

ПОСЛЕЛЕДНИКОВАЯ ИСТОРИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ ЛЕНИНГРАДА

К. К. МАРКОВ и В. С. ПОРЕЦКИЙ

Последняя страница геологической истории окрестностей Ленинграда является в последние годы предметом тщательного изучения. Встречающиеся здесь молодые отложения большей частью связаны с эволюцией Балтийского моря в послеледниковое время. Так как эта эволюция изучена с исключительной полнотой, Балтийское море становится своего рода хронометром, по которому определяется время тех или иных геологических событий на весьма обширной территории (напр., северной половины Европейской части Союза). Сверх того методика изучения отложений послеледникового Балтийского моря производится при помощи применения ряда новых и особенно точных методов, как-то: пылецевого, геохронологического и других. Таким образом, окрестности Ленинграда могут и должны стать своего рода „опытным участком“ разработки и предварительной проверки новых геологических методов, вновь и вновь привлекая к себе внимание исследователей.

Настоящая статья, в самом кратком виде, знакомит с результатами последних исследований авторов в этом районе, подробно изложенными в специальных работах.

Цикл интересующих нас событий начинается с постепенного растаивания покрова льда последнего ледникового периода.

Для суждения о процессе стаивания ледникового покрова существуют многочисленные признаки в виде конечных морен, озов, камов и ленточных отложений, генетически тесно связанных с ледником. Ленинград расположен в низине, примыкающей с обеих сторон к р. Неве. Она тянется узкой полосой вдоль южного берега Финского залива и ограничена с юга приподнятым до высоты 150 м н. ур. моря и плоским силурийским плато. С севера низина также ограничена возвышенностью, по южному краю которой располагаются высоты сел. Токсово и Юкки. Эта возвышенность занимает всю среднюю часть Карельского перешейка, достигая абсолютной высоты около 200 м. Изучение строения этих возвышенностей приводит к выводу, что они доледникового возраста.

Нетрудно заметить, что распределение ледниковых форм рельефа и отложений находится в зависимости от неровностей доледникового рельефа:

1) В понижениях доледникового рельефа и, в частности, — ближайших окрестностях Ленинграда мы встречаем хорошо выраженные конечные морены, озы и типичные, ясно-слоистые ленточные отложения. Конечные морены образуют местами характерный конечно-моренный ландшафт, представленный сериями невысоких, часто дугообразных конечноморенных валов, сложенных валунами суглинком, сильно обогащенным валунами.

2) Доледниковые возвышенности заняты другими формами рельефа — камами. Они образуют обширные комплексы характерных куполообразных холмов, венчающих высоты средней части Карельского перешейка (Токсово) водораздел между Финским заливом и Ладожским озером (Колтушская камовая возвышенность) и водораздел Невы — Волхов (Кирсинская камовая возвышенность).

Ленточные отложения Принервской низменности, при помощи геохронологического метода („Природа“, № 9, 1927) позволяли восстановить положение края ледника в период его отступления из Приневской низменности; он образовывал два языка, концами направленные навстречу друг другу со стороны Финского залива и Ладожского озера. Третий, обособленно расположенный язык, занимал понижение низовьев р. Ковашь (Ковашский язык) и четвертый — р. Луги (Лужский язык). Фронт ледника между двумя Невскими языками образовывал петлю, в которой лежал район Токсовских и Колтушских камов. Суженное отверстие петли располагалось вблизи современных Невских порогов. Всего лет на 30 раньше оба языка сходились своими концами, и в это время вся южная половина Карельского перешейка с расположенными в ней камами представляла обширную внутриледниковую проталину. В том же убеждает нас морфология камов. Все они образуют характерные круглые, но закругленные, осложненные нишеобразными и воронкообразными углублениями склоны ледникового контакта. Эти склоны (см. подробнее „Природа“, № 5, 1931) образуются, как видно из названия, непосредственно на контакте с ледниковым краем, к которому по мере накопления прислонялись камовые пески. Но склоны ледникового контакта непрерывным кольцом окружают камовые массивы. Следовательно, край ледника также имел вид кольца. Иначе говоря, камы в момент образования располагались не у, а внутри ледникового покрова, во внутриледниковых проталинах и частью, верно под толщей льда. Таким образом, мы находим подтверждение вывода, полученного геохронологическим путем. Отчего же камы приурочены к возвышенностям доледникового рельефа, где поверхностное таяние ледника привело к более раннему стаиванию толщи льда и образованию проталин?

1) В понижениях доледникового рельефа в толще льда сохранилось поступательное движение и „отступление“ края ледника являлось лишь следствием перевеса поверхностного таяния над эффектом этого наступательного движения. Рельеф здесь наиболее способствовал сохранению в прикравной части ледника активного состояния, так как не образовывал препятствий для поступательного движения.

2) На повышениях и в дистальном направлении от них, напротив, движение льда встречало на своем пути преграды в виде доледниковых возвышенностей. Здесь образовались поэтому участки мертвого, т. е. лишнего поступательного движения льда. Поверхностное таяние, действовавшее с той же силой как и в понижениях, приводило к утончению шапки льда, не восполнявшегося новыми его притоком. Покров льда проталивал до основания в то время, когда край льда лежал еще в дистальном направлении от этих проталин. Проталины забивались песком, приносившимся тальными ледниковыми водами и насыпавшимся в виде камов. Поверхностное таяние вело к постепенной концентрации моренного матерьяла в верхнем горизонте ледникового покрова. Накоплялся защитный слой песчано-глинистого осадка, превращавшего участки мертвого льда в погребенный лед. Таянием последнего и оседанием кровли осадка образовывались воронкообразные котловины, характеризующие камовые ландшафты.

Возьмем за условную отправную точку момент, когда край ледника располагался еще на Невско-Волховском водоразделе. Проталины были заполнены водой и в образовавшихся озерах насыпались камы. Уровень каждого отдельного озера был различный и в Токсовской проталине, повидимому, достигал отметки 110 м абс. высоты.

В основании Токсовских камов встречаются остатки арктических растений: *Dryas octopetala*, *Salix polaris* и многих других и пыльца древесных пород: в большом количестве — ивы и березы сосны, в меньшем — ели и ольхи. Повидимому, доледниковые возвышенности после образования проталин представляли частью острова.

На них поселились представители арктической флоры.

Таковы были условия в проксимальном направлении от края ледника. В дистальном направлении от него, самый край ледника омывало плотное приледниковое озеро, которое простиралось на югосток, занимая обширную Волхово-Ильменскую котловину. Эту первую стадию приледникового озера мы обозначаем символом G I (от немецкого *glazial*).

По мере таяния ледникового покрова все больше увеличивались и, наконец, срослись Токсовская, Колтушская и Кирсинская проталины. Образовалась меридиональная полоса, лишенная льда которая обособилась по обе стороны от себя два ледниковых языка, заходивших навстречу друг другу в Привнезскую низину, один — со стороны Финского залива, другой — со стороны Ладожского озера. Оба языка приурочены к депрессиям, где сохранилось поступательное движение льда и активный ледниковый фронт, а потом лед держался дольше. Между ними расположилось Невское приледниковое озеро.

В дальнейшем Невский язык стаивал с большой быстротой, так что фронт ледника отодвигался со скоростью до 400 м в год. Таким образом, в какие-нибудь 80 лет от покрова льда освободились окрестности Ленинграда на участке от современных Невских порогов и до Сестрорецка. Это произошло ок. 12 200 лет назад.

Невское озеро, следуя за отступающим ледниковым фронтом, все далее проникало к западу. В то же время независимо от Невского шел про-

цесс стаивания Лужского языка, образования и постепенного расширения изолированного Лужского ледникового озера в низовьях современной Луги. Перемычка льда между озерами (у с. Копорье) также растаяла. Произошел катастрофический прорыв Невского ледникового озера в Лужское. Прорыв был двукратный, через 79 лет после образования Лужского ледникового озера и окончательный — 31 годом позднее. Береговая линия Невского приледникового озера имеет сейчас отметки 30-50 м, поднимаясь к северозападу.

После прорыва вод Невского озера Лужское озеро стало глубже, несколько трансгрессировало и проникло в котловину оз. Пейпус. Соединение это было, однако, очень мелководно и кратковременно. Пролив имел глубину лишь нескольких метров.

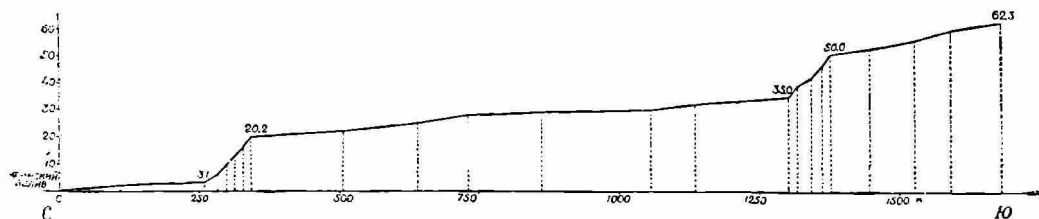
Невское и Лужское озера после слияния заняли район вершины Финского залива. Эту стадию, которая начинается после промежуточной стадии II, мы обозначаем символом G III. Происходит постепенное обмеление озера стадии G III. Признаками обмеления являются появление в довольно большом количестве в верхнем горизонте ленточных отложений песчаных линз и остатков наземной флоры. Преобладают представители арктической флоры, как то: полярные ивы, мхи. Особенно интересна находка хвой ели (*Picea sp.*) в Колпино, относящаяся к моменту, когда край ледника находился не далее, чем в 150 км от места находки.

Встречается и пыльца древесных пород, причем: береза не резко доминирует над сосной (в одном случае — сосна над березой); много ивы; ольха и ель присутствуют постоянно в небольшом количестве. Судя по флоре и возрасту заключающих их ленточных отложений, эти отложения нужно отнести к арктическому периоду — зоне XI шведских авторов: Томассона, Лундквиста и Мунте.

Отлагавшиеся во время регрессии пески переверены и образуют обширную древнедунную область в районе к югосток от г. Кингисеппа. Дюны имеют характерную дугообразную или параболическую форму и обращены рогами и пологими склонами к западу. Следовательно с запада дули и преобладающие ветры. Время образования дюн нужно отнести к концу арктического или субарктическому времени, когда край ледника отступил не далее конечных озов Сальпаусельке и располагался километрах в 200 от Ленинграда. Это интересный палеоклиматический штрих, указывающий на отсутствие антициклональных ледниковых ветров в окрестностях Ленинграда на расстоянии 200 км от ледника.

У ст. Горелово в 3 км к югу от Лигово, встречен погребенный автохтонный торф и погребенная почва, перекрытые и подстилаемые песками и глинами водного происхождения. Торф — гипновый и содержит остатки березы и ряда других растений, свидетельствующих уже об умеренно-холодном климате. Этот разрез указывает на несомненное двукратное затопление местности водным бассейном с промежуточной стадией его регрессии.

Нижний из горизонтов представляет еще отложение ледникового озера конца стадии G III. Пески и глины над торфом отложились во время



Фиг. 1. Первая и вторая террасы у Кронштадтской колонии, западнее г. Ораниенбаума.

трансгрессии Балтийского ледникового озера, являвшейся конечной фазой эволюции Балтийского ледникового озера. Наличие такой трансгрессии доказывали в последние годы: для Финляндии Рамзай, района Биллингенского пролива в средней Швеции Мунте, Кальмарского района Швеции Томассон (озеро Gyrosigma¹). Томассон относит отложения озера Gyrosigma (по нашему стадии G IV) к субарктическому периоду — зоне X. Пыльцевой спектр зоны X в Швеции и у нас характеризуется сходными чертами и одинаковыми отличиями от зоны XI: подъемом кривых сосны и ели (нижний максимум ели), падением кривой березы.

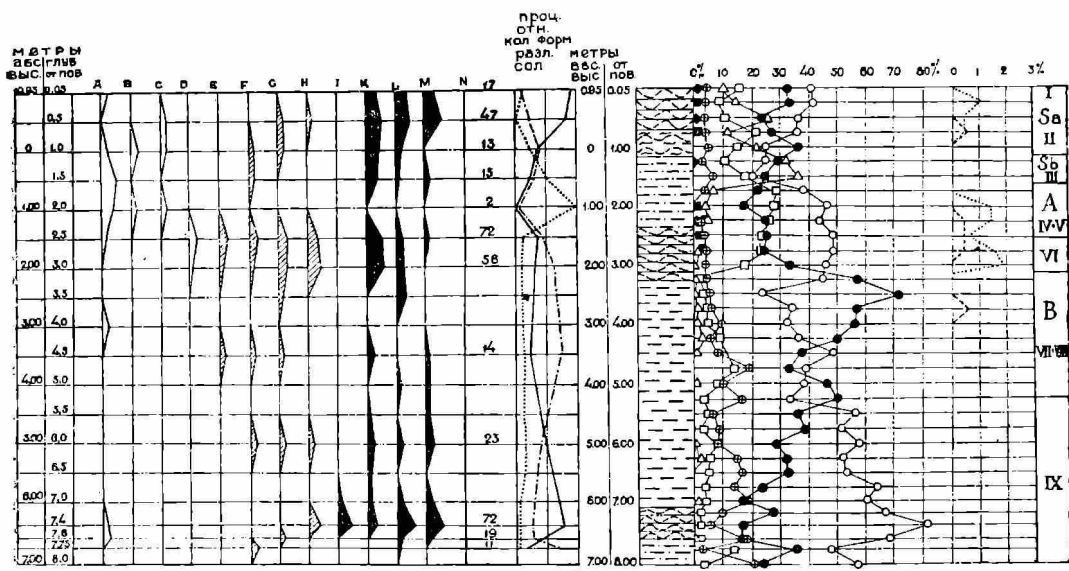
Таким образом, можно разделить все озерно-ледниковые бассейны нашего района на три типа; в хронологическом порядке это будут: 1) внутриледниковые озера; 2) локальные (в более широком смысле) приледниковые озера, куда следует причислить Невское и Луж-

ское озеро до их объединения и 3) Балтийское приледниковое озеро, как это делает Рамзай. Последнее пережило у нас две стадии: Стадию III — арктическую (зона XI). В это время край ледника отступает от вершины Финского залива до III Сальпаусельке в Финляндии. Следующая и последняя — IV стадия — субарктическая-озерноледниковая трансгрессия во время зоны X. После этого Балтийское ледниковое озеро окончательно перестает существовать, так как котловина Балтики соединяется с океаном.

Все ранее описанные отложения располагаются на уровне так наз. второй (фиг. 1) террасы и выше ее. О дальнейшей истории мы узнаем, изучая отложения распространенные только в пределах первой террасы.

Иольдиевое море. В трех пунктах встречи тонкие илистые горизонты, залегающие стратиграфически выше ранее описанных слоев. Пыльца характеризуется резким выступом кривой березы (фиг. 2), достигающей здесь абсолютного максимума и столь же резким падением кривой сосны (абсолютный минимум). Падает кривая

¹ Названо так по характеризующей его диатомовой — *Gyrosigma attenuatum*.



A — *Campilodiscus echeneis*

B — *Nitzschia circumscuta*

C — *Nitzschia scalaris*

D — *Diploneis Smittii* v. *rhombica*

E — *Epithemia sorex*

F — *Epithemia turgida*

G — *Epithemia zebra* v. *saxonica*

H — *Cocconeis placentalis*

I — *Melosira italica*

K — *Melosira islandica*

L — Количество форм *Pinnularia*

M — Количество форм *Eunotia*

N — Количество форм в пробе

Фиг. 2.



Фиг. 3. Солоноводная диатомовая *Campylodiscus clypeus*, характерная для Литоринового моря (атлантический период).

ивы и совсем исчезает пыльца ели. Напротив, впервые появляется в постоянном, хотя и небольшом количестве пыльца широколиственных пород.

Большая, по сравнению с нижележащим горизонтом, примесь остатков наземной флоры указывает несомненно, что время начала отложения слоя характеризуется значительным обмелением бассейна. Усиление признаков солоноводности указывает, с другой стороны, на одновременное осолонение бассейна. Этот слой встречен на абсолютной высоте от -7.0 до $+1.6$ м. На высоте же в $+2.5$ м (оз. Судачье) в это же время отлагался наземный древесный торф и, значит, водный бассейн не поднимался до этой ничтожной отметки. Пыльцевой спектр чрезвычайно характерен и несомненно датируется нижней половиной шведской зоны IX — «временем начала последнедиетового улучшения климата» (Пост). Такое наименование подходит к климатическим условиям и в окрестностях Ленинграда, так как в это время появляется пыльца теплолюбивых пород. Этому моменту соответствует в районе Кальмарского пролива образование моря *Echeneis*, названного так Томассоном по диатомовой *Campylodiscus echeneis*, встреченной в этом слое и у нас. Море *Echeneis* в толковании Томассона, Мунте, Саурамо и Гамса есть Иольдиевое море прежних работ шведских авторов. Итак, и в окрестностях Ленинграда указанный слой отложился в водах прибрежной части Иольдиевого моря, которое едва превышало современную береговую линию. Амплитуда регрессии от максимального уровня стадии G IV до уровня Иольдиевого моря была чрезвычайно велика, и для района Лахтинского болота измерялась 33 м. Внезапное понижение уровня Балтийского ледникового озера вызвано было его прорывом в океан через Биллингенский пролив Средней Швеции, очищенной в этот момент отступающим ледником.

В последнее время Мунте выделял в Швеции еще более раннюю (до озера Gyrosigma) и гораздо менее продолжительную морскую стадию, назвав ее I Иольдиевым морем. У нас достоверных следов ее пока не найдено.

Анциловая трансгрессия. За глубокой регрессией Балтики следует трансгрессия пресноводного озера. Анциловые отложения датируются у нас верхней половиной зоны IX (временем начала улучшения климата Поста) и зонами VIII + VII (бореальный период). В нижних горизонтах анциловых отложений преобладает пыльца березы; на втором месте стоит пыльца сосны. Выше процент пыльцы березы резко падает, а кривая сосны поднимается до абсолютного максимума. Флора носила умеренный характер. Интересной является находка теплолюбивой *Najas flexilis*. Диатомовыми анциловые отложения у нас количественно довольно бедны, при чем преобладают пресноводные формы.

Анциловая береговая линия расположена ниже литориновой. По отношению к Иольдиевой границе этот момент характеризуется общим повышением уровня Балтики, почему мы можем определенно говорить об анциловой трансгрессии. — Регрессия Балтики в промежутке между анциловой и литориновой трансгрессиями. Анциловые отложения всюду покрыты слоями торфа, состоящего преимущественно из представителей наземной флоры. Погребенные торфяники, отделяющие анциловые отложения от вышележащих литориновых, опускаются до -2.6 м. Повидимому, весь район был в это время захвачен регрессией, при чем уровень Балтики опустился в районе Лахтинского болота не менее, чем на 2.6 м ниже современного уровня моря.

Литориновая трансгрессия. На горизонте погребенного торфа найдены в 22 пунктах водные отложения, представленные гиттиями, песчанистыми глинами и песками. Этот горизонт характеризуется исключительным богатством диатомовых, среди которых в средней и нижней части горизонта постоянно встречается характерный комплекс солоноводных форм: *Campylodiscus clypeus*, *Campylodiscus echeneis*, *Naitschia scalaris*, *Nitschta circumscuta* и *Diploneis Smithii* (фиг. 3).

Кривая процентного содержания солоноводных форм дает отчетливый максимум, почти совпадающий во всех разрезах с максимумом широколиственных пород, встречаются в большом количестве плоды водяного ореха (*Trapa natans*), в настоящее время в окрестностях Ленинграда вымершего и свидетельствующего о более теплом климате. Можно считать, что время последнедиетового климатического оптимума в нашем районе совпало с наибольшей соленостью Литоринового моря и максимумом литориновой трансгрессии. Уровень моря поднялся выше, чем в анциловое время. Горизонт литориновых отложений кверху переходит в отложения с признаками постепенного, но сильного опреснения, при чем вся толща литологически остается однородной. Опреснение начинается вместе с началом падения кривых широколиственных пород орешника и ольхи и одновременно идущим подъемом кривой ели. Опресненный горизонт еще выше переходит в озерные виды торфа, осоковый и, наконец, осоково-сфагновый и сфагновый торф, образующий современную поверхность исследованных торфяников. Таким образом, изучение литориновых и послелиториновых отложений в вертикальном профиле рисует нам чрезвычайно полную и постепенную картину смены солоновод-

ного и сравнительно глубоководного бассейна более мелководным и опресненным бассейном (опресняющее влияние берега) (фиг. 4).

Регрессия, продолжавшаяся в течение конца атлантического, а в нижележащих пунктах и в суббореальном периоде, преобразовала Литориновое море в современное Балтийское. Мы не знали пока в окрестностях Ленинграда следов новой трансгрессии, подобно принимаемой Томассоном для Кальмарского района и Лундквистом (предположительно) — для о-ва Эланда.

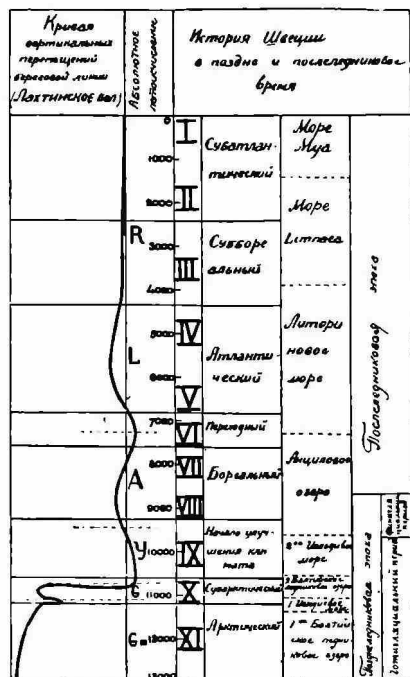
Литориновая трансгрессия оставила особенно мощные песчаные нагромождения в виде кос, пересыпей, береговых валов на абс. выс. 5—15 м. Выйдя из под уровня воды, они представили благодарную арену для действия ветра. Последний образовал значительные дюнные массивы (гунгенбургские, калищенские и сестрорецкие дюны). Наиболее характерна параболическая форма дюн с вогнутым и пологим западным склоном. Мощность литориновых песков явилась единственной причиной сосредоточения дюн в береговой полосе литоринового моря.

Из кривой (фиг. 5) видно, что максимальная высота уровня отдельных бассейнов над современным морем, в районе Лахтинского болота, будет:

$$\begin{array}{ll} \text{GIII} + 38 \text{ м} & \text{A} + 4.5 \text{ м} \\ \text{GIV} + 31 \text{ „} & \text{L} + 8.0 \text{ „} \\ \text{J} - 2 \text{ „} & \end{array}$$

В какой же мере согласуется обрисованная картина с существовавшими ранее взглядами?

Наибольшей известностью пользуются взгляды С. А. Яковлева, опубликованные им в результате многолетних исследований. Наши данные вносят следующие основные изменения в его концепцию: 1) после отложения морены второго (?) оледенения, край ледника отступал непрерывно и горизонт так называемой третьей морены на самом деле отсутствует; 2) камы образовывались не у края, а внутри ледникового покрова; 3) озерно-ледниковые бассейны пережили не две стадии („Ранне-Рыбную“ и „Поздне-Рыбную“), а четыре — GI — GIV; ледниковый бассейн под конец трансгрессии (вновь установленная стадия суб-



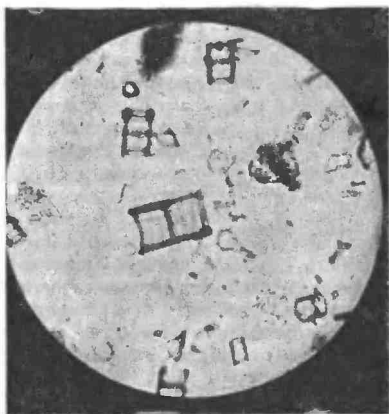
Фиг. 5.

Условные обозначения

R	Регрессия Литоринового моря	G III	Приледниковое арктическое Балтийское озеро
L	Литориновое море	I, IV, X	Зоны по Посту (1921), Томассону (1927) и Лундквисту (1928)
A	Анцоловское озеро		
Y	Ильдиновское море		
G IV	Приледниковое субарктическое Балтийское озеро		Границы отдельных бассейнов

арктической трансгрессии Балтийского ледникового озера); отметки береговых линий ледниковых озер ниже, чем предполагались. Береговая линия стадии G III соответствует ошибочно предполагавшейся ильдиновской, а для стадии G IV — анцоловской береговой линии; 4) ильдиновское время характеризовалось не трансгрессией, а, напротив, глубокой регрессией моря, так что в районе Лахты берег моря лежал на высоте в —2, а не +46 м; 5) Анцоловское озеро имело одну, а не две стадии; его максимальный уровень был гораздо ниже предполагавшегося, в районе Лахты +4.5, а не +38 м; 6) Уровень Литоринового моря был не ниже, а, напротив, выше уровней Ильдиновского моря и анцоловского озера; 7) литориновая трансгрессия была последней и пока нет никаких доказательств существования нескольких литориновых трансгрессий в окрестностях Ленинграда.

В последние годы о послеледниковой истории окрестностей Ленинграда писали крупнейшие финляндские геологи — Рамзай и Саурамо. Почти во всех основных вопросах наши выводы, хотя и полученные различными путем, совпали. Наши выводы вполне согласуются и с результатами исследований при-Ленинградских торфяников, произведенных Г. И. Ануфриевым и В. С. Доктуровским.



Фиг. 4. Пресноводные *Melosira* времени регрессии Литоринового моря (суббореальный период).