois River. *Bull. Ill. Labor. of natur. Hist.*
- 1903
- Kohl F. G. Die Farbstoffe der Diatomeen-chromatophoren. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 24.
- 1906
- Köhler A. Microphotographische Untersuchungen mit ultraviolettem Licht. *Zeitschr. f. wiss. Mikrosk.*, 21.
- 1929 Ueber die Feinstruktur von *Navicula* (*Pinnularia*) *nobilis* Ehrb. *Zeitschr. f. Botan.*, 22.
- Kolbe R. W. Contribution á la technique des préparations de diatomées. *Journ. de Microbiol.*, 3.
- 1925 Über das Vorkommen von Salzwasserdiatomeen im Binnenland. I. *Coscinodiscus subtilis* var. *Rothii* forma minor (Grun) v. H. im Spree-Havel-Gebiet. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 43, 2.
- 1927 Über Einchlussmittel für Diatomeen. *Zeitsch. f. wissenschaft. Mikroskopie und f. mikroskop. Technik*, 44.
- 1927a Zur Ökologie Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen (Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietes). *Pflanzenforschung*, 7.
- 1932 Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. *Ergebnisse der Biologie*, 8.
- Kolbe K. und Tiegs E. Zur mesohaloben Diatomeenflora des Werragebietes. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 47.
- 1929
- Korschikov A. A. On the origin of the diatoms. *Beih. z. Botan. Centralbl.*, 1 Abt. 46.
- 1930

- Krasske G. Die Bacillariaceen-Vegetation Niederhessens. Abhandl. u. Ber. d. Ver. 1925 f. Naturk. 56.  
 1927— Diatomeen deutscher Solquellen und Gradierwerke. I—III. I. Arch. f. Hydrobiol., 18, 1927. II. Hedwigia, 72, 1932. III. Beth. Botan. Centralbl. 59, Abt. 3, 1939.  
 —1939 Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora Sachsens. Botan. Arch., 27, 3/4.  
 1929 Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora Sachsens. Botan. Arch., 27, 3/4.  
 1932 Diatomeen aus dem Oberpliocän von Willershausen. Arch. f. Hydrobiol., 24.  
 1932a Beiträge zur Kenntnis der Diatomeenflora der Alpen. Hedwigia, 72.  
 1933 Die Diatomeen-Vegetation der „Drei Qellen“ in Erfurt. Hedwigia, 37.  
 1933a Über Kieselgur-Geschiebe von Oberberg.-Bratltitz Zeitschr. f. Geschiebeforschung, 9, 2.  
 1934 Die Diatomeenflora der Hessischen Kieselgurlager. Beiträge zum oberrheinischen Fossilkatalog, 9.  
 1934a Die Salzwasser-Diatomeen Bad-Nauheims. Bad.-Nauheimer Jahrbuch, 1/2.  
 1936 Die Diatomeenflora der Moorsrasen des Wiehel ins höher Parkes. Vereins für Naturkunde zu Kassel.  
 1937 Spät und postglaziale Süßwasser Ablagerungen auf Rügen. II. Diatomeen aus den postglazialen Seen auf Rügen. Arch. f. Hydrobiol., 31.  
 1938 Beiträge zur Diatomeen-Vegetation von Island und Spitzbergen. Ibid., 33, 3.
- Krieger W. Die Gattung *Centronella* Voigt. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 45.  
 1927
- Kützing Fr. T. Synopsis Diatomearum oder Versuch einer Systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. Linnaea, 8, Halle.  
 1834  
 1849 Species algarum. Lipsiae.
- Kylin H. Ueber die karotinoiden Farbstoffe der Algen. Zeitschr. physiol. Chemie, 166.  
 1927
- Lacsny J. L. Beiträge zur Algenflora der Thermalwässer bei Nagyvarad. Bot. Közlem. 1912 11.
- Lanzi M. Le Diatomée fossili del terreno quaternario di Roma. Ann. dell' Institut. Botan. di Roma, 3, 1.  
 1887
- Lauby A. De l'action des eaux minérales sur la striation et la forme des valves des Diatomées. Compt. Rend. Acad. d. Sci. 149.  
 1909  
 1911 Les Diatomées fossiles. Rev. Gén. Sc., 22, 23.
- Lauterborn R. Über Bau und Kernteilung der Diatomeen. Verh. naturhist. med. Ver. 1893 Heidelberg, 5.  
 1894 Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 12.  
 1896 Untersuchungen über Bau Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig.
- Le Blanc M. R. Sur la reproduction du *Chaetoceros pseudo-curvisetum* Mangin. 1934 Compt. Rend. Acad. Sci., 198.
- Lebour M. The Plankton Diatoms of Northern seas. Roy. Soc. 1930
- Lefébure P. Note sur un dépôt a Diatomées d'eau douce de Rio-Major. (Portugal). 1938 Bull. Soc. Française. Microscopie, 7, 2.
- Lefébure P. et Chenevière E. Description et Iconographie des Diatomées rares ou nouvelles. Ibid., 7, 1.  
 1938
- Legler F. Studien über der Ökologie der rezenten und fossilen Diatomeen flora des Egerer-Franzensbadens Tertiärbeckens I. Beih. Bot. Centralbl., 59, Abt. 1.  
 1939  
 1941 Zur Ökologie der Diatomeen burgerländischer Natrontümpel. Auz. Akad. Wiss. Wien, Math. natur, 78.
- Legler F. und Krasske G. Beiträge zur Ökologie der Brackwasserdiatomeen. I. Diatomeen aus den Vansee (Armenien).—Beih. Bot. Centralbl. Bd. 60. Abt. 13, Heft 3.  
 1940
- Levander K. M. Zur Kenntnis des Küstenplanktons im Weissen Meere. Meddelanden of Societas pro Fauna et Flora Fennica, 42.  
 —1916 Beitrag zur Kenntnis des Planktons des Sees Wirzjerw. Archiv für die Naturkunde des Ostbalticums. Zweite Serie. Biologische Naturkunde, 14, 1.  
 1920
- Liebetanz B. Hydrobiologische studien an Kujawischen Brackwässern, Bull. de l'Acad. 1925 Polon des Sciences et des Lettres, serie B. Sciences Naturelles.
- Liebisch W. Amphitetras antediluviana Ehrbg., sowie einige Beiträge zum Bau und zur Entwicklung der Diatomeenzelle. Zeitschr. f. Botan., 20.  
 1928  
 1929 Experimentelle und kritische Untersuchungen über die Pektinmembran der Diatomeen. usw. Ibid., 22.
- Lloyd F. E. A method of ultramicroscopi whereby fluorescence in the Cyanophyceae and Diatomaceae may be demonstrated. Science, 58.  
 1923

- Lohman K. E. Pliocene diatoms from the Kettleman Hills California. Un. St. Geol. 1938 survey Prof. Paper, 189.
- Lönnberg E. Contributions to the biology of the Caspian Sea. Översigt af Kongl. Vetenskaps Akad. Förhandlingar, 1. 1900
- Lund I. W. G. Observation on soil algae. The ecology, size and taxonomy of British soil diatoms, I—II. New Phytologie, 1—44, 2 1945; II—Ibid., 45, 1, 1946.
- 1946
- Lundquist G. Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. Die Binnen-gewässer, 2. 1927  
Zur Mikroskopie der Binnenseesedimente. Verh. Intern. Ver. theor. u. angew. Limnologie, 9. 1940
- Lundquist J. och Thomasson H. Diatomacéekologien och Kvartärsgeologien, 1923 Geol. Fören, Törhandl, 45.
- Maillefer A. Etude biométrique sur le *Diatoma grande* W. Sm. Bull. de la Soc. Vau. doise des Sc. Natur., 42, 157. 1908
- Mangin L. Sur la constitution de la membrane chez les Diatomées, Compte Rendue Akad. Sci., 146. 1908  
1908a Observations sur les Diatomées. Ann. Sci. Nat., Bot, 9, 8, also in Compte Rendu Acad. Sci., 146.  
1912 La sporulation chez les Diatomées. Revue Sc., 50.
- Mann A. Report on the Diatoms of the Albatross Voyages in the Pacific Ocean. 1917 1888—1904 Contrib. U. S. Nat. Herb., 10, 5.  
1922 Suggestions for collecting and preparing diatoms. Proc. U. S. Nat. Mus., 60, 15.  
1925 The marine diatoms of the Canadian Arctic Expedition 1913—1918. Report of the Canad. Arct. Exp. 1913—1918, 4, part F.
- Markow K. K. und Poretzky W. S. Die spät- und postglaziale Geschichte des nord-westlichen Teiles des Leningrader Gebietes. Zeitschrift f. Gletscherkunde, 22, 1/5. 1935  
1936 Pollen und diatomeen-analytische untersuchungen über die Geschichte des Finnischen Meerbusens, Ladoga und Onegasees. — Beih. z. Botan., Centrabl., 52, Abt. B., 3.
- Marshall S. and Orr A. The relation of Plankton to some chemical and physical factors in the Clyde Sea Area. Journ. Mar. Biol. Assoc., 14. 1927  
The photosynthesis of Diatom cultures in the sea. Ibid., 15. 1928
- Martens P. La locomotion des diatomées. Cellula, 48, 3. 1940
- Mayer A. Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des *Volutins*. Botan. Zeit, 62. 1904  
1915 Beiträge zur Diatomeenflora Bayerns. Denkschr. Bayer. Bot. Ges. Regensburg. N. F., 7.  
1918 Die bayerischen Eunotien. Kryptog. Forschung., 3.  
1919 Bacillariales von Reichenhale und Umgebung. Kryptog. Forschung, 4.  
1925 Die bayerischen Neidien. Ber. Naturwiss. Ver. Regensburg, 14.  
1928 Die bayerischen Gomphonemen. Denkschr. Bayer. Bot. Ges. Regensburg, N. F., 11.
- Meinhold Th. Beiträge zur Physiologie der Diatomeen. Beitr. z. Biologie d. Pflanz., 1911 10.
- Meister F. Die Kieselalgen der Schweiz. Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz, 4, 1. 1912  
1912— Beiträge zur Bacillariaceen-flora Japans. I—II Arch. f. Hydrobiol. und Planktonk. I. 8, 1912—13; II. 9, 1913—14.  
—1922— Zwei bemerkenswerte Formen aus dem fossilen Diatomaceenlager von Achal-zich. Jahresbericht der Russischen Paleontolog. Gesellsch., 4.  
—1924 Diatomées récoltées par R. Ph. Dolfus sur une glace flottante. Bull. d. Museum Nation. l'Hist. Nat., 2 sér., 2, 3.  
1932 Kieselalgen aus Asien. Verlag f. Gebrüder Borntraeger, Berlin.  
1934 Seltene und neue Kieselalgen. Berichte d. Schweiz Botan. Ges., 44.
- Mereschkowsky C. S. Note on Diatoms from Chincha-Guano. Ann. a. Mag. of Natur. Hist., 7, ser. 6. 1900  
1901 A list of californian Diatoms. Ibid., 7, ser. 7.  
1901a Corrigenda to my papers „Note on Diatoms from Chincha-Guano“ and „List of Californian Diatoms“. Ibid., 7, ser. 7.  
1901b On *Okedenia* Eul. Ibid., 7, ser. 8.  
1901c On *Stauronella*, a new genus of Diatoms. Ibid., 7, ser. 8.  
—1901— Diagnoses of new Licmophorae. La Nuova Notarisia. Série 12 et 13.  
—1902

- 1902 Notes sur quelques Diatomées de la Mer Noire. (suivie d'une liste formes observées dans cette mer) Journ. de Botan., 9, 10, 12.
- 1902a Sur un nouveau genre de Diatomée. (Note préliminaire). La Nuova Notarisa, Serie 13.
- 1902b On *Sellaphora*, a new genus of Diatoms. Ann. a. Mag. of Natur Hist., 9, Ser. 7.
- 1902B On the classification of Diatoms. Ibid., 9, Ser. 7.
- 1903 Sur les types des auxospores chez les Diatomées et leur évolution. Ann. d. Sci. Natur. Botan., 8-e série, 17.
- 1903a Über farblose Pyrenoiden und gefärbte Elacoplasten der Diatomeen. Flora. 92.
- 1903b Nouvelles recherches sur la structure et la division des Diatomées. Bull. d. Soc. Natural de Moscou, 17.
- 1903ж Ueber *Placoneis*, ein neues Diatomeen-Genus. Beih. z. Botan. Zentralblatt, 15, 1.
- 1904 Loi de translation des stades chez les Diatomées. Journ. d. Botan., 1, 3.
- Meunier A. Notice sur la florule des neiges et des glâces de la mer de Kara. Campagne arctique du Duc d'Orléans en 1907.
- 1910 Microplancton des mers de Barents et de Kara. Dans: Duc d'Orléans Campagne arctique de 1907, Bruxelles.
- 1913 Microplancton de la mer Flamande. Mem. du Mus. d'Hist. Natur. de Belgique, 7, 2.
- Meyer K. I. Sur l'endemisme de la flore algologique du lac Baical. Revue Algolog, 1925 3—4.
- 1926 Untersuchungen über die Algenflora des Baikalsees. 1. Ueber den Endemismus der Algenflora des Baikalsees. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 44, 7.
- 1929 Ueber die Auxosporenbildung bei *Gomphonema geminatum*. Arch. f. Protistenk., 66, 3.
- Mills F. W. An index to the genera and species of the Diatomaceae and their synonyms 1816—1932. I—III, London.
- 1935
- Minder L. Ueber Auxosporenbildung bei der Planktonbacillariacee *Melosira islandica* var. *helvetica*. Mikrokosmos, 20.
- Miquel P. De la culture artificielle des diatomées. Le Diatomiste I.
- 1892
- 1892— Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. Ann. de Microgr. 4, 1892; 5, 1893; 10, 1898; Le Microgr. prép. 11, 1903; 12, 1904.
- 1904
- 1894 Du rétablissement de la taille et de la rectification de la forme chez les diatomées. Le Diatomiste, II.
- 1894a Des spores des diatomées. Ibid., II.
- 1894b Du noyau chez les diatomées. Ibid., II.
- Mitrophanow P. Beobachtungen über die Diatomeen. Flora, 85.
- 1898
- Moberg E. G. The interrelation between diatoms, their chemical environment, and upwelling water in the sea, of the coast of southern California. Proc. Nat. Acad. Sci., 14.
- 1928
- Möbius M. Notiz über schlauchbildende Diatomeen mit zwei verschiedenen Arten, Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 25.
- 1907
- Mölder K. Die rezente Eunotienflora Finnlands. Ann. Bot. Soc. Zool. Botan. Fenn. 1937 Vanamo, 8, 7.
- 1937a Einige neue Diatomeen aus Finnland und Estland. Ibid., 8, 7.
- 1938 Die rezente Diatomeenflora Estlands. Ibid., 12, 2.
- 1939 Einige neue Diatomeen aus Finnland. Ibid., 11, 3.
- 1943 Studien über die Ökologie und Geologie der Bodendiatomeen in Pojo-Bucht. Ibid., 18, 2.
- 1946 Beiträge zur Kenntnis der rezenten Diatomeen flora von Alland (Ahvenanmaa). Ibid., 21.
- Molisch H. Notiz über eine blaue Diatomee. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 21.
- 1903
- 1905 Ueber den braunen Farbstoff der Phaeophyceen und Diatomeen. Botan. Zeit., 63.
- Müller O. Über den feineren Bau der Zellwand der Bacillariaceen insbesondere des *Triceratium favus* Ehrenb. und der Pleurosigmen. Arch. f. Anat., Physiol. und wiss. Mediz.
- 1871

- 1883 Das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira* (*Orthosira*) *arenaria* Moore. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 1.
- 1885 Bemerkung zu dem Aufsätze Dr. J. H. Flögels, Researches on the Structure of Cell-walls of Diatoms. *Ibid.*, 2, 12.
- 1886 Die Zwischenbänder und Septen der Bacillariaceen. *Ibid.*, 4.
- 1889 Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. *Ibid.*, 7, 4.
- 1893— Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. I—VII. *Ibid.*, I—11, 1893; II—12, 1894; III, IV—14, 1896; V—15, 1897; VI—26a; 1908; VII—27, 1909.
- 1909
- 1895 Über Achsen, Orientierungen und Symmetrieebenen bei den Bacillariaceen. *Ibid.*, 13.
- 1898— Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. I—IV *Ibid.*
- 1901 I—16, 1898; II—17, 1899; III—18, 1900; IV—19, 1901.
- 1903 Sprungweise Mutation bei *Melosiren*. *Ibid.* 21.
- 1906 Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. *Jahrb. f. wiss. Botan.*, 43.
- 1911 Diatomeenreste aus den Turonschichten der Kreide. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 29.
- Munthe H. Preliminary report on the physical geography of the Litorina sea. *Bult. of the Geol. Inst. of Univ. of Upsala*, 2, 1.
- 1895
- Murobuse. Notes on Diatoms found on *Aegagropila sauteri* (Nees) Kütz. *Journ. Japanese Botany* 17, 7.
- 1941
- Murray G. On the reproduction of some marine Diatoms. *Proc. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, 21.
- 1896
- Namyslowsky B. Les microorganismes des eaux bicarbonatées et salines en Galicie—*Bull. d. Acad. d. Sc. d. Cracovie. ser. B.*
- 1914
- 1916 Über unbekannte halophile Microorganismen aus dem Innern des Salzbergwerks Wieliczka.—*Bull. Int. d. Sc. Acad. Cracovie.*
- 1925 Recherches sur l'hydrobiologie de la Pologne.—*Amer. Biol. Lacustre*, 14, 1—2.
- 1925
- Neiswestnova-Shadina K. Zur Kenntnis des rheophilen Mikrobenthos. *Arch. für Hydrobiol.*, 28, 4.
- 1935
- Nelson E. W. On the occurrence of Diatoms on the skin of whales (*Cocconeis ceticola*) *Proc. Roy. Soc. Botan.*, 91.
- 1920
- Nipkow F. Verjüngung und Grössenveränderung des *Stephanodiscus Hantzschii* Grun im Zürichsee. *Mitt. Märkisch. Microbiol. Verein.*, 11.
- 1921
- 1928 Über das Verhalten der Skelette planktischer Kieselalgen im geschichteten Tiefenschlamm der Zürich- und Baldeggersees etc.—*Zeitschr. f. Hydrol.*, 4.
- Noltmann K. *Coccinodiscus* im Binnensee. *Arch. f. Hydrobiol.*, 18.
- 1927
- Okamura K. Some Chaetoceras and Peragallia of Japan. *The Bot. Magaz. Tokyo*, 21.
- 1907
- 1911 Some littoral Diatoms Japan. *Reports of the Imp. Fischer. Inst. Tokyo*, 7, 4.
- Oltmanns F. *Morphologie und Biologie der Algen*. Jena, 1. Aufl. 1904—1905 2. Aufl. 1922—1923.
- 1923
- O'Meara E. Diatomaceae occurring in Chalk. *Natur. Hist. Rev.*, 4 Notices 256, 258.
- 1857
- 1859 Diatomaceae in Chalk. *Ibid.*, 6, 8.
- 1859a On the occurrence of recent Diatoms in the lower tertiaries of Hampshire. *Trans. Dublin. Geol. Soc.*, 8, 8.
- 1874 On Diatomaceae from Spitzbergen. *Microscop. Sci., N. S., Quart. Journ.*, 14.
- Ostenfeld C. H. Phytoplankton from the Caspian Sea. *Videnskabelige Meddelelser fra Naturk. Foren. Kjöbenhavn*.
- 1901
- 1903 Phytoplankton from the sea around the Faeröes. *Bot. of the Faeröes*, 2.
- 1907 Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Kossogol-Beckens in der nord-westlichen Mongolei, mit spezieller Berücksichtigung des Phytoplanktons. *Hedwigia*, 46.
- 1908 The Phytoplankton of the Aral-Sea and its affluents. *Wiss. Ergebn. der Aralsee-Exped.* 8 in *Nachrichten der Turkestan-Abteilung der Russ. Geogr. Ges.*, 4.
- 1909 Notes of the phytoplankton of Victoria Nyanza East Africa. *Bull. of the Mus. of Compr. Zool.*, 52, 10.
- 1909a Immigration of a plankton Diatom into a quite new area within recent years: *Biddulphia sinensis* in the North Sea waters. *Int. Rev. d. Ges. Hydrograph. und Hydrobiol.*, 2.
- 1910 Marine plancton from the East-Greenland sea. Collected during the Danmark

- Expedition, 1906—1908. Danmark-Expeditionen til Grönlands Nordostkyst 1906—1908, 3, 11.—Faertryk af „Meddelelser om Grönland“, 43.
- 1912 A revision of the marine species of *Chaetoceras*. Ehrbg. sect. *simplicia* Ost. Meddelelser fra Komm. Havundersögl., Ser. planct., 1, 10.
- Östrup E. Marine Diatomées fra Oesigroenland. „Meddelelser om Grönland“, 18.
- 1895
- 1908— Beiträge zur Kenntniss der Diatomeenflora des Kossogol Beckens in der nordwestlichen Mongolei. Hedwigia, 48.
- 1909
- 1910 Diatoms from North-East Greenland. Danmark-Exped. t. Grönlands Nord-ost-Kyst 1906—1908, 3, 10.
- 1910a Danske Diatomeer. Kopenhagen.
- 1913 Diatomaceae ex insulis Danicis Indiae occidentalis imprimis A. F. Börgesen lectae. Dansk. Bot. Ark. 1, 1.
- 1918 Marine Diatoms from the coasts of Iceland. The Botan. of Iceland, 2.
- Ott E. Untersuchungen über den Chromatophorenbau der Süßwasser-Diatomaceae und dessen Beziehungen zur Systematik. Zitzungsbericht Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., 109.
- 1900
- Palmer T. C. A new Diatom. Proc. Acad. Nat. Sci., Philadelphia, 62.
- 1910
- 1910a The apparatus of locomotion in *Surirella*. Proc. Delawary County Inst. of Sc., 5.
- 1911 Further notes on Diatoms locomotion. Ibid., 6.
- Palmer T. C. and Keeley F. J. The structure of the Diatom girdle. Proc. Acad. Nat. Sci., Philadelphia.
- 1900
- Pantocsek J. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien Ungarns I—III. I—Marine Bacillarien, 1886; II—Brackwasser Bacillarien, 1889; III—Süßwasser Bacillarien, 1892.
- 1886—
- 1892
- 1902 Die Bacillarien des Balatonsees. Comm. der Ung. Geograph. Gesellsch., 2.
- 1902a Die Bacillarien des Klebschiefers von Kertsch. Verhandl. der Russischen Mineralog. Ges., Zweite Serie, 39 2.
- 1903— Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien Ungarns. I—III, Pozsony.
- 1905
- 1912 Bacillariae lacus Peisonis. Pozsony.
- Pascher A. Ueber die Übereinstimmungen zwischen den Diatomeen, Heterokonten und Chrysomonaden. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 39.
- 1921
- 1924 Zur Homologisierung der Chrysomonadencysten mit den Endosporen der Diatomeen. Arch. f. Protistenk., 48.
- 1932 Ueber das Vorkommen von kontraktile Vakuolen bei pennaten Diatomeen. Beih. Botan. Centralbl., 49, 1.
- Patrick R. A taxonomic and distributional study of some Diatoms from Siam and the Federated Malay States. Proc. Acad. Nat. Sci. of Philadelphia, 83.
- 1936
- 1940 Some new Diatoms from Brasil. Notulae Naturae, 59.
- Pavillard J. Sur les auxospores de deux Diatomées pélagiques. Compt. Rend. Acad. Sci., 139.
- 1904
- 1905 Recherches sur la flore pélagique de l'étang de Thau. Trav. Inst. Botan. Univers. Montpellier.
- 1910 Bacillariales. Progressus Rei. Botan., 3.
- 1911— Observations sur les Diatomées. I—IV. Bull. Soc. Botan. France. I—58,
- 1924 1911; II—60, 1913; III—61, 1914; IV—71, 1924.
- 1916 Flagellés nouveaux épiphytes des Diatomées pélagiques. Compt. Rend. Acad. Sci., Paris, 163.
- 1921 Sur la reproduction du *Chaetoceros Eibenii* Meunier. Ibid., 172.
- Peach E. A. and Drummond J. C. On the culture of the marine diatom *Nitzschia Closterium* f. *minutissima* in artificial seawater. Biochem. Journ. 18.
- 1924
- Pearsall W. H. A theory of diatom periodicity. Journ. Ecol., 11, 2.
- 1923
- Pénard E. Sur la locomotion des Diatomées. Bull. herb. Boiss., 2 série. 7.
- 1907
- Peragallo H. Monographie du genre *Pleurosigma* etc. Le Diatomiste, 1.
- 1891
- 1892 Monographie du *Rhizosolenia* et de quelques genres voisins. Le Diatomiste, 1.
- 1897 Catalogus general des Diatomées. Clermont-Ferrand.
- 1904— Sur la question des spores de diatomées. Bull. Stat. Biol. d'Arcachon. Trav. des laborat., 7.
- 1905
- 1906 Sur l'évolution des Diatomées. Ibid., 9.

- 1907 Sur la division cellulaire du *Biddulphia mobilensis*. *Ibid.*, 10.
- Peragallo H. et M. Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins.  
1897— Grez-sur-Loing.  
—1908
- Peragallo M. Première note sur les Diatomées marines de Monaco. *Bull. du Mus.*  
1904 Océanogr. de Monaco.  
1911 Diatomaceae marinae. *Botan. und Zool. Ergebn.*, Wien.  
1920 Diatomées du Pont-du-Gail près de S-Clement. *Bull. de la Soc. Géol.*  
de France, 20, 4 ser.
- Perfiliew B. Die microzonale Methode als Grundlage lymnologischen Untersuchungen  
1931 in der Typologie und Geochronologie der Seen, und ein neuer Apparat für  
Schlammbohrungen vom Bode auf grosse Tiefen (Kolbenbohrer Perfiliew).  
Congress international de Oceanographia, Hydrographia et Hydrologia Conti-  
nental de Sevilla. Madrid, 1—7.
- Persidsky B. M. The development of auxospores in the group of Central (Bacil-  
1930 lariaeae). *Zeitschr. Botan.*, 22, and *Botan. Centralbl. N. S.*, 17.  
1935 The sexual process in *Melosira varians*. *Beih. Botan. Centralbl.* 53, 1.
- Petersen J. B. Studier over danske aerophile Alger. *Mem. Acad. Roy. Sc. Lett.*  
1915 Danemark, 7 ser., 12, 7.  
1924 *Freschwater algae from the North-Coast of Greenland. Den II thulle Eksp.*  
til Grönl. Nordk. 1916—18, 13.  
1928 The aerial algae of Iceland. *The Botan. of Iceland*, 2, 8.  
1930 Algae from O. Olufsen's second Danish Pamir expedition 1898—1899.  
*Dansk. Bot. Arkiv*, 6.  
1932 The algal vegetation of Hammer Bakker. *Botanisk Tidsskrift*, 42, 1.  
1935 Studies on the Biology and Taxonomy of Soil Algae. *Dansk. Botan. Ark.*,  
8, 9.  
1938 *Fragilaria intermedia*—*Synedra Vaucheriae*? *Särtryck af Botan. Notiser.*  
1943 Some halobion spectra (Diatoms). *Det. Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Biol.*  
*Meddel.*, 17, 9.  
1946 Algae collected by Eric Hulten on the Schweden Kamtchatka Expedition  
1920—22, especially from hot springs. *Ibid.*, 20, 1.
- Petit P. An essay on the classification of the Diatomaceae. *Transaction Roy. Microsc.*  
1877 *Soc.*, 18.  
1877a La dessiccation fait-elle perir les Diatomées. *Bull. Soc. Botan. France*, 24.  
1890 Diatomées nouvelles et rares observées dans les lignites de Sendai (Nord du  
Japon). *Journ. de Micrographie*, 25 Janvier.
- Pfitzer E. Die Bacillariaceen (Diatomeen) in A. Schenk, *Handbuch d. Botan.*, 2.  
1882
- Pia J. Upper Triassic fossils from the Birma-Siamese Frontier. *Records Geological*  
1930 *Survey of India*, 63, 1.  
1931 *Plantae fossilis. Vollässische Diatomeen?* *Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. und*  
*Paläontol.*, 3, 1.
- Printz W. et van Ermengen E. Recherches sur la structure de quelques diatomées  
1883 contenues dans le „Cementstein“ du Jutland. *Ann. Soc. Belge du Microsc.*, 8.
- Provazek S. *Synedra hyalina* eine apochlorotische Diatomee. *Österr. Botan. Zeitschr.*, 50.  
1900
- Rabenhorst L. *Flora Europaea algarum aque dulcis et submarinae*. Leipzig.  
1864—  
—1868
- Ranson G. Observations sur *Navicula ostrearia* Bory, origine du verdissement de  
1928 huitres. *Revue Algolog.* 3.  
1935 Le déterminisme de la fixation saisonnière de *Navicula fusiformis* Grun.  
(*N. ostrearia* Bory) sa culture expérimentale en ostréiculture. *Compt. Rend.*  
*Séanc. Acad. Sci.*, 201.
- Ratray F. A. Revision of the genus *Coscinodiscus* Ehrb. and of some allied genera.  
1889 *Proc. Roy. Soc. Edinburgh*, 16.  
1890 A revision of the genus *Actinocyclus* Ehrb. *Journ. Quecket, Microsc. Club*.
- Reinhard L. W. Zur Morphologie und Systematik der Bacillarien. *Botan. Zeit.*, 39.  
1875  
1882 Zur Kenntniss der Bacillariaceen des Weissen Meeres. *Bull. Soc. Nat. Moscou*, 571.
- Reinhold T. Fossil Diatoms of the neogene of Java. *Verhandl. v. h. Geologische*  
1937 *mijnbouwverandig Genootschap. v. Nederland en Kolonien, Geologisch. Ser.*  
DI, 1.
- Richter Oswald. Reinkulturen von Diatomeen. *Ber. Deutsch. Botan. Ges.*, 21.  
1903

- 1906 Zur Physiologie der Diatomeen I. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien., Mat.-naturw. Kl. 115, Abt. 1.
- 1909 Idem. II Die Biologie der *Nitzschia putrida* Benecke. Denkschrift Acad. Wiss. Wien, Mat.-naturw. Kl., 84.
- 1909a Idem III Über die Notwendigkeit des Natriums für braune Meeresdiatomeen. Sitzungsber. Acad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., 118, Abt. 1.
- 1911 Die Ernährung der Algen. Mon. u. Abh. Intern. Revue, 2.
- Rothpletz A. Radiolarien, Diatomaceen und Sphaerosomatiten im silurischen Kiesel-schiefer von Longenstriege in Sachsen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 32.
- 1880 Über die Fylsch-Fucoiden und einige andere fossile Algen, sowie über liassische, Diatomeen führende Hornschwämme. Ibid., 48.
- 1896 Über einen neuen jurassischen Hornschwamm und die darin eingeschlossenen Diatomeen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., 52.
- Rouppert K. Über zwei Planktondiatomeen (*Chaetoceros Zachariasii* und *Attheya* 1913 *Zachariasii*). Bull. Acad. Sc. Cracovie, Cl. Sc. Math. Nat., ser. B.
- Sauvageau C. A propos de la présence de la Diatomée bleue dans la Méditerranée. 1906 Trav. Stat. Biol. d'Arcachon, 9.
- 1907 Le verdissement des huîtres par la Diatomée bleue. Ibid., 10.
- 1908 Les huîtres de Marennes et la Diatomée bleue. Bordeaux.
- Scherffel, A. Endophytische Phycomyceten-parasiten der Bacillariaceen und einige 1925 neue Monaden. Arch. f. Protistenk., 52, 1.
- Schiller J. Ein neuer Fall von Mikrosporenbildung bei *Chaetoceros Lorenzianum* Grun. 1909 Ber. Deutsch. Botan. Ges., 27.
- Schmidt A. Atlas der Diatomaceenkunde. Fortgesetzt von A. Schmidt, Fr. 1874—Fricke, O. Müller, H. Heiden und Fr. Hustedt. Heft 1—104, —1937 Taf. 1—416, Aschersleben, Leipzig.
- Schmidt P. Morphologie und Biologie der *Melosira varians* mit einem Beitrag zur 1923 Mikrosporenbildung. Internat. Revue d. Hydrobiol., u. Hydrographie, 11.
- 1927 Ist die scharfe Trennung zwischen centrischen und pennaten Diatomeen haltbar? Ibid., 17.
- 1927a Weiteres über die Fortpflanzung der Diatomée *Biddulphia sinensis* etc Ibid., 18.
- 1923 Sind die „Mikrosporen“ Diatomeengameten oder Parasiten, etc? Ibid., 19.
- 1929 Beiträge zur Karyologie und Entwicklungsgeschichte der centrischen Diatomeen. Ibid., 21.
- 1931 Die Reduktionsteifung bei der Mikrosporenbildung von *Coscinodiscus apiculatus*, Ehrb. etc. Ibid., 25.
- 1933 Neue Ergebnisse zur Biologie und Karyologie der *Biddulphia sinensis* Greville. Flora, 128.
- Schönfeldt H. von. Diatomaceae Germaniae. Berlin. 1907
- 1913 *Bacillariales (Diatomeae) in Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*. A. Pascher. 10, 1 Aufl.
- Schreiber E. Ueber Reinkulturversuche und experimentelle Auxosporenbildung bei 1931 *Melosira nummuloides*. Arch. f. Protistenk., 73.
- Schröder B. *Attheya*, *Rhizosolenia* und andere Planktonorganismen, etc. Ber. Deutsch. 1897 Botan. Ges., 15.
- 1902 Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen. Verh. d. Naturhist.-N. F., 7.
- 1916 *Melosira Roeseana* Rabenh., eine „leuchtende“ Bacillariacee. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 34.
- Schröter C. und Vogler P. Variationsstatistische Untersuchungen über *Fragilaria* 1901 *crotonensis* Kitt. im Plankton des Zürichsees in den Jahren 1896—1901. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 46.
- Schulz P. *Fragilaria exigua* (W. Sm) Lemm, ein Beitrag zum Variabilitätsvermögen 1920 der Bacillariaceen. Arch. f. Hydrobiol., 12.
- 1926 Die Kieselalgen der Danziger Bucht mit Einschluss derjenigen aus glazialen und postglazialen Sedimenten. Botan. Arch., 13, H. 3—4.
- 1927 Diatomeen aus norddeutschen Basaltuffen und Tuffgeschieben. Zeitschr. f. Geschiebeforschung, 3.
- 1928 Süß- und Brackwasserdiatomeen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pommerelen. Ber. Westpreuss. Bot.-Zool. Ver., 50.
- 1928a Beiträge zur Kenntnis fossiler und rezenter *Silicoflagellaten*. Botan. Arch., 21.
- 1929 Ueber Zellteilung und Dauersporenbildung der Diatomeengattungen *Attheya* und *Rhizosolenia*. Ibid., 24.

- 1930 Zur Auxosporenbildung von *Thalassiosira baltica* (Grun) Ostenfeld. Ber. Westpreuss. Bot.-Zool. Ver. 52.
- 1935 Diatomeen aus senonen Schwammgesteinen der Danziger Bucht. Botan. Arch., 37, 3.
- Schussnig B. Bemerkungen zu einigen adriatischen Planktonbacillarien. — Akad. Wiss. Math.-nat. Kl. Abt. 1, 5, Wien.
- Schütt F. Auxosporenbildung von *Rhizosolenia alata*. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 4, 1, 1886
- 1889 Über die Auxosporenbildung bei der Gattung *Chaetoceras*. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 7.
- 1893 Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Entwicklungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 11.
- 1896 Bacillariales in Engler-Prantl, 1 Aufl., 1, Abt. b., Leipzig.
- 1899 Centrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma. Pringsh. Jahrb. f. Wiss. Botan., 33.
- 1899a Ein neues Mittel der Kolonienbildung bei Diatomeen und seine systematische Bedeutung. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 18.
- 1900 Zur Porenfrage bei Diatomeen. Ibid., 18.
- 1900a Centrifugale und simultane Membranverdickungen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., 35.
- 19006 Die Erklärung des centrifugalen Dickenwachstums der Membran. Botan. Zeit., 2.
- Selk H. *Coscinodiscus*-Microsporen in der Elbe. Ber. Deutsch. Botan. Ges., 30, 1912
- Shrubssole W. H. and Kitton F. The Diatoms of the London Clay, with a list of species and remarks by F. Kitton. Journ. Roy. Microsc. Soc., 1, ser. 2, 1881
- Siddal J. D. Notes on the lifehistory of some marine Diatoms from Bournemouth, 1912
- Ibid., 32.
- Silva A. A. Notas sobre as Diatomáceas fósseis da Região de Rio-Maior. Boll. Soc. Brot., 19, 2<sup>a</sup> serie, 1945
- Diatomáceas fósseis de Portugal. Boll. d. Soc. Geolog de Portugal. 6, 1946
- Skvortzow B. W. Beiträge zur Kenntniss der Mandschurischen Diatomaceen. Nuova Notarisia, 36, 1925
- Einige Süßwasseralgen aus Tobolsk (Sibirien). Hedwigia, 67, 1927
- 1927a On some algae from Sorei lake, Sumatra. The Journ. of Botany, 65.
- 19276 Freshwater algae and phytoplankton of the lakes and rivers of the Zaisan district, Altai Mountains, Siberia Ibid., 65.
- 1927B Phytoplankton from Siberia. The Journ. of Botany British and foreign, 69.
- 1928 Ein Beitrag zur Bacillariaceen-Flora der nordöstlichen Mongolei. Hedwigia, 68.
- 1928a Diatoms from Khingan, North Manchuria, China. The Philippine Journ. of Sci., 35, 1,
- 19286 Ueber das Phytoplankton des Ziasansee, Südsibirien. Arch. f. Hydrobiol., 19.
- 1928B On some freshwater algae from Ceylon, collected by W. I. Lipsky in 1908. Ann. of the Roy. Botan. Gard., Peradeniya, 11, 1.
- 1928— Diatoms from ponds of Peking. Peking Soc. of Nat. Hist. Bull., 3.
- 1929
- 1929 Marine diatoms from Dairen, South Manchuria. The Philippine Journ. of Sci. 38, 4.
- 1929a On some Diatoms from Seiko Lake of Chosen, Japan. Journ. Chosen Nat. Hist. Soc., 8.
- 19296 Freshwater diatoms from Amoy, South China. The China Journ. 11, 1.
- 1929B On some marine Diatoms from siberian shore of Japanese sea. Botan Magazine, 43, Tokyo.
- 1929g Fresh-water Diatoms from Korea, Japan. The Philippine Journ. of Sci., 38, 3.
- 1929d Alpine Diatoms from Fukien province, south China. Ibid., 41, 1.
- 1930 Diatoms from Dalai-Nor lake, eastern Mongolia. Ibid., 41, 1.
- 1930a Notes on Ceylon Diatoms. I. Ann. of the Royal Botan. Gard., Peradeniya, 11, 3.
- 1931 Plankton Diatoms from Vladivostok bay. The Philippine Journ. of Sci., 46, 1.
- 1931a Phytoplankton from Siberia. I. From the Akmolinsk lake. II. From the Altai mountains of Siberia. III. From the Amur river. The Journ. of Bot., 69, 818 and 819.
- 19316 Pelagic Diatoms of Korean strait of the sea of Japan. The Philippine Journ. of Sci., 46, 1.

- 1932 Marine littoral Diatoms from environs of Vladivostok. *Ibid.*, 47, 1.  
 1932a Marine Diatoms from Formosa strait. *Ibid.*, 47, 1.  
 1932b Marine Diatoms from the Kanazawa Oyster Experimental Station of Japan. *Ibid.*, 47, 1.  
 1932b Diatoms from the bottom of the Sea of Japan. *Ibid.*, 47, 1.  
 1937 Bottom Diatoms from Olhon gate of Baikal lake, Siberia. *Ibid.*, 62, 3.  
 Skvortzov B. W. et Meyer K. I. A contribution to the Diatoms of Baikal lake. *Proc. of the Sungaree river Biolog. Stat.*, 1, 5.  
 Small J. Quantitative Evolution. VII The Diatoms. *Proc. Roy. Soc. Edinb.* lxii, 128.  
 1945  
 1946 Quantitative Evolution. VIII. Numerical analysis of tables to illustrate the geological history of species-number in Diatoms; an introductory summary. *Proc. Roy. Irish. Acad.*, 51, sect. B, 4.  
 Smith W. A. A Synopsis of the British Diatomaceae. I—II. London.  
 1853—1856  
 Sprenger E. Ein Beitrag zur Kenntnis der Diatomeen Flora von Böhmen. „*Lotos*“, 74.  
 1926  
 1930 Bacillariales aus den Thermen und der Umgebung von Karlsbad. *Arch. f. Protistenk.*, 71, 3.  
 1931 Zur Bacillariaceen Vegetation im Alaunsee bei Komotau in Böhmen. *Beih. z. Botan. Centralbl.*, 48, 2.  
 1931a Ein Beitrag zur Kenntnis der Kieselalgenflora des Bezirkes Komotau. *Deutsch. Bez.-Lehr. in Komotau*, 1, 6.  
 Stanbury F. A. The effect of light of different intensities, reduced selectively and nonselectively upon the rate of growth of *Nitzschia Closterium*. *Journ. Marine Biol. Assos. Plymouth*, 17, 3.  
 Standel A. G. Remains of Diatom algae in the crystals of Iceland-spar. *Compt. Rend. Acad. Sc. de l'URSS*, 25, 2.  
 Stockmayer S. Algae. Bacillariae. In Handl-Mazzetti „*Ergebnisse einer botanischen Reise in das Pontische Randgebirge im Sandschak Trapezund*. *Ann. des K. K. Naturhistor. Hofmuseum*, 23.  
 Stolley E. Über Diluvialgeschiebe und des Alter der Molerformation Iütlands etc. *Arch. f. Anthr. u. Geol. Schlesw.*, Holst, 3, 2.  
 Sundelin U. Über die spätquartäre Geschichte der Küstengegenden Ostergothlands und Smälands. *I. Bull. Geol. Inst. Upsala Univ.*, 16.  
 Swirenko D. O. Ueber die hydrobiologische Expedition auf den Südlichen Bug im Sommer, 1926. *Atti del Congr. Internat. di Limnologia teor. ed applic.* 1927, Roma.  
 Tafall O. La auxosporulation en *Bacteriastrum hyalinum* Lauder. *Bol. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*, Madrid.  
 Taylor F. B. Notes on Diatoms. An introduction to the study of the Diatomaceae. Bournemouth, England.  
 Tempère J. Recherches et récolte des Diatomées: I. Diatomées fossiles. „*Le Diatomist*“, 1, 1891; II. Technique de diatomées, *ibid.*, 2, 1896.  
 —1896  
 Tempère et Peragallo. Diatomées du monde entier I et II. 2 edit, Paris.  
 1915  
 Thayer L. A. Bacterial genesis of hydrocarbons from fatty acids. *Bull. Americ. Assoc. Petrol. Geol.*, 16.  
 Tilden J. E. The algae and their life relations. *Fundamentals of Phycology*. Oxford. 1935 Univ. Press.  
 Tolman C. F. Biogenesis of hydrocarbons by Diatoms. *Econ. Geol.* 22, 5.  
 1927  
 Tolman C. F. and others. Diatoms as a source of petroleum. — *Americ Petroleum* 1927—1930 *Inst. Bull.* 8, 20, 1927; 8, 54, 1927; 9, 53, 1928; 10, 55, 1929; 11, 53, 1930.  
 Torka V. Diatomeen Studien. *Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg*, 70.  
 1928  
 Truan L. A. und Witt O. Die Diatomaceen der Polycystinenkreide von Jérémie in Hayti (West Indien). *Botan. Centralbl.*, 36.  
 Tsumura K. Notes on *Climacospheonia moniligera*. *Journ. Japan. Botany*, 11.  
 1935  
 Uspensky E. E. Eisen als Faktor für die Verarbeitung niederer Wasserpflanzen. *1927 Pflanzenforschung*, 9.  
 Van Heurck Henri. Synopsis des Diatomées de Belgique. Anvers.  
 1880—1885  
 1890 Structure of Diatom valves. *Journ. Roy. Microsc. Soc.*, 2, 10.

- 1896 A treatise on the Diatomaceae. Translated by Wynne E. Baxter, London.
- 1898 Médiams pour l'étude de Diatomées, Zeitschr. f. angew. Microsc., 3.
- 1899 Traité des Diatomées, Anvers.
- 1909 Diatomées. Expédition antarctique Belge. Résultats du voyage du S. V. Belgica en 1897-1898-1899, Anvers.
- Vogler P. Bisherige Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Planktondiatomeen. Forschungsber. Biolog. Stat. Plön, 12.
- 1905
- Voigt M. Über eine Gallerthaut bei Asterionella gracillima Heib und Tabellaria fenestrata var. asterionelloides Grun etc. Biolog. Zentralbl., 21.
- 1901
- Wagner J. Beiträge zur Kenntnis der Nitzschia putrida Benecke etc. Arch. Protistenk., 82.
- 1934
- Wallner J. Diatomeen als Kalkbildner. Hedwigia, 75, 3.
- 1935
- Weinzierl F. I. Ein neues Einschlussmittel für Diatomeen. Microkosmos, 1919—1920
- Weisse J. F. Microscopische Analyse eines organischen Polierschiefers aus dem
- 1854 Gouvernement Simbirsk. Bull. Acad. Imp. Sci. St.-Petersbourg, 2, und Mélange biol. 2.
- 1860 Die Diatomaceen des Bodenschlammes von Arensburg und Hapsal, wie auch des sogenannten Mineralschlammes der Soolen-Badeanstalt in Staraja Russa. Bull. Acad. Imp. Sci. St.-Petersbourg, 1.
- 1862 Nachträgliche Bemerkungen in Betreff der Diatomaceen, welche sich im sogenannten Mineralschlamm von Staraja Russa befinden. Ibid., 4.
- 1864 Diatomaceen des Ladoga-Sees. Ibid., 8.
- 1865 Fernere Untersuchungen von Grundproben aus dem Ladoga-See auf Diatomaceen. Ibid., 5.
- Went F. W. Microsporenyörming bij Chaetoceras. Nederl. Kruidkund. Arch. p. 75. 1924—1925
- Wentzel J. Die Flora der tertiären Diatomeen. Sitz-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. (Wien). 1881 Math.-Nat. Cl., 83.
- Werestschagin G. J. Vorläufige Betrachtungen über den Ursprung der Fauna und 1928 Flora des Bajkalsees. Compt. Rend. l'Acad. Sc. de l'URSS.
- Wertebnaja P. I. Ueber eine relikte Algenflora in den Seeablagerungen Mittelruss- 1929 lands. Arch. f. Hydrobiol., 20, 1.
- West G. S. Algological Notes. XI. Resting-spores of Surirella spiralis Kütz. Journ. of 1912 Botan., 50.
- 1916 Bacillarieae (Diatoms). In „Algae“, Cambridge Botanical Handbooks. Cambridge. University Press.
- Wiedling S. Experimental Colonificence of Nitzschia Kützingiana var. exilis Grun. 1940 Botan. Notiser, 4.
- 1940a Kultur av Kieselalger. Medlemsbl. för Biologilärarnas. Fören., 6.
- 1941 Cultivation of Nitzschia. Botaniska Notiser, 1.
- 1941a A skeleton-free Diatoms. Ibid 1.
- Wiesner H. Diatomées dans le Crétacé supérieur de la Bohême. Ann. d. Protistologie, 5. 1936
- Willer A. Variationsformen von Cocconeis placentula Ehrb. „Schrift f. Süßwasser“, 10. 1923
- 1923a Der Aufwuchs der Unterwasserpflanzen. Verh. Internat. Ver. Limnol., 1.
- Wilson O. T. The colonial development of Navicula rhombica Greg. Amer. Journ. 1929 Botan., 16.
- Wislouch S. M. Beiträge zur Diatomeenflora von Asien. I. Die Diatomeen des 1923— Balchasch-Sees. Bericht. Deutsch. Bot. Gesell., 41, 8, 1923. II. Neuere —1924 Untersuchungen über die Diatomeen des Baikal-Sees. Ibid., 42, 4, 1924.
- 1924 Beiträge zur Biologie und Entstehung von Heilschlamm der Salinen der Krim. Acta Soc. Botan. Poloniae, II, 2.
- Wislouch S. M. et Kolbe R. W. Nouvelles Diatomées des bassins de la Russie Journ. 1916 de Mikrobiol., 3, 1.
- Wisselingsh C. Die Kernteilung bei Eunotia major Rabenh. Flora, 105. 1913
- Witt O. N. Über den Polierschiefer von Archangelsk-Kurojedovo in Gouv. Simbirsk 1886 Verh. d. Russ. Mineral. Ges., ser. 2, 22, St.-Petersburg.
- Woronichin N. N. Zur Biologie der bitter-salzigen Seen in der Umgebung von 1926 Pjatigorsk (nördl. Kaukasus). Arch. f. Hydrobiol., 17, 4.
- Yendo K. and Akatsuka K. Asexual mode of auxospore-formation of Arachnoidiscus Ehrenbergii Bail. Botan. Magaz., 24, Tokyo. 1910
- Yendo K. and Ikari J. Auxospore-formation of Chaetoceros debilis Cleve. Botan.

- 1918 *Magaz.*, 32, Tokyo.
- Zacharias O. Mitteilungen über Atteya Zacharias Brun und Rhizosolenia longiseta.  
1898 *Zach. Biolog. Zentralbl.*, 8, 5.
- 1905 *Rhizosolenia curvata mihi*. *Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk.*, 1.
- Zanon V. Diatomee rinvenute in una pretesa ambra di Bengasi. *Atti della Pontificia Acad. delle Sci.*, Anno 80.  
—1927  
1929 Diatomee triassiche. *Atti Pont. Akad. Sc. Nuovi Lincei*, Anno 32, sess. 7.  
1930 Diatomee permiane dell'Africa Australe. *Boll. dalla Soc. Eustach. Camer.* Anno 28, 2—3.
- 1930a Diatomee del Permiano e del Carbonifero. *Memoria Pont. Acad. Sc. Nuovi Lincei*, ser. 2, 14.
- Zanon V. e Ruffi R. Le Diatomee del Carbonfossile. *Ibid*, ser. 2, 11.
- 1928
- Zobell C. E. The assimilation of ammonium nitrogen by *Nitzschia closterium* and other marine phytoplankton. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 21.  
1935
-

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

|   |    |
|---|----|
| Предисловие . . . . .   | 5  |
| Часть первая  |    |
| ОБЩАЯ   |    |
| Глава I. Общая характеристика диатомовых водорослей. <i>А. И. Прошкина-Лавренко</i> . . . . .   | 9  |
| Глава II. Морфология клетки диатомовых водорослей. <i>А. И. Прошкина-Лавренко</i> . . . . .     | 10 |
| 1. Строение панцыря . . . . .   | —  |
| 2. Детальная структура панцыря . . . . .  | 17 |
| 3. Дополнительные образования панцыря . . . . .   | 29 |
| 4. Полиморфизм и уродливые формы панцыря . . . . .  | 34 |
| 5. Пектиновая оболочка . . . . .  | 35 |
| 6. Протопласт . . . . .   | 36 |
| Глава III. Биология диатомовых водорослей. <i>А. И. Прошкина-Лавренко</i> . . . . .             | 40 |
| 1. Движение . . . . .   | —  |
| 2. Деление . . . . .  | 41 |
| 3. Образование аукоспор . . . . .   | 44 |
| 4. Микроспоры . . . . .   | 46 |
| 5. Покоящиеся стадии . . . . .  | 47 |
| 6. Образование колоний . . . . .  | 48 |
| Глава IV. Физиология и экология диатомовых водорослей. <i>А. И. Прошкина-Лавренко</i> . . . . . | 52 |
| 1. Питание . . . . .  | —  |
| 2. Экологические факторы . . . . .  | 54 |
| 3. Экология диатомовых водорослей . . . . .   | 62 |
| Глава V. Методика полевых исследований. <i>В. С. Шешукова</i> . . . . .                         | 80 |
| 1. Сбор материала по современным диатомовым . . . . .   | —  |
| 2. Сбор материала по ископаемым диатомовым . . . . .  | 85 |
| Глава VI. Камеральная обработка. <i>В. С. Шешукова</i> . . . . .                                | 87 |
| 1. Техническая обработка современных диатомовых . . . . .                                       | —  |
| 2. Техническая обработка ископаемых материалов . . . . .  | 91 |
| 3. Среды для заключения панцрей диатомовых водорослей . . . . .                                 | 95 |
| 4. Приготовление постоянных препаратов, этикетировка и микроскопирование . . . . .              | 96 |
| 5. Оформление результатов диатомового анализа . . . . .   | 98 |

## Часть вторая

## ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКАЯ

|   |     |
|---|-----|
| Глава I. О сохранности диатомовых водорослей в ископаемом состоянии. А. П. Жузе . . . . . | 103 |
| Глава II. К вопросу о палеозойских диатомовых. А. П. Жузе . . . . .                       | 104 |
| Глава III. Диатомовые мезозойских отложений. А. П. Жузе . . . . .                         | 109 |
| I. Диатомовые меловых отложений . . . . .   | —   |
| 1. Нижнемеловые диатомовые . . . . .  | —   |
| 2. Верхнемеловые диатомовые . . . . .   | —   |
| Заключение . . . . .  | 112 |
| Глава IV. Диатомовые третичных отложений. А. П. Жузе . . . . .                            | 114 |
| I. Диатомовые палеогена . . . . .   | —   |
| 1. История изучения . . . . .   | —   |
| 2. Диатомовые палеоцена . . . . .   | 117 |
| 3. Диатомовые эоцена . . . . .  | 123 |
| 4. Диатомовые олигоцена . . . . .   | 134 |
| Заключение . . . . .  | 142 |
| II. Диатомовые неогена . . . . .  | 145 |
| 1. История изучения . . . . .   | —   |
| 2. Диатомовые миоцена . . . . .   | —   |
| 3. Диатомовые плиоцена . . . . .  | 150 |
| Заключение . . . . .  | 152 |
| Глава V. Диатомовые четвертичных отложений. В. С. Шешукова . . . . .                      | 153 |
| I. Диатомовые межморенных отложений . . . . .   | —   |
| 1. Диатомовые морских межморенных отложений . . . . .                                     | —   |
| 2. Диатомовые континентальных межморенных отложений . . . . .                             | 159 |
| Заключение . . . . .  | 162 |
| II. Диатомовые поздне- и послеледниковых отложений . . . . .                              | 166 |
| Заключение . . . . .  | 180 |
| Глава VI. Принципы диатомового анализа. А. П. Жузе и В. С. Шешукова . . . . .             | 184 |
| Приложения. Составлены А. И. Прошкиной-Лавренко   |     |
| Терминологический словарь . . . . .   | 189 |
| Цитированная геологическая литература . . . . .   | 194 |
| Русская литература по диатомовым водорослям . . . . .                                     | 195 |
| Иностранная литература по диатомовым водорослям . . . . .                                 | 215 |



Редактор *А. И. Прошкина-Лавренко*

Технический редактор *С. Д. Водолагина*

Сдано в набор 31/VIII 1948 г.

Подписано к печати 19/IV 1949 г.

Формат 70 × 108<sup>1/16</sup>

А 01773 Печ. листов 15

Тираж 1000

Учетно-издат. лист. 21,4

Заказ 4059

4-я типография им. Евг. Соколовой Главполиграфиздата при Совете Министров СССР,  
Ленинград, Исамайловский пр., 29.

ОПЕЧАТКИ

| Страница | Строка    | Напечатано       | Следует читать   |
|----------|-----------|------------------|------------------|
| 57       | 20 снизу  | озера            | не читать        |
| 69       | 14 сверху | пресная          | пестрая          |
| 99       | 5 снизу   | Ниже             | Выше             |
| 117      | 2 "       | Чаис             | Часы             |
| 134      | 18 "      | Плым             | Пелым            |
| 167      | 17 сверху | разрушенцем      | разрешением      |
| 170      | 9 снизу   | последнедниковые | позднеледниковые |

2 p. 75 r.

18940