

## О «ЦВЕТЕНИИ» ВОДЫ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Канд. биол. наук *И. И. Николаев*  
(Латвийское отделение ВНИРО)

Зоны «цветения» воды<sup>1</sup> отрицательно влияют на распределение промысловых концентраций сельди и других промысловых рыб. Этот факт на некоторых морях принимается во внимание в практике рыбного промысла. Подробные данные по этому вопросу изложены в работе Б. П. Мантейфеля «Планктон и сельдь Баренцова моря» [12].

По Балтийскому морю таких исследований до сих пор не проводилось. Между тем «цветение» этого моря представляет весьма обычное явление, и, по аналогии с другими водоемами, можно предположить, что и здесь оно оказывает отрицательное влияние на распределение промысловых скоплений основных пелагических рыб — салаки и кильки. В отношении последней мы имеем некоторые данные, подтверждающие это.

Установлено, что мощное развитие фитопланктона, вызывающее «цветение» воды, оказывает влияние не только на биологию водоема, но также на его гидрологию, — изменяется прозрачность и цвет моря, его газовый и солевой режим и т. д. Поэтому выявление закономерностей «цветения» моря весьма важно как в познании его биологического, так и гидрологического режима.

Явление «цветения» воды Балтийского моря было отмечено еще первыми исследователями этого водоема. Так, в 1879 г. во время первых исследований водорослей у русских берегов Балтики, профессор Петербургского университета Гоби [2] наблюдал ясно выраженное «цветение» воды в нескольких местах Финского залива, вызванное синезелеными водорослями.

По материалам Русской Балтийской экспедиции 1908—1909 гг. А. И. Крабби [10] отмечает очень сильное развитие синезеленых водорослей в августе 1908 г. в планктоне центральной части моря, а также в Финском и Рижском заливах. По мере дальнейших исследований сведения о «цветении» воды Балтийского моря все возрастали, и в настоящее время, даже только по литературным данным, можно заключить, что «цветение» воды в Балтийском море представляет закономерное и сравнительно широко распространенное явление [2, 10, 15, 18, 19, 20, 21]. К такому же выводу мы приходим и на основании собственных исследований фитопланктона этого водоема.

Все разнообразие «цветения» воды Балтийского моря, за исключением совершенно опресненных участков, можно подразделить на два резко отличающихся типа: 1) «цветение» моря вследствие массового развития синезеленых водорослей летом и в начале осени и 2) «цвете-

<sup>1</sup> Под «цветением» воды мы подразумеваем время массового развития фитопланктона.

ние» моря в связи с развитием диатомовых водорослей весной. Перейдем к характеристике каждого из этих типов.

### Летнее «цветение» воды Балтийского моря

Летнее «цветение» воды в связи с развитием синезеленых водорослей наиболее часто отмечалось в открытой части моря; оно лучше изучено, чем весеннее «цветение», вызванное развитием диатомовых. Основными видами, вызывающими летом «цветение» воды во всей Балтике, являются: *Aphanizomenon flos aquae* Ralfs и *Nodularia spumigena* Mert. Меньшую роль играют другие виды синезеленых водорослей: *Anabaena baltica* J. Schm., *A. flos aquae* Breb, *Gomphosphaeria lacustris* Chod., *Microcystis pulverea* (Wood) Elenk.

Во время интенсивного «цветения» поверхность моря имеет вид луга. Прозрачность воды понижается в полтора-два раза против обычно наблюдающейся в данном месте, но на глубине более 10—15 м численность водорослей резко уменьшается (табл. 1). Можно утверждать, что летнее «цветение» воды в Балтийском море лишь в редких случаях распространяется до глубин 20—25 м, обычно же не глубже 10—15 м.

Таблица 1

Вертикальное распределение основных форм фитопланктона в зоне «цветения» в средней части Готландской впадины 18/VIII 1949 г.

Виды водорослей	Глубина в м					Примечание
	0	10	20	50	100	
<i>Aphanizomenon</i>	53 300	54 100	9 700	800	200	Нитей в 1 л воды
<i>Nodularia</i>	50 000	3 200	1 000	—	—	То же
<i>Gomphosphaeria</i>	22 300	7 100	19 000	1 500	—	Колоний в 1 л воды
<i>Microcystis</i>	21 900	4 800	3 600	2 000	400	То же
<i>Sphaeroceros</i>	5 000	2 800	1 400	—	—	Клеток в 1 л воды

Основные виды синезеленых водорослей, вызывающие «цветение» воды, хорошо различимы невооруженным глазом. В пробе воды обычно преобладают или заостренные с обоих концов и слегка скрученные зеленые пластиночки афанизоменон (до 4—6 мм длины и 2—3 мм ширины), или бледнозеленые клубочки неправильной формы — нодулярии, реже анабена. Преобладают обычно афанизоменон.

Наиболее интенсивное «цветение» Балтийского моря наблюдается в середине лета — в июле—августе, при температуре верхнего слоя воды (0—10 м) более 15°. В открытом море при продолжительной тихой погоде «цветение» наблюдается и в сентябре. В июне это явление наблюдается только в средней и южной части моря, причем не раньше второй половины месяца.

Таким образом, одним из необходимых условий «цветения» воды, вызванного массовым развитием синезеленых водорослей, в Балтийском море является достаточно высокая температура воды — не ниже 14—15°. Дальнейшее повышение температуры даже до максимальной — 18—20° (для поверхностных вод открытой части моря) не вызывает уменьшения массового развития синезеленых.

Вторым условием массового развития синезеленых водорослей в планктоне Балтийского моря является солнечная и достаточно тихая погода. В дождливую и ветреную погоду «цветения» воды не наблюдается даже в середине лета. Наоборот, в периоды продолжительного и знойного штиля «цветение», как правило, наблюдается на большей части акватории моря.

Протяженность зоны «цветения» лимитируется определенной соленостью воды. Зона когда-либо отмеченных «цветений» охватывает весь центральный бассейн и на западе Эресунд (но в Бельтах не наблюдается). На севере эта зона простирается до Аландского архипелага включительно и в слабой степени бывает выражена в Ботническом заливе, по крайней мере в южной его части. В Финском заливе (на восток до о-ва Сескар и в Невской губе) «цветений» воды, вызванных развитием

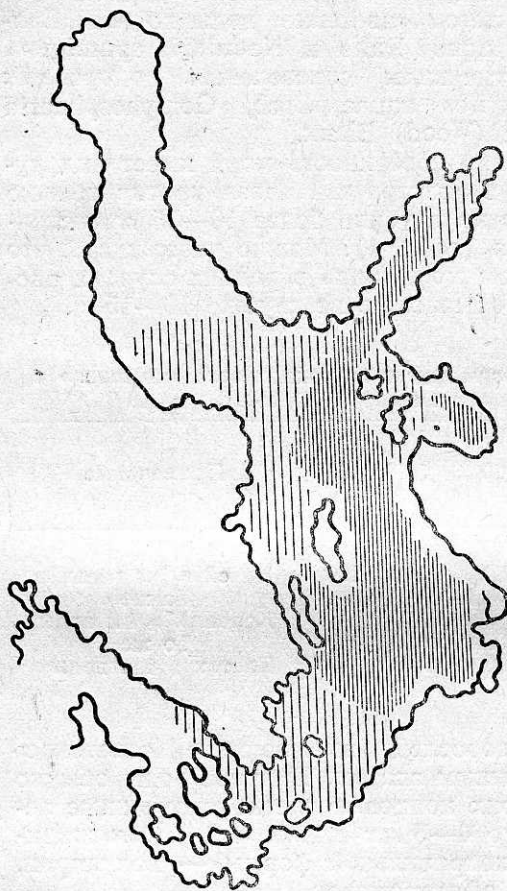


Рис. 1. Схема летнего «цветения» воды Балтийского моря, вызванного массовым развитием синезеленых водорослей (плотной штриховкой показана зона наибольшей повторяемости и интенсивности «цветений»).

синезеленых, не наблюдается [6, 8, 13, 14]. В Рижском заливе «цветение» отсутствует только в самой опресненной части — вблизи устьев рек и в Пярнуской бухте. Следовательно, зона «цветения» ограничивается изогалинами 2—3‰ — 10—12‰. Наибольшая повторяемость «цветений» наблюдается в центральном районе моря над Готландской впадиной, Средней банкой и в Данцигской бухте, а также в средней части Финского и Рижского заливов, т. е. не выходит за пределы солености верхнего слоя воды 4,5—7,5‰ (рис. 1).

Факт наибольшей повторяемости «цветений» воды, вызванных развитием синезеленых водорослей, в средней части моря заслуживает внимания в связи с тем, что основная водоросль, обуславливающая этот тип «цветения» в Балтийском море, — афанизоменон — морфологически ничем не отличается от типичного пресноводного вида, носящего то же название.

Ввиду того что о природе и распространении этой водоросли в Балтийском море среди альгологов до сих пор нет единого мнения, считаем необходимым специально остановиться на этом вопросе. Это тем более необходимо, что в литературе о «цветении» воды Балтийского моря упоминается чаще всего в связи с описанием распространения именно этого вида.

В пресных водах афанизоменон весьма широко распространен и часто вызывает «цветение» воды. По Еленкину [4], *Aphanizomenon flos aquae*, вместе с *Anabaena hemmertmanni*, *Ap. Scheremetievi* и некоторыми другими анабенами, принадлежит к числу наиболее распространенных у нас видов.

Развивающаяся в Балтийском море водоросль морфологически если и не вполне тождественна пресноводному виду афанизоменон, то во всяком случае отличается от него столь ничтожными признаками, которые могут быть обнаружены только при детальном систематическом сравнении. Поэтому естественно, что многие авторы принимают развивающийся в Балтийском море афанизоменон за чисто пресноводный вид, который сносится в море реками из окружающих пресных водоемов, где

он также развивался в массе. Вследствие низкой солености балтийской воды он продолжает хорошо развиваться и в ней.

Предположение о том, что концентрация афанизоменон в Балтийском море вызвана исключительно механическим сносом ее речной водой из стоячих внутренних водоемов, особенно было распространено в первый период гидробиологических исследований этого моря. Но некоторые авторы и до настоящего времени придерживаются такого взгляда. Так, Остенфельд в сводной работе по фитопланктону морей, опубликованной в 1931 г., указывает, что афанизоменон вносится в Балтийское море потоком пресной воды; здесь он отмирает зимой и затем вновь вносится каждый год летом из рек и местных водоемов.

Однако еще Ауривиллиус в работе, опубликованной в 1896 г. [15], высказал мысль, что афанизоменон, встречающийся в Балтийском море, нормально здесь развивается и представляет особую солоноватоводную разновидность. Позднее к такому выводу пришли Меркле [19], Левандер [18], Киселев [6], Великангас [21], Гессле и Валин [16] и другие авторы.

Одним из наиболее веских доказательств того, что развивающийся в Балтийском море афанизоменон представляет особую солоноватоводную разновидность, служит тот факт, что в открытом море не только не наблюдается отмирания этой водоросли, а, наоборот, именно здесь, вдали от берегов, и наблюдаются особенно мощные ее скопления. Исследования ряда авторов показали, что в самой опресненной прибрежной части Балтийского моря этот вид встречается в весьма разреженных концентрациях, никогда не вызывая «цветения» воды.

По исследованиям Левандера [18], в мелких бухтах вдоль Финского берега наименьшее развитие афанизоменон наблюдается во внутренних участках, а не во внешних. Крабби [10], на основании материалов Русской Балтийской экспедиции, собранных в открытых районах моря, а также в Рижском и Финском заливах, отмечает, что наименьшее развитие этого вида наблюдалось в самой восточной части Финского залива, около о-ва Сескар. По исследованиям Киселева [6], в Невской губе афанизоменон встречается с июля по ноябрь всюду, но нигде не достигает особенно большого развития.

«Цветения» воды в Невской губе, вызванного *Aphanizomenon* или каким-либо иным видом синезеленых водорослей, не было отмечено и другими исследователями [8,14]. Великангас, на основании исследований планктона района Хельсинки, отмечает, что на внешних станциях, т. е. расположенных дальше от берега, афанизоменон было значительно больше, чем на внутренних [21]. Гессле и Валин пришли к аналогичным выводам в отношении распространения данного вида у берегов Швеции и в Ботническом заливе. Они указывают, что в заливах у восточных берегов Швеции *Aphanizomenon* никогда не достигает такого пышного развития, как в открытом море. К северу этот вид встречается реже; оптимальные условия для его развития находятся в центральной и, возможно, в южной и средней частях Балтийского моря.

О распространении *Aphanizomenon* у берегов Советской Прибалтики от Эстонской ССР до Гданьской бухты нами получены совершенно аналогичные данные на основании исследований, произведенных в 1946—1949 гг., причем в самой опресненной зоне Рижского залива, около устьев рек, при солености воды менее 3‰ мы отмечали всегда не только наименьшую численность данного вида по сравнению с открытой частью залива, но и значительное количество особей с явными признаками деградации и отмерших. Наши данные также вполне подтверждают наблюдения предшествующих исследователей о наибольшей концентрации афанизоменон в центральной части моря в районе Средней банки (рис. 2 и 3).

Все сказанное выше достаточно убедительно подтверждает существование солоноватоводной разновидности афанизоменон, развивающейся в большой массе в Балтийском море при солености воды 4,5—7,5‰ и вызывающей здесь «цветение» воды летом. Опресненная зона моря, с соленостью воды ниже 3‰, является зоной экологического разъединения солоноватоводной балтийской разновидности афанизоменон и типичного пресноводного вида этой водоросли. Можно предполагать, что и в других солоноватых водах, например в Азовском море

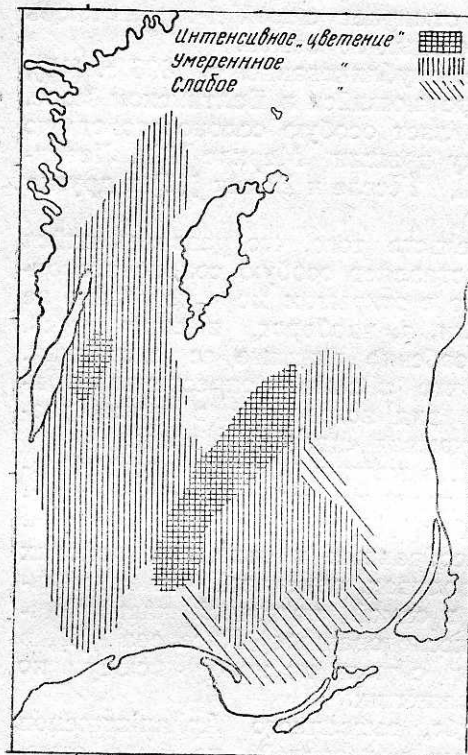


Рис. 2. Зона «цветения» воды в центральной и южной частях Балтийского моря в июле 1939 г.

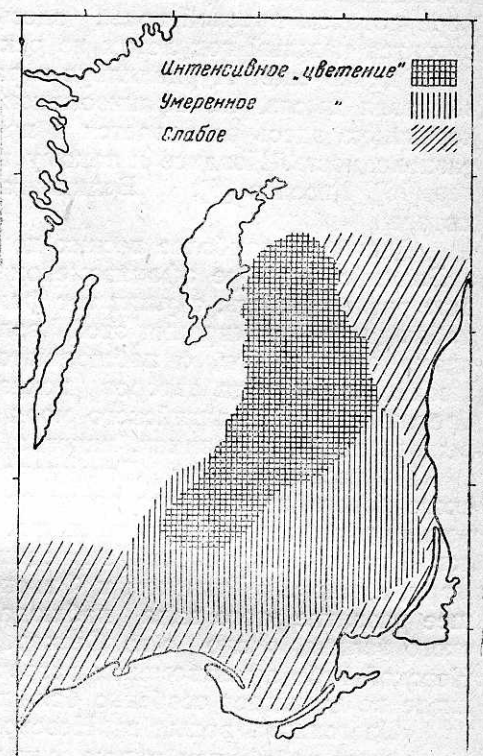


Рис. 3. Зона «цветения» воды в центральной и южной частях Балтийского моря в августе 1949 г.

и Северном Каспии, афанизоменон, развивающийся там также нередко в большом количестве, представлен особой, возможно той же самой, что и в Балтийском море, солоноватоводной разновидностью.

Экология и систематическое положение другого массового вида синезеленых водорослей Балтийского моря — *Nodularia spumigena* — более определенные. В планктоне Балтийского моря преобладает *f. litorea*, на которую Косинская в «Определителе морских синезеленых водорослей» [9] указывает, как на единственную морскую форму этого вида. Нодулярия весьма распространена также в наших южных солоноватоводных бассейнах — в Азовском и Каспийском морях.

В Каспии, в его средней части, этот вид вызывает иногда «цветение» воды. В Балтийском море он распространен по всему морю, но в разных районах интенсивность его развития различна. По нашим данным наиболее мощное развитие нодулярии, вызывающее интенсивное «цветение» воды (до 1 230 000 нитей в 1 л), наблюдается в центральном районе моря, южнее Готланда. В литературе отмечены случаи массового развития нодулярии и в более западных районах моря. Очень

сильное «цветение» воды в Эрезунде, вызванное этим видом, подробно описано Сэстэдом.

В северо-восточной Балтике — на север и восток от Готланда — Гайреном отмечен лишь один случай очень большого развития нодулярии — «цветение» воды у юго-западного берега Финляндии, вызванное массовым развитием нодулярии, афанизоменон и анабена. По нашим данным, нодулярия в Рижском заливе никогда не достигает такой степени развития, как в центральной и, особенно, в южной части открытого моря. В отношении Финского и Ботнического заливов к тому же мнению приходит Великангас [21], Гессле и Валин [16].

В самых опресненных участках моря при солености воды ниже 3‰ нодулярия встречается еще более рассеянно, чем афанизоменон. Зона максимального развития этого вида в центральной части моря совпадает с соответствующей зоной афанизоменон, но в западном направлении она простирается значительно дальше — до Эрезунда включительно. Границы этой зоны в отношении солености верхнего слоя воды очерчиваются изогалиной 10—12‰ с запада и 4—5‰ с востока и севера.

Все остальные виды синезеленых и других систематических групп водорослей, развивающихся летом в планктоне Балтийского моря, имеют подчиненное значение (по крайней мере в центральном районе моря на восток от Борнхольма и в средней части больших заливов), и поэтому нет необходимости останавливаться на их распространении специально. Наиболее обычными представителями фитопланктона в центральном районе Балтийского моря в летний период являются: *Thalassiosira papa Lohm*, *Oocystis submarina Lagerh.*, *Actinocyclus Ehrenbergi Ralfs.*, *Dinophysis ovum v. baltica Pauls.*, а в заливах Финском, Рижском и Ботническом (в средней их части) — *Chaetoceros Wighami.*, *Brightw.*, *Thalassiosira baltica (Ostf.) Grun.*, *Oocystis submarina Lagerh.*, *Actinocyclus Ehrenbergii Ralfs.*, *Dinophysis ovum v. baltica Pauls.*

В заключение остановимся на вопросе о трофических условиях летнего «цветения» воды Балтики, вызванного развитием синезеленых. Всякое «цветение» воды как результат исключительно интенсивного развития фитопланктона уже само по себе указывает на весьма благоприятные условия питания в зоне фотосинтеза для развития определенных видов водорослей. Поскольку известно, что важнейшими биогенными элементами, количественные колебания которых в воде регулируют развитие фитопланктона, являются соли азота и фосфора, можно было предполагать, что последние в верхнем слое воды Балтийского моря летом находятся в достаточно большом количестве и являются основным фактором массового развития синезеленых. К такому простому и, казалось, совершенно естественному выводу пришли Великангас [21] и некоторые другие исследователи. Однако этому противоречат фактические данные гидрохимии и общая гидрологическая структура Балтийского моря, а также и особенности распространения зоны «цветения».

Исследования, проведенные у берегов Финляндии и в северной части Центральной Балтики, у берегов Латвии и Польши и в юго-западной части моря, показали, что с апреля по сентябрь — первую половину октября вне эстуарных районов моря в слое 0—60 (80) м фосфаты и нитраты находятся в минимуме — на пороге аналитического нуля. Биологическим показателем начала олиготрофного периода является прекращение весенней вспышки развития диатомовых водорослей в апреле — мае. Диатомовые продолжают развиваться в значительном количестве почти в продолжение всего лета только в эстуарных участках моря вследствие непрерывного поступления биогенных элементов из рек. Вблизи устьев рек летом образуется своеобразный «планктонный фронт» с преобладанием диатомовых, которые используют посту-

пающие из реки биогенные вещества, в первую очередь соли азота и фосфора, не пропуская их в открытую часть моря.

Пополнение биогенными элементами зоны фотосинтеза из придонных слоев, где они образуются в результате разложения мертвых организмов, в условиях Балтики чрезвычайно ограничено вследствие резко выраженного термогалинного расслоения водной толщи. Следовательно, в открытой части моря и даже в средних районах больших заливов летом устанавливается весьма неблагоприятный режим в отношении минерального питания фитопланктона — по крайней мере нитратами и фосфатами, что подтверждается гидрохимическими исследованиями. Между тем, как уже указывалось, массовое развитие синезеленых наблюдается в самом поверхностном слое воды, в средней части моря и в наиболее жаркий период, т. е. тогда, когда в этом районе создаются условия наибольшей олиготрофии.

На этот факт обратили внимание некоторые немецкие исследователи, которые считали, что в связи с массовым развитием афанизоменон в районе Дарзского гребня в конце июня, при содержании фосфатов и нитратов около аналитического нуля, азотное питание эта водоросль могла получать за счет аммиака. Но такому предположению противоречит тот факт, что в период расцвета афанизоменон содержание аммиака в верхнем слое воды и у дна не только не уменьшилось, но даже заметно увеличивалось.

Большое значение немецкие исследователи придают вопросу фосфорного питания массовых видов синезеленых, причем они допускают возможность использования клетками афанизоменон органического фосфора тонкого детрита. Однако в этом случае мы должны были бы ожидать наибольшего развития этого вида не в открытом море, а вблизи берегов.

Что касается азотного питания, то, не отрицая принципиально возможности использования массовыми видами синезеленых водорослей Балтики аммиачного и органического азота, мы считаем вполне возможным использование этими видами также элементарного азота, растворенного в воде. Способность многих видов синезеленых водорослей фиксировать элементарный азот, как показали исследования советских ученых, является весьма обычным явлением в природе. Келлер и его ученики [5] выявили крупную роль азотфиксирующих синезеленых водорослей в обогащении азотом почв пустынь. Родина нашла азотфиксирующие синезеленые на влажных скалах в горах. Алеевым и Мудрецовою [1] и Гусевой [3] обнаружены азотфиксаторы среди массовых планктонных синезеленых водорослей пресных вод, многие из которых нередко вызывают «цветение» воды в озерах.

Для окончательного решения данного вопроса в отношении массовых видов синезеленых водорослей Балтики необходимы специальные экспериментальные исследования.

### Весеннее «цветение» воды

Весеннее «цветение» воды Балтийского моря, несомненно, представляет такое же закономерное явление в жизни этого водоема, как и летнее, но до последнего времени оно очень мало изучено. Объясняется это тем, что ранней весной — в апреле, когда данное явление наиболее резко выражено, значительных планктонологических исследований Балтийского моря не проводилось.

Зимой развитие фитопланктона в Балтийском море почти полностью прекращается, причем основным сдерживающим вегетацию фактором является, повидимому, недостаточность солнечной радиации. Зимняя «пауза» вегетации фитопланктона в средней части моря и в Рижском заливе продолжается с декабря по февраль, после чего следует, как и в

других водоемах умеренных широт, «вспышка» фитопланктона, вызванная главным образом массовым развитием диатомовых. Весенняя вегетация диатомовых начинается в марте и по темпу нарастания биомассы сразу приобретает характер «вспышки».

Ход раннего весеннего развития фитопланктона в двух противоположных точках моря — у полуострова Ханко и в Любекской бухте — показан на рис. 4. На приведенных кривых обращает внимание наличие резко выраженного начального порога весенней вегетации и быстрое достижение кульминационного пункта, несмотря на низкую температуру воды в этот период, — примерно от 0,5 до 3—5°.

В Рижском заливе в 1947 г. начало весенней «вспышки» фитопланктона нами было обнаружено 18—21 марта, когда большая часть залива была еще покрыта сплошным льдом. Численность водорослей, среди которых преобладали диатомовые, в период с 28 февраля по 15 марта в слое 0—10 м не превышала 2000 клеток в 1 л, а 20 марта во всех трех точках в этом слое воды было обнаружено от 8000 до 15 000 клеточек в 1 л.

У берегов Польши начало весенней вспышки диатомовых, судя по изменениям биогенных элементов в зоне фотосинтеза, также наблюдается в марте и носит такой же бурный характер. Так, по литературным данным, 4/III 1936 г., в Гданьской бухте содержание фосфатов от поверхности до глубины 96 м составляло 37,4 мг/м<sup>3</sup>, а 21/III в верхнем слое уже было только 1,1 мг/м<sup>3</sup>.

Сопоставляя приведенные данные, можно прийти к заключению, что весенняя вспышка фитопланктона в Балтийском море начинается в марте (в южной части в начале месяца, а в северной — в конце) и в течение 3—4 недель достигает максимума. Следовательно, наиболее массовое развитие диатомовых в данном водоеме наблюдается в апреле (в южной части моря в начале месяца, а в северной — в конце). Есть основание считать, что в апреле вода в Балтийском море нередко «цветет» диатомовыми на значительной акватории, хотя прямых наблюдений даже для прибрежной зоны, как уже упоминалось, почти совсем нет. В центральной части моря, повидимому, «цветение» бывает редко, оно здесь слабее выражено и кратковременно, но в заливах, при благоприятных гидрометеорологических условиях, оно наблюдается не только в апреле, но и в мае.

Мы наблюдали «цветение» воды в Рижском заливе в мае 1949 г. В первый день исследования — 15 мая — мы отметили ясно выраженное «цветение» воды, вызванное массовым развитием диатомовых, почти по всему маршруту — от устья Даугавы до Мерсрагса. В районе Мерсрагса «цветение» продолжалось до 22 мая. В период максимума «цветения» — 19—21 мая — вода приобрела интенсивно коричневую окраску, и прозрачность ее снизилась до 2,5 м против обычно наблюдаемой в

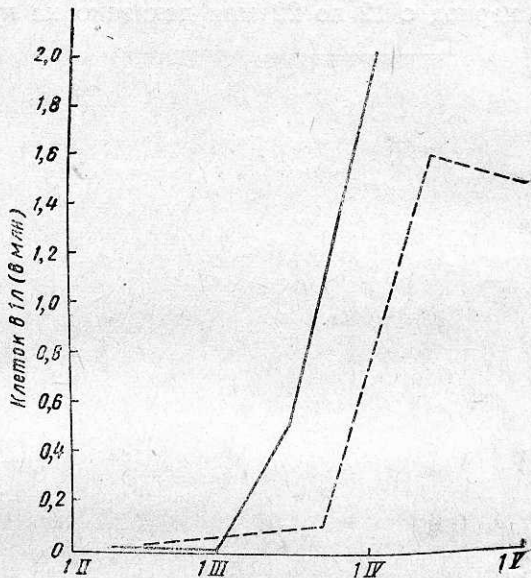


Рис. 4. Примеры ранней весенней «вспышки» фитопланктона в юго-западной части Балтийского моря (сплошная линия) и в северо-восточной части (пунктирная линия).



этом месте 4—5 м. «Цветение» воды вызвало уход кильки из района Мерсрагса, и промысла ее здесь не было с 19 по 22 мая, хотя в первой половине месяца лов кильки в этом районе был не плохой.

Наблюдаемое «цветение» было довольно интенсивным, но происхождение его было не местное, — «цветущая» вода была принесена течением из южной части залива в результате резкого изменения гидрометеорологических условий. По сообщению рыбаков, «цветение» воды в районе Мерсрагса обычно заканчивается в конце апреля — начале мая, позднее оно наблюдается редко, причем «цветущая» вода появляется из южной части залива.

Количественное распределение фитопланктона в Рижском заливе в период с 12 по 22 мая показано на прилагаемой схеме (рис. 5). Для

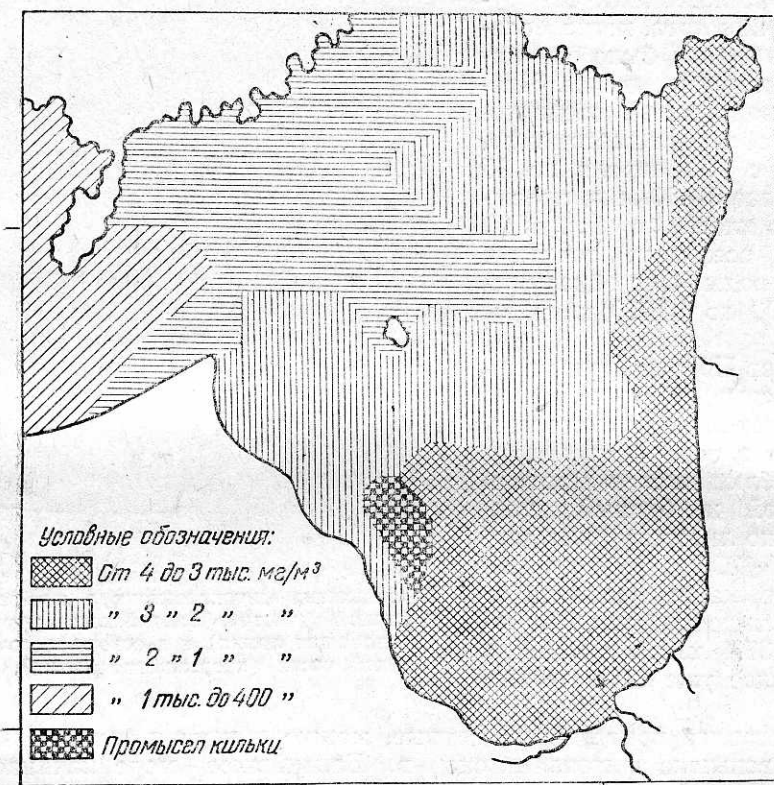


Рис. 5. Количественное распределение фитопланктона в верхнем слое воды (0—10 м) Рижского залива и места промысловых скоплений кильки в районе Мерсрагса 10—17 мая 1949 г. (клетчатая штриховка — зона «цветения» воды).

южной части залива в районе Мерсрагса она составлена по данным прямых исследований, а для остальной части — путем экстраполяции по показателю прозрачности воды по диску Секи<sup>1</sup>.

Основными видами фитопланктона в период «цветения» были следующие: *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Thalassiosira baltica* (Grun.) Ostt., *Chaetoceros holsaticus* Schütt., *Achnanthes taeniata* Grun., *Melosira arctica* (Ehr.) Dickie, *Gonyaulax catenata* (Lev.) Kof. Указанные виды диатомовых и один вид динофлагеллат (*Gonyaulax catenata*) преобладают в весеннем фитопланктоне почти всей Балтики. Представляет инте-

<sup>1</sup> По данным гидрологических исследований Латвийского управления Гидрометслужбы.

рес тот факт, что часть из этих видов, а также ряд видов, имеющих второстепенное значение, как-то: *Achnanthes taeniata*, *Melosira arctica*, *Gon. catenata*, *Fragilaria cylindrus* Gran., *Nitzschia frigida* Grun., относятся к чисто арктическим видам. Балтийский ареал этих видов оторван от основного ареала их распространения — Арктического бассейна, — где они развиваются в еще большем количестве. В Северном море все эти виды отсутствуют.

«Цветение» воды, вызванное развитием диатомовых, охватывает большую толщу воды, чем при развитии синезеленых. В мае 1949 г. в Рижском заливе в зоне «цветения» массовое развитие водорослей наблюдалось от поверхности до глубины 20 м; биомасса фитопланктона на разных горизонтах была следующей: на поверхности — 1,460 мг/м<sup>3</sup>, на

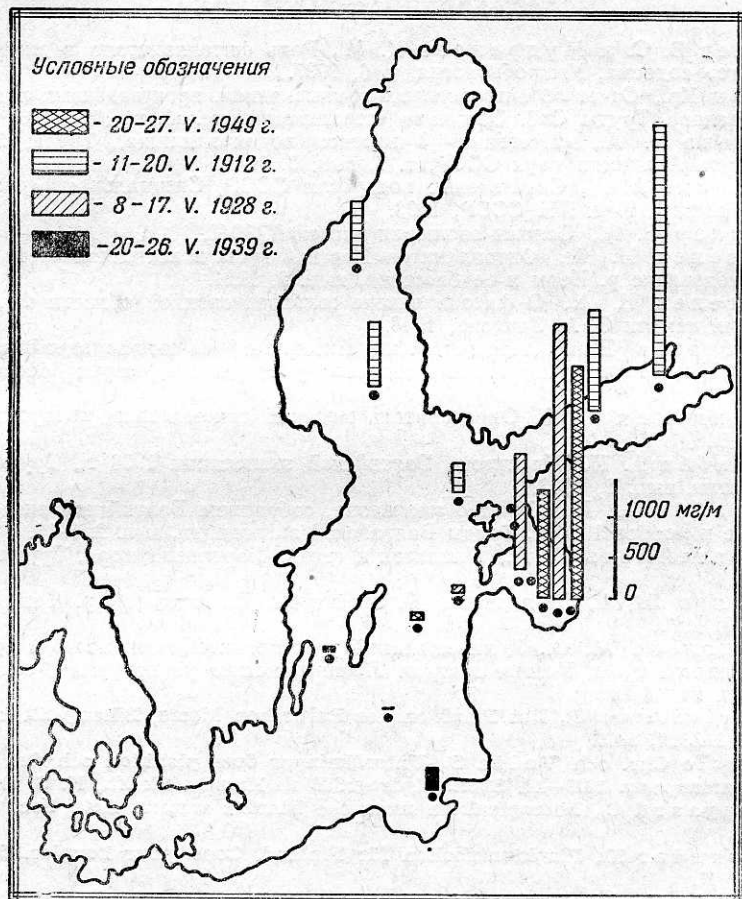


Рис. 6. Сравнительная биомасса фитопланктона в центральной части Балтийского моря и заливов в весенний период по сериям станций.

глубине 5 м — 3420 мг/м<sup>3</sup>, на 10 м — 3300 мг/м<sup>3</sup>, на 15 м — 2140 мг/м<sup>3</sup>, на 20 м — 1130 мг/м<sup>3</sup>, на 30 м — 320 мг/м<sup>3</sup>, на 40 м — 20 мг/м<sup>3</sup>. По данным Легар (17), примерно такая же интенсивность развития диатомовых наблюдалась 11 мая 1912 г. в восточной части Финского залива в районе о-ва Сейскар.

В мае массовое развитие фитопланктона (диатомовых) в Балтийском море наблюдается только вблизи берегов и в заливах, что наглядно представлено на карте распределения фитопланктона (биомассы) по отдельным сериям станций, составленной по данным разных исследовате-

лей (рис. 6). Такое распределение численности диатомовых ясно указывает на основную зависимость развития этих водорослей от достаточной обеспеченности верхнего слоя воды минеральным питанием и, прежде всего, солями азота и фосфора, наибольшую концентрацию которых, естественно, можно ожидать вблизи устьев рек. В Рижском заливе, по всем исследованиям, наиболее интенсивное развитие диатомовых наблюдается в южной части при солености от 4,5‰ до 3‰ и температуре воды не выше 10°. При тех же примерно условиях массовое развитие этих водорослей отмечено Легар в восточной части Финского залива 11/V 1912 г. (температура воды на поверхности была 3,6°, на глубине 20 м — 1,3°).

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев Б. С. и Мудрецова К. М., Роль фитопланктона в динамике азота «цветущего» водоема, Микробиология, т. 6, 1937.
2. Гоби Хр., Отчет об альгологических изысканиях, произведенных летом 1877 г. в Финском заливе. Труды Спб. Общества естествоиспытателей, т. 10, 1879.
3. Гусева К. А., «Цветение» Учинского водохранилища, Труды Зоологического института Академии наук СССР, т. 7, вып. 1, 1941.
4. Еленкин А. А., Синезеленые водоросли СССР, Специальная (систематическая) часть, вып. 1, Изд. АН СССР, 1938.
5. Келлер Б. А., Основы эволюции растений, 1948.
6. Киселев И. А., Фитопланктон Невской губы и восточной части Финского залива, Исследование р. Невы и ее бассейна, вып. 2, 1924.
7. Киселев И. А., О фитопланктоне солоноватоводной области Финского залива, Сборник памяти С. А. Зернова, 1948.
8. Киселева Е. И., Исследование фитопланктона юго-западной части Невской губы, Ученые записки Ленинградского университета, серия биологическая, вып. 21, 1949.
9. Косинская Е. К., Определитель морских синезеленых водорослей, Изд. АН СССР, 1948.
10. Крабби А. И., Планктон Балтийской экспедиции 1908 г., Труды Балтийской экспедиции, вып. 2, 1913.
11. Крабби А. И., Отчет о планктоне, собранном Балтийской экспедицией в июле, августе и ноябре 1909 г., Труды Балтийской экспедиции, вып. 2, 1913.
12. Мантейфель Б. П., Планктон и сельдь Баренцова моря, Труды ПИНРО, вып. 7, 1941.
13. Рылов В. М., Зоопланктон Невской губы, Исследование р. Невы и ее бассейна, вып. 3, 1923.
14. Соколова М. Ф., Количественный учет планктона открытого и прибрежного района Невской губы, Ученые записки Ленинградского университета, серия биологическая, вып. 21, 1949.
15. Aurivillius C., Das Plankton des Baltischen Meers, Bihang till k. Svensk. Acad. handl. Bd. 21, 1905.
16. Hesse Chr. och Valin S., Unterökningar över plankton och des Växlingar i Osternsjön under aren 1925—27. Sven. Hydrogr. Biol. Komiss. Skrift., N. S. Bd. 1, 1934.
17. Leegaard C., Microplankton from the Finnish waters. Acta Soc. Sc. Fenn., 48, 1920.
18. Levander K., Planktontabellen für Finland. Cons. pour l'explor. de la mer, «Bulletins», 1911.
19. Merkle H., Das Plankton der deutschen Ostseefahrt 1907. Wissensch. Meeresunters., Abt. Kiel, NF., Bd. 11, 1910.
20. Ostenfeld C., Concluding remarks on the plankton collect. on the 1902—11. Cons. intern. pour l'explor. de la mer. 1931.
21. Välikangas J., Planktonolog. Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors, 1926.