

**Т Р У Д Ы**  
**КАРЕЛЬСКОГО ФИЛИАЛА**  
**АКАДЕМИИ НАУК СССР**

**ВЫПУСК**  
**II**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
**КАРЕЛЬСКОЙ АССР**  
**ПЕТРОЗАВОДСК**  
1956

Т Р У Д Ы  
КАРЕЛЬСКОГО ФИЛИАЛА  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

ВЫПУСК

II

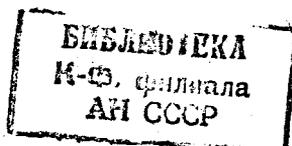
МАТЕРИАЛЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ  
РЫБНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ  
МАЛЫХ ОЗЕР КАРЕЛИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
КАРЕЛЬСКОЙ АССР  
ПЕТРОЗАВОДСК  
1956

ПЕЧАТАЕТСЯ ПО ПОСТАНОВЛЕНИЮ ПРЕЗИДИУМА  
КАРЕЛЬСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР

Ответственный редактор  
доктор биологических наук профессор  
И. Ф. Правдин

3657



И. Ф. ПРАВДИН

### УВЕЛИЧЕНИЕ ЗАПАСОВ ЦЕННЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ — ГЛАВНЕЙШАЯ ЗАДАЧА РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ КАРЕЛИИ

Построение рационального рыбного хозяйства на озерах, реках и на море должно основываться не только на количествах вылавливаемой рыбы, но и на мероприятиях по ее воспроизводству с учетом перспективы развития рыбного промысла. Неисчерпаемых рыбных богатств не существует. Любые рыбные запасы при нерадивом пользовании ими могут быть подорваны и уничтожены. В настоящее время, когда промысел вооружен мощной и разнообразной техникой, когда вылов рыбы ежегодно увеличивается, это положение приобретает особую остроту.

Немало фактов ослабления рыбных запасов наблюдается и на водоемах Карелии: есть признаки уменьшения запасов сельдей в Белом море, снизились запасы семги, озерных лососей и сига. Причина этого в неправильном использовании рыбных ресурсов, в частности, в допущении лова молоди рыб, преграждении прохода рыб на нерестилища, загрязнении промысловых водоемов и т. п.

Однако есть и другие причины, влияющие на уменьшение запасов рыб. Это причины естественного порядка, не зависящие от деятельности человека. К ним относится естественная эволюция самих водоемов, которую не трудно проследить особенно на пресноводных водоемах: на озерах и реках.

Озера и реки Карелии в давние периоды своего существования были более чистыми, воды их текли по каменистым ложам. С течением времени водоемы, одни быстрее, другие медленнее, заносились песком и илом, поступающими в них с водами рек, речек и ручьев. Первобытные каменистые ложа озер оказались погребенными под этими наносами. На песчаных и илистых грунтах возникли травянистые заросли, их части при отмирании стали увеличивать донные отложения. Водоемы обогащались бентосом, увеличивался животный и растительный планктон. Из олиготрофного типа водоемы переходили в евтрофный.

Этот переход, увеличивая пищевые ресурсы для многих рыб, вместе с тем вызывает повышенный расход кислорода в воде и приводит водоем к такому недостатку кислорода, при котором жизнь рыб в нем становится невозможной. Но эта крайняя фаза естественного ухудшения водоема как рыбного уголья в природе наблюдается редко и образуется в пределах длительных периодов.

В зависимости от изменения экологических условий, включая изменения и пищевых ресурсов для рыб, изменяется в водоеме и его

ихтиофауна. Лососевые рыбы, наиболее требовательные к чистоте воды, к большим глубинам, к пониженным температурам воды и к высокому содержанию кислорода, первыми проявляют беспокойство при ухудшении водной среды. В лучшем случае, когда ухудшающийся водоем имеет водную связь с другими водоемами, лососевые рыбы уходят в эти другие водоемы. Если такая связь отсутствует, рыбы должны приспособляться к ухудшившимся условиям. Процесс приспособления к плохим условиям среды обычно ослабляет жизнеспособность рыб: размеры их становятся меньше, темп роста замедляется, снижается плодовитость и т. д. Если данный вид рыб не может победить все отрицательное влияние возникших неблагоприятных для него условий, численность его падает, и, наконец, он вымирает.

В данной статье рассматриваются общие факты взаимоотношений рыб и среды их обитания применительно к ихтиофауне внутренних, материковых, водоемов Карелии и более подробно — применительно к исследованным Карело-Финским филиалом Академии наук СССР в 1952—1954 гг. двум малым водоемам: Миккельскому озеру и Крошн-озеру бассейна реки Шуи (притока Онежского озера).

Водоемы Карелии населены преимущественно лососевыми и близкими им рыбами (лососями, сига́ми, ряпушками, отчасти палией, хариусом, корюшкой), жизненным требованиям которых соответствуют природные условия этих водоемов.

Для семги беломорские реки представляют превосходные нерестилища; такими же нерестилищами обеспечивают озерных лососей, озерных форелей, озерно-речных сигов и отчасти хариусов притоки Онежского и Ладожского озер; озерные сиги, палия, ряпушки, корюшка (и снеток), а также хариус располагают удобными нерестилищами и в озерах.

Тем не менее, в некоторых водоемах снизились запасы многих из названных рыб, а в других водоемах эти рыбы и вовсе перевелись. Снижение запасов семги нужно отнести целиком за счет нерадивого их использования: устаревшего векового способа лова семги на нерестилищах, разрушения сплавом леса нерестилищ вместе с отложенной на них семожьей икрой, возведения плотин без рыбопропускных сооружений.

Озерные лососи и форели убывают вследствие таких же причин и, кроме того, в связи с загрязнением притоков озер вредными для рыб стоками промышленных предприятий. Кроме того, большое количество сигов вылавливается в неполовозрелом виде.

Имеются примеры, когда сиги перевелись вследствие естественных изменений водоемов, о чем говорилось выше. Так, в Заонежье есть озеро, где не стало сигов главным образом потому, что эти озера, ранее бывшие губами и заливами Онежского озера, теперь обратились в заросшие и зарастающие замкнутые водоемы — старицы. По такой же естественной причине переводятся сиги в Миккельском озере, сильно измельчал сямозерский сиг. Ряпушка является более стойкой рыбой, так как она остается и там, где сиги уже не живут. Например, ряпушка встречается в небольшом озере Сяргиярви в системе р. Наровож и в озере Суоярви, где сиги уже перевелись.

Карповые рыбы, особенно такие наиболее ценные из них, как лещ, в Карелии мало распространены и распределились преимущественно в бассейне Онежского и Ладожского озер.

Распространение карповых ограничивается температурными условиями водоемов, а также историческими и промысловыми причинами. Плотва и укляя в некоторых озерах обитают в очень больших коли-

чествах, чему содействуют природные условия водоемов и слабая заинтересованность промысла в их вылове. Лещ, наоборот, привлек к себе слишком пристальное внимание промысла, и его запасы промыслом сильно подрываются.

Судак, как хищник, может находить себе пищу в водоемах не только южной, но и северной половины Карелии. Однако его нет в водоемах бассейна Белого моря. Распространение судака, очевидно, определяется прежде всего температурными условиями.

В Карелии среди колоссального количества и разнообразия озер есть такие, которые еще на долгие годы будут сохранять свои, так сказать, первобытные свойства, например, Ладожское и Онежское озера, большие озера бассейна Белого моря. Ихтиофауна таких озер, представляющая преимущественно лососевыми и родственными им рыбами, изменяется от естественных причин так же медленно, как и сами озера, но запасы и соотношения отдельных видов рыб таких озер могут изменяться под влиянием промысла.

Озера средних размеров, например, Тулемозеро, Ведлозеро, Сямозеро, обнаруживают на себе признаки как природных ухудшений, так и влияния промысла: увеличивается площадь водной растительности, снижается содержание кислорода в воде, лососевые рыбы выбывают, количество карповых и окуневых (плотвы, окуня и ерша) возрастает; промысел устремлен на лов наиболее ценных рыб — леща и судака (Сямозеро).

Водоемы малых размеров, к которым относится множество озер республики, в том числе Миккельское озеро и Крошнозеро, быстрее ухудшают свои гидрологические свойства и на них более заметно отрицательное воздействие промысла. В связи с этим опустошение запасов ценных рыб в таких озерах может явиться делом близкого будущего. В то же время на малых озерах доступнее проведение мероприятий по увеличению рыбных запасов и по организации правильного рыбного хозяйства.

Именно такие задачи и были поставлены при исследовании Миккельского озера и Крошнозера, т. е. в основу разработки мероприятий по повышению рыбной продуктивности этих озер были положены результаты изучения водоемов, их рыб и промысла.

Миккельское озеро и Крошнозеро, лежащие на водоразделе двух громадных бассейнов — Ладожского и Онежского озер, несомненно, входили раньше в общий большой водоем, имевший вид обширного озера или широкого пролива, который объединял эти озера и связывал их на западе с Ладогой, а на востоке — с Онегом. Связь с Онегом сохраняется у этих озер и в настоящее время: Крошнозеро — р. Матчелица — Миккельское озеро — р. Миккельская — Шотозеро, непосредственно входящее в р. Шую как ее расширенное плесо, и, наконец, — Онежское озеро.

Эту связь нетрудно проследить и на фауне рыб. Встречающиеся в незначительном количестве в Крошнозере и Миккельском озере сиги обнаруживают, по нашим определениям, морфологическое тождество, с одной стороны, с озерно-речным сегом шуйским (*Coregonus lavaretus lavaretoides* n. *schuensis* Pravdin), который в эти озера заходит из р. Шуи, с другой, — с разновидностью карельского сига (*Coregonus lavaretus karelikus* Pravdin), который сохраняется, хотя и в очень небольших количествах, в Крошнозере от того времени, когда он населял упомянутый большой водоем, достигавший до Сямозера. Шуйский сиг в Крошнозере удобных нерестилищ не имеет. Мелкий сямозерский сиг, хотя приспособился к жизни в Крошнозере и может здесь размножаться, но

численность его мала, а в Миккельском озере он не размножается. Очевидно, Миккельское озеро для сигов этого вида (*Coregonus lavaretus*) уже утратило свои прежние условия.

Крошнозерскую ряпушку, которая в этом озере продолжает находить условия для своего размножения, надлежит считать происшедшей от ладожской ряпушки, точнее от ладожского рипуса (*Coregonus albula* n. *ladogensis* Pravdin), проникшего в Крошнозеро в период его связи с Ладожским озером через пролив, проходивший по сямозерской впадине. Миграционный инстинкт ладожского рипуса и его высокая приспособляемость к условиям среды проявляются и ныне. Ряпушка из Крошнозера заходит в незначительных количествах в Миккельское озеро, но здесь для нее нет хороших нерестилищ.

Судак является промысловой рыбой в Крошнозере и в Шотозере, но в Миккельском озере его численность мала, размножение же его здесь ничтожно и даже весьма сомнительно. Эти три озера связаны между собой, но распределение и запасы судака в них различны. Несмотря на то, что судак, как хищник, мог бы иметь обильный корм и в Миккельском озере, однако здесь его мало.

В Миккельском озере наиболее ценной промысловой рыбой является лещ. Он приходит сюда для размножения из Шотозера и Крошнозера, а после нереста в большинстве возвращается обратно. Таким образом, лещ, когда-то имевший связь с ладожским лещом, теперь имеет общение с лещом онежским (через Шотозеро и р. Шую). В Крошнозере и Миккельском озере изредка встречается синец (*Abramis ballerus* Linné), который есть также в Ладожском озере, но которого нет в Онежском озере. Синец встречается также в Шотозере, Вагатозере, Сямозере и Ведлозере, но везде как большая редкость. Ясно, что синец прошел в перечисленные озера из Ладоги в период, когда через так называемый Онежско-Ладожский перешеек тянулся пролив между этими двумя озерами. Таким же путем прошел в бассейн р. Шуи голавль.

Следовательно, ихтиофауна Крошнозера и Миккельского озера своим происхождением обязана главным образом факторам историческим, а ее современное состояние и распределение находится прежде всего под воздействием факторов экологических и промысловых.

Физические и биологические свойства Миккельского озера и Крошнозера в современных условиях имеют существенные различия, которые по-разному сказываются на рыбах.

Миккельское озеро период своей олиготрофии уже закончило. Дно озера во многих местах сильно заилено, и его глубины ничтожны: максимальная глубина не достигает 3 м, общая площадь озера составляет всего 6,6 км<sup>2</sup>, до 30—40% прибрежной полосы занято водной растительностью. Бентоса и планктона озеро производит много: в летний период бентос достигает в среднем от 24 до 100 кг/га, зоопланктон — свыше 25 г/м<sup>3</sup>. Кислородный баланс Миккельского озера ухудшается настолько, что в прибрежных зарослевых участках обнаруживается сильный дефицит, доходящий зимой почти до полного отсутствия кислорода. Можно с уверенностью говорить, что зимой недостаток кислорода достигает высоких показателей во всем озере, включая и наиболее глубокие места. Освежение воды озера за счет поступления в него потока р. Матчелицы ничтожно; хотя озеро и можно отнести к числу проточных водоемов, но его проточность в большинстве участков совсем не ощущается, и водообмен в озере происходит медленно. Все это показывает, что Миккельское озеро переходит в водоем прудового характера, и этот переход ускоряет темпы своего развития. Такой

процесс не могут остановить или замедлить и те мелкие притоки озера, которые идут в него из заболоченных приозерных мест.

Крошноезеро по многим признакам отличается от Миккельского озера, хотя размеры его также малы: площадь озера составляет 8,9 км<sup>2</sup>. Грунты Крошноезера менее заилены, глубина озера достигает 13 м. Содержание кислорода в воде выше и угрожающего для жизни рыб дефицита его не наблюдается. Однако Крошноезеро идет по тому же пути, что и Миккельское, ослабляя свойства олиготрофного водоема и усиливая признаки евтрофирования. Травянистые заросли расширяются и в Крошноезере, увеличивается заиление. Количество бентоса очень большое: по наблюдениям 1953 г., оно составило 144 кг/га, но есть указания, что биомасса бентоса в Крошноезере достигает еще более значительных пределов. Зоопланктоном Крошноезеро также богато. Если Миккельское озеро приближается к прудовому состоянию, то Крошноезеро по гидрологическим и биологическим признакам остается олиготрофным водоемом, но имеющим сильно евтрофированные участки, и переход этого озера в прудовое состояние совершается медленнее, чем Миккельского озера. Еще на долгие годы Крошноезеро будет сохранять свойства, позволяющие обитать в нем таким рыбам, как лещ, судак и ряпушка.

Видовой состав, численность и поведение рыб Миккельского озера и Крошноезера находятся и изменяются в соответствии с названными свойствами этих водоемов, что особенно наглядно можно проследить на количественном распределении населяющих озера видов рыб и на их биологии.

Видовой состав ихтиофауны Миккельского озера и Крошноезера можно признать одинаковым. Правда, пока не обнаружены в Крошноезере язь (*Leuciscus idus* Linné) и голян (*Phoxinus phoxinus* Linné), встречающиеся в Миккельском озере. Следует отметить, что голян в карельских водоемах предпочитает держаться текучих (речных и ручьевых) вод, и его случайное нахождение в Миккельском озере, связанном с речками, следует отнести скорее к этим речкам, чем к самому озеру. Нахождение язя и голяна возможно и в Крошноезере. Елец (*Leuciscus leuciscus* Linné) встречается в р. Миккельской, куда он приходит из Шотозера, но в Миккельском озере не обнаружен.

В Крошноезере и Миккельском озере обитают и встречаются 13 видов рыб: ряпушка, сиг, щука, плотва, укля, лещ, синец, щиповка, налим, судак, окунь, ерш и бычок-подкаменщик.

Запасы (численность) рыб отдельных видов в том и другом озере различны. Ряпушка и судак в Крошноезере — рыбы промысловые, в Миккельском их мало, а в Шотозере запасы и ряпушки и судака больше, чем в Крошноезере. Уклеи больше и она крупнее в Крошноезере, чем в Миккельском. В обоих озерах очень большая численность плотвы, окуня и ерша, причем большее изобилие их в Миккельском озере. Налим многочислен и его больше в Крошноезере. То же можно сказать и о щуке, которая достигает больших размеров в Крошноезере. Сиг теперь уже не представляет промыслового значения ни в Крошноезере, ни, тем более, в Миккельском озере. В Миккельском озере сиг не имеет мест для своего размножения, а высокие летние температуры воды, доходящие в этом мелководном озере до 27°, не позволяют ему пользоваться имеющимися здесь высококормными пастбищами.

Еще больший интерес представляет поведение и вообще вся биология рыб рассматриваемых озер, особенно поведение леща.

Главные стада леща Крошноезера и Шотозера избрали местом для своего размножения Миккельское озеро, встречая в нем нужные для

этой цели условия: мелководье, высокую прогреваемость воды, обилие травянистых зарослей. Здесь лещ откладывает свою икру преимущественно на водяной мох и на другие водные растения. Здесь же молодой лещ проводит первые дни и месяцы своей жизни, находя в зарослевой затишной зоне хороший корм первоначально в виде зоопланктона. Некоторое количество молоди леща остается в Миккельском озере и зимой, но большая часть ее уходит в Шотозеро и, вероятно, в Крошнозеро. Взрослый лещ, выполнивший акт своего размножения в Миккельском озере, обычно возвращается в Шотозеро и Крошнозеро, где проводит зиму. Часть взрослого леща можно встретить в Миккельском озере и зимой, но общая картина миграций (кочеваний) леща не меняется: Миккельское озеро является естественным инкубатором для крошнозерского и шотозерского леща, а Крошнозеро и Шотозеро — выростными водоемами. По отношению к Крошнозеру это вполне доказано проведенными на нем исследовательскими работами. В отношении Шотозера, на котором систематических круглогодичных исследований еще не проведено, выводы пока основываются на небольших и весьма краткосрочных наблюдениях, которые все же имеют значение.

Указанные миграции леща могут быть поставлены в связь со следующими причинами. Мелководное Миккельское озеро в летнее время прогревается раньше, чем Шотозеро и Крошнозеро. В 1954 г. в последней декаде мая температура воды в Миккельском озере достигала 12—18°, а в первой декаде июня 20—21°. При данных температурах происходит нерест леща. В Крошнозере же в начале июня температура воды была только около 12°.

Естественно, что при таких температурных условиях лещ и собирается в Миккельское озеро на нерестилища, направляясь к ним из более прохладных крошнозерских и шотозерских вод. Шотозерский лещ, подготовивший свои половые продукты к выметыванию и встретивший струю потеплевшей воды, направляющуюся из Миккельского озера через р. Миккельскую в Шотозеро, подымается навстречу такому потоку и заходит в Миккельское озеро.

Труднее объяснить нерестовую миграцию крошнозерского стада леща, которое идет в Миккельское озеро из Шотозера по течению р. Матчелицы. Как правило, нерестовые миграции большинства рыб совершаются против течений воды, а не по течениям. В данном случае нерестовая миграция крошнозерского леща по течению р. Матчелицы, может быть, имеет причины исторические.

В прошлые времена Миккельское озеро могло быть заливом Крошнозера, не отделявшимся от последнего речкой. На это указывает и рельеф местности: между Крошнозером и Миккельским озером все течение р. Матчелицы, имеющей длину 1,5 км, проходит по заболоченной низине, чуть-чуть спускающейся от Крошнозера к Миккельскому озеру. В этот залив, ныне Миккельское озеро, и стремился лещ на нерест. Такой инстинкт хода леща на миккельские нерестилища сохраняется и в настоящее время. Кроме того, могло быть, что при больших уровнях Миккельского озера р. Матчелица спускала миккельскую воду и в Крошнозеро, тогда нерестовые миграции крошнозерского леща могли совершаться обычным порядком, т. е. навстречу течению.

При меженных уровнях поверхность Миккельского озера лежит чуть ниже поверхности Крошнозера. К осени вода в Миккельском озере остывает раньше (с конца июля — начала августа) и быстрее, чем в более глубоких Крошнозере и Шотозере, и лещ, как рыба, предпочитающая теплые воды, должен покинуть Миккельское озеро. В действительности так и происходит. Заиленность Миккельского озера,

снижающая содержание растворенного в воде кислорода, также содействует уходу леща.

Помимо температурного и газового фактора на поведение леща в большой степени влияет фактор пищевой. Для молодого и взрослого леща в Миккельском озере есть хороший и обильный корм в виде поедаемого им зоопланктона и бентоса, но такой же корм поедают и другие рыбы: плотва, ерш, окунь.

Пищевая конкуренция между плотвой и лещом возникает с первых стадий их самостоятельной жизни. Личинки плотвы и леща, а затем и их молодь пасутся на одних и тех же местах и поедают один и тот же корм. Места и сроки нереста плотвы и леща в Миккельском озере почти совпадают, но выход из икры личинок плотвы обычно опережает выход личинок леща. Последнее отрицательно сказывается на благополучии леща, так как его личинки встречаются на пастбищах с ранее вышедшими и более сильными личинками плотвы.

Сходство сроков и мест размножения плотвы и леща подтверждаются и не столь редкими случаями поимки гибридов плотвы и леща. Мы наблюдали гибрида, пойманного в Крошнозере 28 июля 1953 г. Это был самец с развитыми половыми продуктами в возрасте 5—6 лет. У гибрида были лучше выражены признаки плотвы, и только большое количество лучей (более 20) в анальном плавнике сближало его с лещом.

Конкурентами лещу в пище, безусловно, следует признать также ерша и мелкого окуня (крупные окуни поедают и молодь самого леща).

Судак, вследствие его малочисленности в Миккельском озере и употребления им в пищу таких рыб, как ерш, окунь и плотва, отрицательного влияния на запасы леща оказывать не может или оказывает его лишь в незначительной мере. Нельзя сказать также, что судак в Крошнозере, где его численность более, чем в Миккельском озере, вредно влияет на запасы крошнозерского стада леща. Исследования показали, что в Крошнозере судак питается преимущественно окунем и ершом, а леща поедает редко.

Щука в молодых и старших возрастах ведет себя настоящим хищником и расселяется по всему озеру, предпочитая преимущественно травянистые участки. Пищей щуке служат окунь, ерш, плотва и лещ.

Характер существующего на Миккельском озере промысла наносит очень большой вред запасам леща Крошнозера, Шотозера и Миккельского озера. Во-первых, — в результате вылова производителей, направляющихся на нерестилища. Такой вылов особенно интенсивно развит в р. Матчелице, в самом Миккельском озере, а также в р. Миккельской. Общая площадь установленных в Миккельском озере лещовых нерестилищ определяется в пределах 20 тыс.  $m^2$  (2 гектара), а засеивается икрой леща в последние годы только от 150 до 450  $m^2$ , т. е. 0,8—2,3% общей нерестовой площади. Во-вторых, применение неводного лова леща (и других рыб) на лещовых нерестилищах механически губит отложенную там икру леща. В-третьих, все еще продолжается лов молодого леща в возрасте 3—6 лет, когда лещ не достиг половой зрелости. Такая промысловая практика в корне подрывает запасы леща. Наконец, слабый отлов таких конкурентов леща, как плотва, ерш и мелкий окунь, также содействует подрыву лещовых запасов.

Отрицательный характер имеет промысел и на Крошнозере, но там его влияние на запасы леща сказывается в меньшей мере, потому что в Крошнозере нерестует малое количество леща, однако вылов неполовозрелого леща производится и в Крошнозере и в р. Миккельской.

Рассмотренные свойства Миккельского озера и Крошнозера, особенности биологии рыб, населяющих эти озера, и характер существую-

щего промысла показывают, что ихтиофауна данных озер, как и всяких других водоемов, находится под непрерывным воздействием самого водоема, существующих взаимоотношений между отдельными видами рыб и формы хозяйственного использования рыбных запасов. Поэтому каждое мероприятие, направленное на улучшение и повышение рыбной продуктивности водоема, должно основываться на возможно полном изучении водоема, его рыб и промысла.

Опыт такого изучения был организован на Миккельском озере и Крошнозере и имеет все основания быть распространенным на другие озера Карелии, что и осуществляется Карельским филиалом Академии наук СССР, в плане Института биологии которого поставлена тема по исследованию сязозерской группы озер.

Актуальность подобных работ очевидна. Факты, рассмотренные в отношении Миккельского озера и Крошнозера, являются обычными для большинства карельских озер. Общая рыбная продуктивность озер республики невысокая, запасы наиболее ценных промысловых рыб по природным и хозяйственным причинам снижаются, всюду требуется повышение этих запасов, что вполне достижимо и по возможностям советской науки, и по возможностям советского рыбного хозяйства.

В продолжение трех лет (1952—1954 гг.) Карело-Финским филиалом Академии наук СССР велись исследования, направленные на разрешение вопросов повышения рыбной продуктивности, именно повышения запасов ценных промысловых рыб Миккельского озера и Крошнозера.

Работы были сосредоточены на леще, который представляет высококачественный пищевой объект, но вместе с тем в Карелии имеет весьма ограниченное распространение и в общей добыче рыбы по внутренним водоемам составляет в весовом отношении 5—6%. Увеличение запасов леща настоятельно диктуется рыбным хозяйством республики.

В целях всестороннего изучения данной темы к ее выполнению были привлечены ихтиологи, гидробиологи, гидрологи, гидрохимики и паразитологи; в разработке материалов по промыслу принимал участие сотрудник Министерства рыбной промышленности республики инженер К. В. Лузгин.

Объединение всех научных материалов, полученных при исследовании Миккельского озера и Крошнозера, позволяет дать биологические обоснования к организации на этих озерах более правильного рыбного (лещового) хозяйства.

Исследования, проведенные на Миккельском озере и Крошнозере, дали следующие основные результаты:

1. Крошнозеро переходит, а Миккельское уже перешло из типа олиготрофного в тип евтрофного водоема. На основании этого оба озера могут быть использованы для культуры леща (и сазана), а также для культуры гибрида сазана и карася. Большое количество зоопланктона позволяет ввести сига, пелядь или даже организовать однолетнее выращивание ряпушки в Миккельском озере.

2. Пустующие нерестилища леща нужно обеспечивать засевом икры леща путем пропуска на нерестилища производителей леща (или путем искусственного засева нерестилищ икрой леща).

3. Необходимо рационализировать промысел рыбы на Миккельском озере и Крошнозере; вести энергичную борьбу с плотвой, ершом и расой мелкого окуня.

4. Достиженные результаты комплексного исследования могут быть перенесены на другие озера такого же типа, как Миккельское и Крошноозеро, причем последующие работы требуют постановки исследований

---

по фитопланктону, физиологии рыб, а также микробиологических исследований.

5. Работы, проведенные на Миккельском озере и Крошнозере, приводят нас к новому этапу исследований, еще более серьезных и более тесно связанных с интересами построения рационального рыбного хозяйства на озерах республики.

---

Д. Г. ВЕБЕР и В. Ф. ТИТОВА

## РЫБЫ ОЗЕР МИККЕЛЬСКОГО И КРОШНОЗЕРА

Озера Миккельское и Крошнозеро в прошлом, как указывает И. Ф. Правдин, представляли собой один водоем. В настоящее время эти озера соединены небольшой сильно заросшей речкой Матчелицей, которая еще дает возможность рыбам совершать давно сложившиеся пути миграций из одного конца в другой когда-то большого водоема.

Прошлое отложило отпечаток на состав ихтиофауны озер. В обоих озерах встречены представители шести семейств:

## I. Семейство Salmonidae:

1. Сиг: а) *Coregonus lavaretus karelicus* (typ.) Pravdin;  
б) *Coregonus lavaretus lavaretoides n. schuensis* Pravdin;
2. Ряпушка — *Coregonus albula* Linné.

## II. Семейство Esocidae:

3. Щука — *Esox lucius* Linné.

## III. Семейство Cyprinidae:

4. Плотва — *Rutilus rutilus* (Linné);  
Помесь плотвы и леща — *Rutilus rutilus* (L.) × *Abramis brama* (L.);
5. Язь — *Leuciscus idus* (Linné);
6. Гольян — *Phoxinus phoxinus* (Linné);
7. Уклея — *Alburnus alburnus* (Linné);
8. Лещ — *Abramis brama* (Linné);
9. Синец — *Abramis ballerus* (Linné).

## IV. Семейство Cobitidae:

10. Щиповка — *Cobitis taenia* Linné.

## V. Семейство Gadidae:

11. Налим — *Lota lota* (Linné).

## VI. Семейство Percidae:

12. Судак — *Lucioperca lucioperca* (Linné);
13. Окунь — *Perca fluviatilis* Linné;
14. Ерш — *Acerina cernua* (Linné).

## VII. Семейство Cottidae:

15. Подкаменщик — *Cottus gobio* Linné.

В Миккельском озере насчитывается 13 родов и 15 видов рыб; в Крошнозере — 11 родов и 13 видов. В Крошнозере не обнаружены два вида рыб: *Leuciscus idus* и *Phoxinus phoxinus*, представители которых в Миккельское озеро заходят из р. Миккельской и встречаются чаще всего около истока этой реки. Следует отметить в обоих озерах наличие помеси плотвы и леща, часто встречающейся в озерах Карелии.

Своеобразие физических условий Миккельского озера и Крошнозера сказывается на их ихтиофауне. В более глубоководном и менее заросшем растительностью Крошнозере в значительном количестве обитают ряпушка и судак. В мелководном Миккельском озере преобладают карповые, более теплолюбивые рыбы. Миккельское озеро является местом размножения леща, заходящего сюда из озер Крошнозера и Шотозера.

В настоящей статье большее внимание уделяется лещу, как основному объекту проведенных исследований. Уделено также внимание и другим промысловым рыбам. Описания сига, ряпушки, щуки, помеси плотвы и леща, голяна, уклей, синца, щиповки, налима, судака и подкаменщика составлены Д. Г. Вебер; описания плотвы, язя, леща, окуня и ерша — В. Ф. Титовой.

1. СИГ<sup>1</sup>

а) Малотычинковый сиг карельский — *Coregonus lavaretus karelicus* (typ.) Pravdin;

б) Сиг шуйский — *Coregonus lavaretus lavaretoides* n. schuensis Pravdin.

По определению И. Ф. Правдина, в Крошнозере и изредка в Миккельском озере встречаются две формы сига:

а) малотычинковый местный сиг;

б) сиг шуйский, который из р. Шуи подымается в озера Миккельское и Крошнозеро по р. Миккельской, где он отлавливается мережами. В Крошнозере шуйский сиг весом до 1145 г и длиной *ac* до 44,7 см попадал в сети во время опытного лова в июле 1953 года.

Промыслового значения в этих озерах сига не имеют. Они встречаются в качестве примеси при сетном лове. Очевидно, сига в Крошнозере и особенно в Миккельском озере уже не находят благоприятных условий для своего существования, но в Крошнозере сиг еще может жить.

2. РЯПУШКА — *COREGONUS ALBULA* (LINNÉ)<sup>2</sup>

В озерах Карелии обитают две группы ряпушки: крупная и мелкая. Ряпушка Крошнозера не является особо мелкой. В летних уловах 1953 г. она достигала 52 г и 17 см длины по *ac* (до конца средних лучей *C*). В летних промысловых уловах преобладала ряпушка весом 12—18 г и размером 10—12 см.

О распространении ряпушки в озерах Карелии первые сведения встречаются в материалах Олонецкого губернского земства (1915), где указано, что ряпушка на территории бывшей Олонецкой губернии обитала в 431 озере из 2733.

По уточненным данным С. В. Герда (1949), ряпушка встречается в 332 озерах из 800, что составляет 41,5% обследованных водоемов.

<sup>1</sup> При указании линейных размеров рыб даются следующие обозначения: *av* — длина всей рыбы, *ac* — длина до конца средних лучей *C*, *ad* — длина до конца чешуйного покрова.

<sup>2</sup> У карелов — ряпи, у финнов — *miikki*.

Ряпушка указывается и для Крошнозера (1915). В настоящее время в Крошнозере ряпушка встречается как в южной, так и в северной его части. Отсюда ряпушка, видимо, мигрирует через Миккельское озеро в Шотозеро, так как единичные экземпляры ряпушки залавливали в Миккельском озере и в р. Миккельской, впадающей в Шотозеро.

Нерест ряпушки в Крошнозере совпадает с ледоставом. В 1953 г. нерестующий экземпляр ряпушки в сетях был обнаружен 29 октября. Места нереста ряпушки расположены вдоль берега напротив деревни Ершнаволок, где находится луда и глубины не превышают 1,5 м. В Миккельском озере мест нереста ряпушки не встречено; вероятно, она здесь не нерестует.

Определение возраста ряпушки Крошнозера из летних промысловых уловов (по чешуе у 171 экз.) показало, что в промысле встречается ряпушка пяти возрастных групп: от сеголетков до пятилетних особей. Преобладают в промысле двухлетние ряпушки. Размеры и вес ряпушек из Крошнозера по отдельным возрастным группам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Возрастные размеры и вес ряпушки из Крошнозера  
(июнь—август 1953 г.)

Возраст	Длина <i>ас</i> (в см)			Вес (в г)			Количество экз.
	наименьшая	наибольшая	средняя	наименьший	наибольший	средний	
0+	5,1	6,3	5,7	1,09	1,88	1,54	6
1+	10,3	12,5	11,3	10,30	20,70	14,60	129
2+	10,9	14,3	12,5	13,70	28,50	21,10	22
3+	14,3	16,2	14,9	28,00	38,00	33,30	12
4+	16,8	17,0	16,9	49,00	52,00	50,50	2
Среднее	5,1	17,0	11,6	1,1	52,0	16,7	171

Размеры крошнозерской ряпушки изменялись в пределах 5,1—17 см при средней длине 11,6 см. Средний вес ряпушки равнялся 17 г при наименьшем весе в 1,1 г и наибольшем — в 52 г. По размерам ряпушка Крошнозера близка к мелкой ряпушке Топозера Пряжинского района (Беляева, 1951); растет она быстрее онежской ряпушки (из Толвуйского Онега). Вес ряпушки из Крошнозера по отдельным возрастным группам выше веса ряпушки из Толвуйского Онега (табл. 2).

Таблица 2

Возрастные размеры ряпушки в озерах Карелии  
(длина в см до конца средних лучей хвостового плавника)

Водоем	Время наблюдения	Возраст			
		1+	2+	3+	4+
Онежское озеро (Толвуйское Онега) . . . . .	Октябрь—ноябрь 1946 г. (по данным В. В. Покровского, 1953)	10,5	12,0	13,2	15,5
Пяозеро . . . . .	Лето 1935 г. (по данным В. Г. Мельянцева, 1954)	10,5	12,2	14,1	—
Топозеро . . . . .	Сентябрь 1948 г. (по данным К. И. Беляевой, 1951)	11	12	13	17
Сямозеро . . . . .	1934 г. (по данным В. В. Покровского, 1953)	10,7	11,6	12,8	14,9
Крошнозеро . . . . .	Июнь—август 1953 г. (по данным Д. Г. Вебер)	11,3	12,5	14,9	15,9

Ряпушка — ценная промысловая рыба, но роль ее в промысловых уловах в Крошнозере, а тем более в Миккельском озере, мала. В летние месяцы (в июле) ряпушка залавливается сетями, с наступлением темных ночей (в августе) ряпушка подходит к берегам южной части Крошнозера и здесь ее добывают неводами. Во время нереста ряпушки промыслового лова на Крошнозере нет. Среднегодовой улов ряпушки в Крошнозере за период с 1945 по 1954 год, по данным рыболовецких колхозов, составил 7,09 ц, в Миккельском озере — 0,3 ц, или соответственно 3,8 и 0,13% общего среднегодового вылова рыбы в каждом водоеме.

Крошнозеро еще на долгое время может обеспечивать существование в нем ряпушки.

### 3. ЩУКА — *ESOX LUCIUS* (LINNÉ)<sup>1</sup>

Щука является самым обычным представителем ихтиофауны Карелии. По данным Олонецкого губернского земства (1915), из 2733 учтенных озер 87% населены щукой. Обитает щука также в Миккельском озере и Крошнозере.

В Миккельском озере встречена щука весом 12 кг и длиной (*ad*) 113 см; в Крошнозере — весом 4,6 кг, длиной 84 см. М. Б. Зборовская (1948) указывает, что в Крошнозере водится щука весом до 15 кг. Наиболее часто добывается щука размером 50—60 см. По размерам щука рассматриваемых озер не выделяется в сравнении со щукой из других водоемов Карелии. Распространена щука по всей площади озер, особенно в прибрежной зарослевой зоне.

В Крошнозере и Миккельском озере щука начинает питаться рыбой на первом году жизни, достигнув 4—5 см. Из вскрытых в мае и августе 1953 г. 335 желудков щук 37% оказались пустыми.

В составе пищи щуки встречены окунь, плотва, ерш, лещ, уклея и щука. По количеству заглоченных экземпляров первое место принадлежит окуню: в 209 желудках щуки с пищей из Миккельского озера было найдено 97 экз. окуней, 61 экз. плотвы, 51 экз. ершей, 13 экз. леща, 5 экз. уклеи и 3 экз. щуки.

Первое место по количеству экземпляров падает на долю окуня и в составе пищи щуки из Крошнозера: в 18 вскрытых желудках крошноозерской щуки встречены 21 экз. окуня, 4 экз. плотвы, ерш и ряпушка. Как видно из приведенных данных, по количеству заглоченных экземпляров щука больше всего истребляет малоценную рыбу: мелкого окуня, плотву, ершей.

Роль щуки в промысле незначительна. В Миккельском озере и Крошнозере она добывается при неводном и сетном ловах. Отлавливается щука слабо, о чем свидетельствуют крупные размеры рыбы (до 12 кг). Среднегодовой вылов щуки за период с 1945 по 1954 год в Миккельском озере составлял 17,5 ц, в Крошнозере — 5,7 ц, или соответственно 7,3 и 3,1% среднегодового вылова всей рыбы в каждом из названных водоемов.

### 4. ПЛОТВА — *RUTILUS RUTILUS* (LINNÉ)<sup>2</sup>

Характеристика плотвы дается на основе обработки 725 экземпляров из неводного и сетного уловов, из них 508 штук из Миккельского озера и 217 — из Крошнозера. Средний размер плотвы из Миккельского озера 11 см, средний вес 26 г. Средний размер плотвы из Крошнозера 11,3 см, средний вес 30,8 г. Наибольший размер плотвы, по нашим материалам, достигал 29 см, вес — 500 г.

<sup>1</sup> У карелов — хауги, у финнов — hauki.

<sup>2</sup> У карелов — сярги, у финнов — särki, местное название — сярги.

В Миккельском озере плотва является постоянной обитательницей. В количественном отношении она представлена довольно богато (15% от общего количества выловленной неводом рыбы) и уступает в этом отношении только окуню и ершу.

В летний период плотва держится в береговой зоне, в зарослях высшей водной растительности, где бывает хорошая прогреваемость до дна, благоприятные кислородные условия, обеспеченность пищей. Наиболее часто плотва встречается по восточному берегу: в районе деревни Лахты, у истока р. Миккельской и устья р. Матчелицы.

Крайне редко (менее 1% от общего количества выловленной неводом плотвы) встречена плотва по западному берегу. Обитает плотва летом и на середине озера на илистом грунте, поверхностный слой которого богат органическими веществами, доставляющими плотве обильный корм.

Зимой плотва держится в восточной и юго-восточной частях центрального плеса, так как зимой эти участки наиболее благоприятны в кислородном отношении.

Половозрелости плотва достигает в 3—4 года, самцы созревают на год раньше самок. Абсолютная плодовитость плотвы из Миккельского озера колеблется от 2560 до 56700 икринок, средняя ее плодовитость 6100 икринок.

Нерестится плотва во второй половине мая. В 1952 г. нерест плотвы начался 30 мая при температуре воды 12,5°C. В 1953 г. начало нереста отмечено 18 мая при температуре воды 14,6°C. В 1954 г. нерест начался 24 мая при температуре воды 14,2°C.

Нерестилища плотвы расположены там же, где и лещовые нерестилища: вдоль берега от истока р. Миккельской к мысам Хаубаннёкка и Хопуннёкка, около ручьев Пограноя и Сулгуоя, около устья р. Матчелицы. Икру плотва откладывает на корни осоки, полужника, стебли тростника, хвоща и водяного мха.

Соотношение полов в течение нерестового периода не одинаково: вначале преобладают самки (до 88%). В разгар нереста соотношение полов близко 1 : 1, в конце нереста опять отмечено значительное преобладание самок. Нерестовое стадо представлено в основном четырех-семигодовалыми особями. Размеры нерестовой плотвы от 9,4 до 13,3 см.

Возрастной состав плотвы характеризует таблица 3.

Таблица 3

Размеры и вес плотвы из Миккельского озера и Крошнозера

Показатели	Водоем	В о з р а с т													
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+
Длина тела ( <i>ad</i> в мм)	Миккельское озеро . . .	51	66	82	95	110	122	134	144	151	154	—	220	216	—
	Крошнозеро . . .	44	66	84	95	109	128	134	150	162	185	—	164	—	290
Вес (в г)	Миккельское озеро . . .	2	5	12	15	23	31	40	53	61	66	—	146	—	—
	Крошнозеро . . .	2	5	9	15	23	38	43	68	81	102	—	69	—	500

Сопоставляя темп роста плотвы из Миккельского озера и Крошнозера с темпом роста плотвы из других водоемов Карелии (рис. 1), можно отметить более медленный рост плотвы из Миккельского озера и Крошнозера, хотя эти водоемы благоприятны для жизни и размножения плотвы.

Миккельское озеро — мелководный, хорошо прогреваемый водоем с густыми зарослями водной растительности. Благоприятны условия для

жизни и размножения плотвы и в Крошно-озере, особенно в его северо-западной части, поэтому можно было бы ожидать в этих озерах интенсивного роста плотвы. Однако данного явления не наблюдается ни в одном из указанных озер. Повидимому, медленный темп роста плотвы здесь можно объяснить тем, что плотва, быстро размножаясь в благоприятных для нее условиях, испытывает перенаселенность.

В пище плотвы Миккельского озера насчитывается до 10 компонентов. Основной пищей являются перифитон, ручейники и макрофиты, причем состав пищи не остается постоянным. Не постоянен и индекс наполнения. По данным В. А. Соколовой (1956), наибольший индекс наполнения наблюдается в июле, наименьший — в мае. В питании плотвы из Крошнозера главную роль играет детрит с богатой фауной микробентоса.

В обоих озерах плотва в количественном отношении является одной из основных промысловых рыб и по значению в промысле Миккельского озера стоит на втором месте, в Крошнозере — на первом. В общем улове рыбы в Миккельском озере улов плотвы составляет 27%, в Крошнозере — 42,8%. Основной промысел в Миккельском озере производится в мае и июне, т. е. в нерестовый период. Летом, осенью и зимой промысел развит слабо. Но в те годы, когда существовал летний и осенне-зимний промысел плотвы, он давал довольно хорошие результаты. Так, в 1946 г. июльские уловы плотвы дали 13% годового ее улова, а августовские — 25%. В сентябре 1949 г. улов плотвы составил 16% от ее общегодового улова.

В условиях Миккельского озера и Крошнозера плотва является нежелательным компонентом ихтиофауны. В Миккельском озере плотва, потребляя бентос, конкурирует в питании с лещом. Эта конкуренция особенно сильно сказывается на личиночных стадиях развития.

Отлов плотвы лучше производить в момент подхода ее к нерестилищам, не давая ей возможности отложить икру. Отложенную икру плотвы следует уничтожать.

#### ПОМЕСЬ ПЛОТВЫ И ЛЕЩА — *Rutilus rutilus* (L.) × *Abramis brama* (L.)

В Крошнозере найден экземпляр плотвы с удлинненным анальным плавником (АИ 15). Глоточные зубы 5—5. Структура чешуи и форма тела как у плотвы. По определению И. Ф. Правдина, это — помесь плотвы и леща: на чешуе хорошо выражена радиальная испещренность (три резкие радиали), свойственная плотве.

Помесь плотвы с лещом встречается в Миккельском озере. Нахождение такого гибрида в Крошнозере является лишним доказательством, что лещ нерестует и в этом озере.

#### 5. ЯЗЬ — *Leuciscus idus* (Linne)

Длина тела язя варьирует от 7,5 до 34 см при средней длине 27,6 см и среднем весе 455 г. В Миккельском озере язь является ред-

<sup>1</sup> У карелов — савне, у финнов — säynäs.

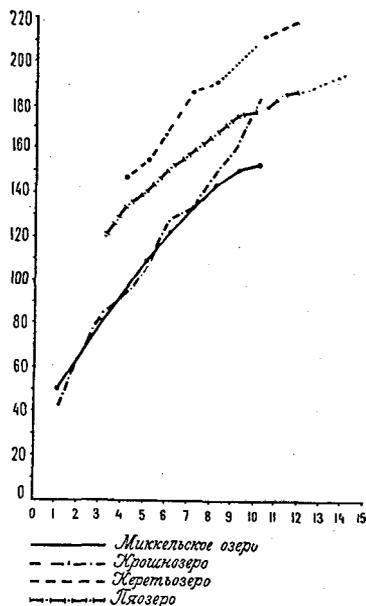
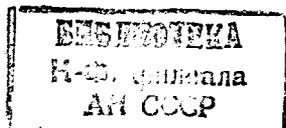


Рис. 1. Рост плотвы в различных водоемах.



кой рыбой: здесь встречены лишь единичные экземпляры его. Более часто встречается язь в р. Миккельской, где он ловится в мережи. Возрастной состав, размеры и вес язя показаны в таблице 4.

Размеры и вес язя

Таблица 4

Возраст	Длина <i>ad</i> (в мм)			Вес (в г)			Количество экз.
	наименьшая	наибольшая	средняя	наименьший	наибольший	средний	
5+	260	300	273	325	550	448	6
6+	257	320	288	295	750	479	24
7+	300	320	310	485	598	542	2

В пище язя найдены остатки рдестов, личинки Simulidae, ручейников, водяные ослики. Промыслового значения язь, ввиду его малочисленности, не имеет.

#### 6. ГОЛЬЯН — PHOXINUS PHOXINUS (LINNÉ)

По данным П. В. Зыкова, голяян встречается в Миккельском озере. Один экземпляр его был пойман в 1952 году. Об единичных количествах голяяна в озере свидетельствуют и вскрытия хищных рыб: мы ни разу не обнаружили голяяна в их кишечниках.

#### 7. УКЛЕЯ — ALBURNUS ALBURNUS (LINNÉ)<sup>1</sup>

Уклея обитает в Миккельском озере и в Крошнозере. В Миккельском озере она достигает 25 г веса и 13 см длины (*ad*). Уклея таких же размеров встречается и в Крошнозере. По данным Олонецкого губернского земства (1915), уклея встречена в 5,1% описанных озер на территории бывшей Олонецкой губернии.

Нерест уклеи в Миккельском озере в 1952—1954 гг. начинался 2—15 июня при средней температуре воды 16,2°C.

Места нереста уклеи в Миккельском озере расположены вдоль восточного побережья, от ручья Каскеноя до деревни Миккелицы, на мелководных каменистых местах.

В ичкиках уклеи, находящихся в четвертой стадии развития, встречена икра двух размеров. Диаметр одних икринок 1,01—1,15 мм, а других — 0,48—0,56 мм. Количество крупных икринок у уклеи размером 8,9—11,2 см колебалось от 3155 до 1304 штук, а мелких — от 2326 до 652 штук. Это указывает на наличие порционного икрометания у уклеи Миккельского озера.

Промыслового значения уклеи не имеет. Добывается она наряду с другими рыбами неводом и сетями, но в обоих озерах численность уклеи большая.

#### 8. ЛЕЩ — ABRAMIS BRAMA (LINNÉ)<sup>2</sup>

Характеристика размеров, темпа роста, возрастного и полового состава дается на основе обработки 3887 экземпляров леща, из них 3567 экз. леща из Миккельского озера и 320 экз. — из Крошнозера. Материал собран в течение 1952, 1953 и 1954 гг.

<sup>1</sup> Местное — салага, у финнов — salakka.

<sup>2</sup> У карелов — лахне, у финнов — lahna, местное название — лахне.

Наибольший размер леща в нашем материале 60 см при весе 4,6 кг. Средний размер леща в нерестовый период 1952 г. был равен 36 см, средний размер в уловах 1953 г. — 29 см.

Миккельское озеро является естественным нерестилищем для леща, идущего на нерест из Крошнозера и Шотозера. В небольших количествах лещ обитает в Миккельском озере и в летний период, поэтому Миккельское озеро можно рассматривать не только как естественный инкубатор леща, но и как нагульный водоем для молоди и отчасти для взрослого леща. В весенний период взрослый лещ концентрируется на местах нереста, которые расположены в литоральной зоне вдоль берега от истока р. Миккельской к мысам Хаубаннёкка и Хопуннёкка, около ручьев Пограноя и Сулгуоя, в предустьевом пространстве р. Матчелицы. В Крошнозере в весенний период лещ скапливается на нерестилищах, расположенных в двух заливах, прилегающих к истоку р. Матчелицы. Вместе с половозрелым лещом к местам нереста приходит и неполовозрелый. В 1953 г. прилов неполовозрелого леща составлял 40%.

Молодь леща обитает главным образом в центральной части Миккельского озера и по восточному берегу, но не у самого берега, а на некотором расстоянии от него, на местах с илистым грунтом. Взрослый лещ в Миккельском озере, повидимому, не зимует. Основные места зимовки его находятся в южной части Крошнозера и в его глубоководных участках между деревьями Ершнаволок и Гонганалицы.

Половой зрелости самки леща достигают в массе своей в возрасте 9 лет при длине тела 28 см и весе 500 г; самцы становятся половозрелыми на год раньше, в 8—7 лет.

Плодовитость леща, пришедшего в Миккельское озеро из Крошнозера и Шотозера, — 59 288—501 380 икринок, средняя плодовитость — 158 184 икринки (по 58 пробам).

Подход леща к местам нереста в Миккельском озере в 1952 г. начался в ночь с 31 мая на 1 июня при температуре воды 12,5°С. Закончился подход леща 4 июня при температуре воды 15,3°. В 1953 г. наблюдалось два массовых подхода леща на нерест: с 18 по 22 мая при температуре воды 12—15° и с 3 по 5 июня при температуре воды 18—20°С.

Нерестилища леща расположены в литоральной зоне и в предустьевых пространствах рек и ручьев на глубине 0,2—1,4 м. Субстратом для откладки икры служат корни и стебли прошлогодней растительности: осока, водяной мох, реже стебли хвоща, тростник и молодой полушник.

Анализ темпа роста леща (табл. 5) показывает, что лещ в Миккельском озере и Крошнозере имеет небольшие линейные годовые приросты, колеблющиеся от 1 до 3 см. Относительно быстрее растет лещ в длину в первые 4—5 лет, после чего приросты постепенно уменьшаются. С пяти лет наблюдается увеличение весовых приростов леща, которые продолжают в течение 2—3 лет, но на 8—9 году падают, что, повидимому, связано с наступлением половой зрелости.

Предельный возраст леща, по нашим материалам, 27 лет (самка размером 60 см, весом 4,6 кг). Основная масса улова леща (79,8%) падает на возрастные группы 9, 10, 11 лет. Особи старше 11 лет в уловах встречаются редко, на их долю приходится 11%.

Соотношение полов у неполовозрелого леща близко 1 : 1. С девятилетнего возраста это соотношение нарушается значительным преобладанием самок. Вероятно, здесь сказывается влияние промысла: самцы раньше самок становятся половозрелыми, раньше приходят к местам нереста и раньше подвергаются воздействию промысла.

Размеры и вес леща из Мик

Водоем	Показатели	В о з р а с т					
		1	2	3	4	5	6
Миккельское озеро . . .	Длина (в мм)	36	66	89	100	114	159
	Вес (в г)	0,9	6,2	13,6	19,0	28,2	102,4
Крошнозеро .	Длина (в мм)	—	—	81,7	98,5	114	145
	Вес (в г)	—	—	8,6	18	28,7	65,4

Пищей лещу (по материалам В. А. Соколовой, 1956) служат тендипиды, ручейники, водяные ослики, пизидиум, детрит. По частоте встречаемости в питании леща первое место занимает детрит с донными кладоцерами, второе место — личинки тендипид и других насекомых.

В Миккельском озере лещ вылавливается в основном в период нереста, т. е. в мае — июне. В уловах рыбы в Миккельском озере лещ занимает первое место (до 40% от общего улова). После нереста лов леща в Миккельском озере прекращается и переносится на Крошнозеро. За последние 10 лет вылов леща колебался в пределах от 83,9 до 191,8 ц. Следует отметить постепенное падение уловов крупного леща и увеличение процента вылова мелкого леща: с 7,8% в 1945 г. улов мелкого леща вырос до 49,8% в 1953 г. Наибольшее количество мелкого леща вылавливается в Крошнозере в зимний период при облове неводом зимовальных ям. Много неполовозрелого леща вылавливается и в Миккельском озере при неводном лове в период нереста.

Промысел леща интенсивно развит в весенний период, причем орудия лова стоят на всем пути следования леща к местам нереста, вследствие чего путь к нерестищам затруднен, и большинство производителей вылавливается до нереста. На нерестищах производится лов неводами, что ведет к уничтожению большого количества развивающейся на нерестищах икры леща.

Следует отметить, что промысел на Миккельском озере построен нерационально: леща ловят на нерестищах во время нереста, в реках при подъеме и скате, на зимовальных ямах.

Для сохранения запасов леща необходимо запретить неводной лов леща в весенний период на местах нереста, а также вылов скатывающейся и подымающейся молоди леща в реках Миккельской и Матчелице. Хороший результат по увеличению численности леща может дать организация массового отлова малоценных рыб.

#### 9. СИНЕЦ — *ABRAMIS BALLERUS* (LINNÉ)

В Миккельском озере и в Крошнозере встречается синец, 18 мая 1953 г. в Миккельском озере был пойман экземпляр весом 437 г и длиной (*ad*) 30,3 см. Это оказалась самка с половыми продуктами, готовыми к нересту (в стадии IV—V).

Синец обнаружен также в Сямозере и Ведлозере, связанном с Ладожским озером р. Видлицей.

Таблица 5

кельского озера и Крошнозера

В о з р а с т								
7	8	9	10	11	12	13	14	15
244	262	286	300	358	388	398	394	405
262,5	335,5	475,5	510,5	848	1158,5	1245	1432	1277
205	251	271	298	—	—	—	—	—
203,3	453,6	407	609,5	—	—	—	—	—

Этот вид карповых для названных озер представляет не промысловый, а зоогеографический интерес. Синец, как указывает И. Ф. Правдин (1933), проник сюда со стороны Ладожского озера в то время, когда бассейн р. Олонки был непосредственно соединен с бассейном р. Шуи. Возможностей для увеличения своей численности в Миккельском озере и Крошнозере синец, как рыба более теплолюбивая, чем лещ, не имеет.

#### 10. ЩИПОВКА — *COBITIS TAENIA LINNE*

Щиповка найдена в Миккельском озере. Ее размер (*ad*) 6,7—8,9 см, вес 2,3—5,05 г. Щиповки, пойманные 19 июня 1952 г., имели в яичниках икру трех размеров: крупную, среднюю и мелкую с диаметром 1,11, 0,83 и 0,53 мм. Количество крупных икринок (у двух экземпляров размером (*ad*) 7,9 и 8,9 см) равнялось 259—605, мелких икринок — 460—530 и средних — 294. Возможно, щиповка Миккельского озера является рыбой с порционным икротетанием. Промыслового значения щиповка не имеет.

#### 11. НАЛИМ — *LOTA LOTA (LINNE)*

Налим встречается в Миккельском озере и Крошнозере, чаще в последнем.

Молодь налима размером (*ав*) до 1,5 см встречалась в р. Матчелице в зарослях осоки и хвоща (по данным 1 июня 1953 г.).

Роль налима в промысле невелика. Среднегодовой вылов его в Миккельском озере и Крошнозере за последние 10 лет (1945—1954 гг.) был равен соответственно 0,53 и 0,86 ц, что составляло 0,21 и 0,45% общего среднегодового улова рыбы в каждом из указанных водоемов.

#### 12. СУДАК — *LUCIOPERCA LUCIOPERCA (LINNE)*<sup>1</sup>

Судак из Крошнозера по размерам не отличается резко от судака Онежского озера и Сямозера (Климова, 1935; Смирнов, 1939; Беляева, 1950). Наибольшая длина крошнозерского судака 84 см, наибольший вес 8,2 кг. В июне—августе 1953 г. в сетных промысловых уловах на Крошнозере преобладал судак размером по *ad* от 42 до 60 см.

<sup>1</sup> У карелов — куха, у финнов — кийа.

Средний вес судака, по нашим данным, в июне равнялся 1,75 кг, в июле — 1,7 кг, в октябре — 1,8 кг, в августе — 1,16 кг. Сравнивая средний вес судака из Крошнозера в летних уловах 1953 г. со средним весом судака из Сямозера в летних уловах 1932 г., следует отметить меньший вес крошнозерского судака (1,4 кг против 2 кг).

Судак не принадлежит к числу рыб, широко распространенных в водоемах Карельской АССР. Он обитает только в южной части Карелии, в озерах и реках, принадлежащих к бассейну Балтийского моря. По материалам анкетного обследования озер Олонецкой губернии (1915), судак встречается только в 36 из 2766 учтенных озер, в том числе и в Крошнозере. В озерах северной Карелии судак отсутствует, между тем, на этой же широте он встречается в озерах Финляндии. В Крошнозере, по данным промыслового и опытного уловов, в июле — августе судак обитает главным образом в северной и центральной частях водоема.

Для выяснения миграций рыб в Крошнозере производилось, в ничтожном размере, их мечение. Так, 23 октября 1953 г. участниками осенней экспедиции Института биологии Карело-Финского филиала Академии наук СССР у южного конца деревни Спиридоннаволок было помечено шесть судаков размером (*ad*) от 21 до 49 см. Через семь дней (31/X) около деревни Кочуры (в 2,5 км от места мечения) рыбаками-колхозниками был пойман судак с меткой № 19296 длиной 49 см. Это показывает, что в октябре судак обитает в южной части озера, не совершая больших миграций.

В соседнем с Крошнозером Миккельском озере половозрелый судак нами не встречен в 1953 году, хотя сеголетки и годовики залавливались в Миккельском озере как в прибрежной, так и в открытой зонах в августе, октябре и феврале вместе с молодью ерша, плотвы, леща, окуня и уклей.

Отсутствие или редкое нахождение половозрелого судака в Миккельском озере, куда судак может проходить из Крошнозера по р. Матчелице и из Шотозера по р. Миккельской, свидетельствует о неблагоприятных для него условиях обитания. В августе 1953 г. в нижнем течении р. Миккельской залавливали в сети судаков, которые, возможно, подымались из Шотозера.

Главными факторами, препятствующими пребыванию судака в Миккельском озере, являются малые глубины и высокая прогреваемость озера в летний период. В Миккельском озере глубины не достигают 3 м, в то время как в соседних озерах (Крошнозеро и Шотозеро) наблюдаются глубины до 13 м.

Как отмечает М. П. Виролайнен (1946), особенностью судака является длительный период его нереста. Этого мы не наблюдали у судака из Крошнозера в 1953 г. (табл. 6). Крошнозерские судаки, пойманные 14 июня и позднее, были уже с выметанными половыми продуктами. На основании этого можно считать, что крошнозерский судак в 1953 г. отнерестовал в первой половине июня. В этот период температура воды в Крошнозере колебалась от 10,4 до 16,0°C.

В нашем материале, как видно из таблицы 6, совершенно нет особей с половыми продуктами в четвертой—пятой стадиях развития, а отнерестовавшие особи (стадия VI, VI—II) составляют 4,8%.

В нересте 1953 г., по нашим материалам, участвовали самки и самцы судака начиная с 6—7 лет.

В промысловых уловах из Крошнозера нами встречены судаки тринадцати возрастных групп: от сеголетков до девятнадцатилетних особей. Определение возраста у 256 экземпляров судака производилось

Таблица 6

Стадии зрелости половых продуктов судака из Крошнозера  
(июнь — август и октябрь 1953 г.)

Стадия зрелости	Количество самок	Количество самцов	Всего самцов и самок	% от общего количества
II	92	89	181	} 95,2
II—III	3	3	6	
III—II	3	1	4	
III	6	3	9	
VI	5	1	6	} 4,8
VI—II	2	2	4	
Всего . .	111	99	210	100

по чешуе и жаберной крышке, которые обрабатывались общепринятыми методами. Дополнительно у отдельных экземпляров рыб изготовлялись поперечные шлифы первого луча брюшного плавника. Шлифы использовались для проверки правильности определения возраста по чешуе и жаберной крышке.

Просмотр чешуи 11 экземпляров сеголетков судака из Крошнозера показал, что к 22 октября на чешуе со средней части тела (*ad* 5,5—6,7 см, вес 1,89—2,95 г) отлагается 7—11 склеритов. В августе, судя по чешуе сеголетков судака из Миккельского озера, пойманных 14 августа 1953 г. (*ad* 4,3—5,1 см, вес 0,92—1,54 г), у четырех экземпляров наблюдалось 5—7 склеритов. К 10 октября количество склеритов увеличилось до 8—11 (*ad* 6,6 см, вес 3,75 г). Через четыре месяца (6—7 февраля) количество склеритов у одного экземпляра (*ad* 5,1 см, вес 1,45 г) равнялось 6—9, а у более крупного (*ad* 7,6 см, вес 5,6 г) — 9—12. Этот небольшой материал по двум озерам свидетельствует, что большого количества склеритов на чешуе сеголетков судака не образуется.

Больше всего мы наблюдали особей судака в возрасте 2—3 лет. Такие судачки в качестве примеси залавливаются в Крошнозере рыбаками при неводном и сетном ловах в августе — июле месяцах. Средний размер этих особей 15,9—18,4 см, вес 49—76 г. В сетных промысловых уловах преобладали 6—9-летние судаки.

Характер роста крошнозерского судака представлен в таблице 7, составленной по эмпирическим данным.

Нахождение в Крошнозере судака почти всех возрастных групп, начиная от сеголетков и старше, говорит за то, что судак в этом озере и нагуливается и размножается.

Анализ состава пищи крошнозерского судака показывает, что судак — хищная рыба. Двух-трехгодовики наряду с рыбой поедают беспозвоночных: личинок двукрылых насекомых *Chaoborus*, из ракообразных — водяных осликов *Asellus aquaticus* (по данным В. А. Соколовой, 1956).

В период с 27 мая по 24 августа 1953 г. чаще всего в желудках крошнозерского судака встречались окунь, ерш, реже — плотва, ряпушка,

Таблица 7

Возрастные размеры и вес судака из Крошнозера  
(июнь — август 1953 г.)

Возраст	Размер (ад) в см			Вес (в г)			Количество экз.
	наименьший	наибольший	средний	наименьший	наибольший	средний	
0+	5,5	6,7	6,1	1,89	2,95	2,4	11
1+	12,1	14,0	12,9	21,5	32	25,8	10
2+	13,5	19,0	15,9	31	82	49,0	68
3+	14,3	23,0	18,4	35	149,5	75,8	92
4+	21,7	28,9	25,0	144	319	208,4	21
5+	27,6	34,6	30,5	300,9	552	395,3	9
6+	39,0	44,6	42,4	882	1190	1038,0	7
7+	43,0	48,2	45,4	1095	1700	1391,0	9
8+	49,7	55,0	53,1	1825	2700	2090,0	12
9+	54,0	59,0	56,9	2249	2980	2611,0	6
10+	56,0	59,8	57,9	2860	3800	3330,0	2
12+	61,5	63,2	62,6	3830	4220	3983,0	3
13+	69,0	70,0	69,6	5000	5300	5133,0	3
19+			83,6			8250,0	1
			23,7			469,8	256

лещ. Изредка судак заглатывает и своих сородичей: из 167 просмотренных желудков судаков в трех были обнаружены судачки. Такой же состав пищи судака остается и осенью. Судак не уничтожает ряпушку в большом количестве, хотя в июле—августе 1953 г. она ловилась в Крошнозере. Таким образом, крошнозерский судак питается в июне—августе в основном малоценными рыбами. Этим он способствует улучшению породного состава рыб Крошнозера.

Судак — ценная промысловая рыба Крошнозера, хотя роль его в промысле невелика. В опытных уловах 1953 г. судак по численности составлял 0,7%, а по весу — 12,5%, в промысловых уловах — 3,5% (среднегодовой вылов за 10 лет, 1945—1954 гг., равен 7,1 ц), занимая шестое место после плотвы, ерша, окуня, леща, ряпушки. В Миккельском озере по весу в промысловых уловах судак составляет 0,4% (среднегодовой вылов за 10 лет, 1945—1954 гг., равен 1,1 ц).

Промышляется судак в Крошнозере крупнейшими капроновыми сетями, в которые наряду с крупным судаком залавливаются много двух-трехгодовиков. Зная участки, где в сети попадает молодь судака, рыбаки должны прекратить установку орудий лова в этих местах. Молодь судака залавливается также неводами в качестве примеси к плотве и окуню. Осенью сеголетки судака попадают в мутниковые уловы вместе с ершом. Вылов молоди судака в мутниковых уловах, по данным 1953 года, не превышает 10%, но в сумме всеми орудиями лова из водоема изымается значительное количество молоди судака. Чтобы не подорвать запасы крошнозерского судака, необходимо прекратить вылов молоди этой ценной рыбы.

13. ОКУНЬ — PERCA FLUVIATILIS (LINNÉ)<sup>1</sup>

Для характеристики размеров, веса и возрастного состава окуня мы располагали 1540 экземплярами окуня из Миккельского озера и 585 экземплярами из Крошнозера.

Возраст определялся по жаберным крышкам (operculum), в качестве контрольного материала служила чешуя.

Размеры окуня из Миккельского озера варьируют от 2,4 см у сеголетков до 36 см у особей в возрасте 20 лет. Средняя длина окуня 15,2 см, средний вес 56,7 г.

У окуня из Крошнозера отмечено колебание длины от 2,8 см у сеголетков до 37 см в возрасте 18 лет. Как исключение, в Крошнозере найден окунь весом 1,5 кг.

Как в Миккельском озере, так и в Крошнозере окунь является обычной рыбой, распространенной повсеместно.

В Миккельском озере основная масса окуня приурочена летом к прибрежной, хорошо прогреваемой части озера с густыми зарослями водной растительности. Окунь, повидимому, менее других рыб чувствителен к недостатку кислорода.

В общем улове рыбы по западному побережью, для которого характерно низкое содержание кислорода, окунь составляет 81%. Осенью (в сентябре) окунь обитает в береговой зоне, старшевозрастные особи — в основном у истока р. Миккельской и в самой реке. В октябре молодь окуня вместе с молодьё ерша, леща и плотвы держится в прибрежной зоне и в значительно меньшем количестве в центральной части водоема. Из старшевозрастных была встречена только одна особь окуня. Зимой молодь окуня (сеголетки, двухлетки и трехлетки) обитает в центральной части озера. Особи старше трех лет в этот период не встречены.

Крошнозеро характеризуется наличием двух впадин с глубинами до 13 м, которые отделяются друг от друга подводным возвышением с глубинами, не превышающими 3 м. Опытный лов, который проводился с учетом этих особенностей озера, показал, что станции обитания крупного и мелкого окуня различны.

Мелкий окунь держится в прибрежной части, причем улов его составляет 79% от общего количества рыбы, выловленной в береговой зоне. Места обитания крупного окуня приурочены к открытой части озера. Крупного окуня немного, на его долю приходится только 19% от общего улова в центральной части озера.

Окунь становится половозрелым в возрасте 3—4 лет. Самцы половозрелости достигают раньше самок. Половозрелые самцы в нашем материале отмечены в возрасте двух лет. Плодовитость миккельского окуня — 26 567 икринок (по одному экземпляру), крошнозерского — 42 137—88 977 икринок (по 4 экземплярам).

Икру окунь откладывает в виде лент, которые он прикрепляет к остаткам прошлогодней растительности, чаще всего к рдестам. Субстратом для откладки икры могут служить и различные подводные предметы; в частности, окунь часто откладывает икру на рыбацкие сети. Окунь, видимо, нетребователен к характеру субстрата, так как кладки его были обнаружены и в центральной части озера, имеющей илистые грунты.

Миккельское озеро является местом нереста для части окуня из Крошнозера и Шотозера. В мае и июне в мережи, установленные в реках Миккельской и Матчелице, ловится окунь с хорошо развитыми поло-

<sup>1</sup> У карелов — ахвен, у финнов — ahven, местное название — ахвен.

выми продуктами, идущий по р. Матчелице из Крошнозера и по р. Миккельской из Шотозера в Миккельское озеро.

Ход нерестового окуня начинается в начале мая и продолжается до второй половины июня. Скот отнерестившегося окуня начинается, повидимому, сразу же после нереста и тянется до конца октября. Причем количество скатывающегося окуня возрастает по мере приближения осени. В Крошнозере, по словам рыбаков, окунь нерестится на лудах.

Весной, в период нереста, наблюдаются большие скопления окуня в прибрежной части, где на остатках водной растительности он откладывает икру. Летом и осенью места обитания мелкого и крупного окуня разобщены. Стайки мелкого окуня держатся береговой зоны, где они находят корм в виде донных беспозвоночных. Крупный окунь в этот период заметных скоплений не образует, встречаясь единичными экземплярами в открытой части озера. Зимой молодь окуня вследствие промерзания береговой зоны отходит от берегов и концентрируется в центральном плесе водоема.

Окунь из Миккельского озера представлен двумя формами: местной медленнорастущей формой и пришлой формой, обладающей более хорошим темпом роста. Окунь, обладающий более быстрым темпом роста, так называемый „обыкновенный“ окунь, встречается очень редко; основную массу окуня составляет медленнорастущий. Обыкновенный окунь чаще встречается в мае. Этим, видимо, и объясняется, что средние размеры отдельных возрастных групп в мае больше; в последующие месяцы, несмотря на то, что окунь растет, показатели средних величин падают.

Таблица 8

Темп роста окуня из различных водоемов (в см)

Водоем	В о з р а с т														
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	15+
Оз. Ильмень (Домрачев и Правдин, 1926)	—	143	182	226	275	295	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Керетьозеро (Беяева, 1946)	—	122	130	160	190	202	232	258	265	271	284	280	332	356	357
Сязозеро (Гуляева — по Мельянцеву, 1954)	—	135	144	148	211	226	251	296	300	298	—	—	315	—	—
Пяозеро (Мельянец, 1954)	—	—	139	166	177	191	199	216	228	241	265	268	276	—	310
Миккельское озеро	} 1	—	—	—	—	—	236	265	273	308	313	—	—	—	—
		} 2	51	76	94	114	122	152	172	188	198	212	227	232	266
Крошнозеро	} 1		—	—	—	—	—	246	274	279	302	—	309	—	318
		} 2	58	75	96	111	138	180	190	202	210	—	251	229	—

1. Обыкновенный окунь.

2. Медленнорастущий окунь.

В Крошнозере также имеется две формы окуня: обыкновенный и медленнорастущий. До 6-летнего возраста окунь растет довольно равномерно, и только с возраста 6 + хорошо заметна разница в росте двух форм окуня (см. табл. 8 на стр. 26).

Окунь Миккельского озера имеет замедленный темп роста (рис. 2). Это, вероятно, объясняется тем, что окунь, обладая хорошей выживаемостью и способностью быстро размножаться, может испытывать перенаселение и мельчать. Медленный темп роста окуня, возможно, объясняется поздним переходом его к хищному питанию. Обилие бентоса в водоеме дает возможность окуню долгое время оставаться бентософагом. Как указывается многими авторами, „глубинный“ окунь, обладающий хорошим темпом роста, является хищником.

На ранних стадиях развития окунь питается зоопланктоном: *Bosmina*, *Leptodora*, *Sida*, *Eurycercus*, *Bythotrephes*, *Chydorus* (Филимонова, 1956). В возрасте 1 + наряду с планктоном в кишечнике окуня встречаются и бентос (ручейники, тендипедиды, поденки, водяные ослики). С возраста 2 + в пище окуня появляется рыба. Из бентоса окунь потребляет главным образом ручейников и тендипедид. Из рыб в пище окуня встречаются как мальки, так и взрослая рыба: плотва, ерш, окунь, молодь леща. Встречались случаи заглатывания окунем икры рыб. Крошнозерский окунь потребляет главным образом тендипедид, которые составляют до 64% его пищи. Окунь обоих озер в течение долгого времени является потребителем бентоса, и только после 7—10 лет он становится типичным хищником. Следовательно, в течение долгого периода жизни окунь является конкурентом леща в питании.

По значению в промысле окунь является второстепенной рыбой. Средний улов окуня в Миккельском озере за период с 1945 по 1952 год составлял 4,1% от общего улова рыбы; в 1953 году этот процент снизился до 1,9%. В Крошнозере средний улов окуня — 1,3%. В период нереста, в мае, промысел окуня развит слабо и составляет только около 9% от общего улова. Основной промысел производится в июне (более 37%). Значительные уловы в отдельные годы бывают в августе и сентябре. Зимний промысел развит крайне слабо и производится не во все годы. Основу промысла составляет мелкий окунь.

Из вышесказанного видно, что окунь в Миккельском озере и Крошнозере представляет малоценную с хозяйственной точки зрения рыбу. Создав в водоеме численно мощные популяции вследствие своей способности быстро размножаться и хорошей выживаемости, окунь измельчал, превратился в малоценный продукт и снижает этим общую продуктивность озер. Кроме того, окунь, оставаясь в течение длительного периода бентософагом, потребляет пищу ценных промысловых рыб: леща и сига.

Уменьшения численности окуня можно добиться двумя путями: уничтожением икры окуня на нерестилищах и отловом производителей окуня во время нереста.

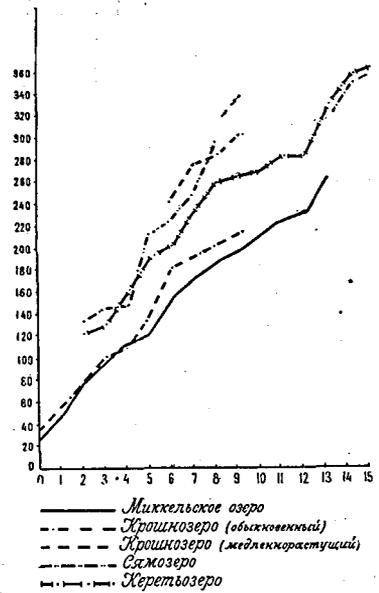


Рис. 2. Рост окуня в различных водоемах.

14. ЕРШ — ACERINA CERNUA (LINNÉ)<sup>1</sup>

Ерш имеет малые размеры. В Миккельском озере длина его тела (по *ad*) варьирует от 2 до 13 см при средней длине 6,2 см и среднем весе 5 г. Крошнозерский ерш немного крупнее: его средняя длина 8,8 см при колебаниях от 3 до 16 см, средний вес 11,2 г.

Как в Миккельском озере, так и в Крошнозере ерш является одной из наиболее распространенных рыб. Встречается он в обоих водоемах в довольно большом количестве. Распределение ерша тесно связано с физическими, химическими и биологическими условиями водоема. Ерш — рыба чистых вод.

Так, в Миккельском озере основная масса ерша обитает у восточного берега, в районах истока р. Миккельской и устья р. Матчелицы. Эти районы характеризуются высоким содержанием кислорода, фосфора, более высоким по сравнению с другими районами озера значением рН, наиболее богаты для рыб кормами. По западному побережью, которое отличается низким значением рН, низким содержанием кислорода и повышенной гумификацией, ерш встречается очень редко. В общем улове рыбы в северо-западном районе (1953 г.) ерш составлял только 2,7%. В срединной части озера ерш в летний и осенний периоды встречается в небольшом количестве. Зимой он обитает в юго-восточной, восточной, северо-восточной и северной частях центрального плеса, так как эти участки наиболее благополучны по содержанию кислорода.

В Крошнозере ерш также постоянный обитатель. Наибольшее количество его в летний период, по данным опытного лова, приурочено к истоку р. Матчелицы.

Половозрелым ерш становится в массе в трехгодовалом возрасте, реже — в двухгодовалом и четырехгодовалом. Как исключение, встречено несколько половозрелых самцов в возрасте одного года. Нерест ерша растянутый — начинается в первых числах мая и тянется до конца июня.

Плодовитость ерша из Миккельского озера 1215—5400 икринок, крошнозерский ерш имеет большую плодовитость: 3804—36 000 икринок.

Нерестилища ерша в Миккельском озере расположены вдоль восточного берега, на местах с песчано-каменистым грунтом и глубинами 1,0—1,5 м. В начале нереста самцы в количественном отношении значительно превосходят самок, в мае месяце самцы составляют более 90% от общего количества особей.

Для ерша характерны более или менее значительные скопления во все сезоны года. Весной наблюдаются большие концентрации его на местах нереста. Меньше, но все же значительны, скопления ерша в летний период в береговой зоне, характеризующейся песчаным грунтом, благоприятными кислородными условиями, обеспеченностью пищей. Большие концентрации ерша в береговой зоне свойственны осеннему

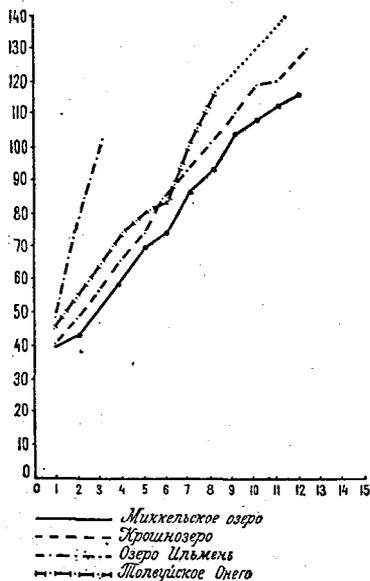


Рис. 3. Рост ерша в различных водоемах.

<sup>1</sup> У северных карелов — кински, у финнов — kiiski, местное название — ерпи.

периоду. Зимой ерш собирается в участках центральной части водоема, так как прибрежные участки не могут быть местами зимовки вследствие их промерзания.

Летний и осенний подходы ерша к берегам, как к местам наиболее кормным, связаны, видимо, с интенсивным питанием его в этот период.

Темп роста ерша из Миккельского озера чрезвычайно медленный: в среднем прирост за год составляет в длину около 8 мм и в весе около 2 г. Крошнозерский ерш растет немного лучше, давая в среднем за год прирост в длину более 8 мм и в весе 3 г (табл. 9 и рис. 3).

Таблица 9

Темп роста ерша из различных водоемов (в мм)

Водоем	В о з р а с т											
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+
Озеро Ильмень (Домрачев и Правдин, 1926) . . . . .	50	81	102	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Онежское озеро (Толвуйское Онего) . . . . .	47	56	65	75	81	84	95	116	—	114	140	—
Озеро Крошнозеро (Титова)	40	49	59	67	75	86	94	103	111	119	121	128
Миккельское озеро (Титова)	38	43	52	61	70	75	87	94	104	108	113	117

Данные таблицы 9 и рис. 3 показывают, что ерш Миккельского озера обладает самым медленным темпом роста, что, повидимому, можно объяснить его перенаселенностью. Об этом свидетельствует и возрастной состав ерша. Как видно из таблицы 10, в уловах большой процент приходится на долю старших возрастных групп.

Таблица 10

Возрастной состав ерша

Возраст	Миккельское озеро		Крошнозеро	
	количество экземпляров	% от общего количества	количество экземпляров	% от общего количества
0+	6	0,6	22	5,9
1+	22	2,3	3	0,8
2+	107	11,1	25	6,8
3+	135	13,9	13	3,5
4+	188	19,3	23	6,3
5+	176	18,1	34	9,2
6+	121	12,4	29	7,9
7+	83	8,6	71	19,3
8+	37	3,8	36	9,8
9+	32	3,3	16	4,3
10+	27	2,8	23	6,3
11+	17	1,7	33	9,0
12+	14	1,4	15	4,1
13+	3	0,3	12	3,2
14+	2	0,2	4	1,1
15+	1	0,1	3	0,8
16+	1	0,1	4	1,1
17+	—	—	1	0,3
18+	—	—	1	0,3
	972	100	368	100

Ерш является типичным бентософагом, только на самых ранних стадиях развития он питается зоопланктонными организмами. В обоих озерах основную пищу ерша составляют тендипедиды. По данным В. А. Соколовой (1956), потребителями бентоса в Миккельском озере являются лещ, окунь, ерш и плотва; в Крошнозере — лещ, сиг, окунь, ерш и плотва. М. В. Балагурова (1956) высчитала потребление корма на 1 кг веса рыбы у разных видов. Оказалось, что особенно большое количество высокопродуктивного бентоса (тендипедид) потребляет ерш. На килограмм веса ерш потребляет пищи в 7 раз больше, чем лещ. Учитывая количество ерша, можно сказать, что ерш является основным потребителем бентоса и главным конкурентом леща в Миккельском озере, леща и сига — в Крошнозере.

Ерш в обоих озерах является промысловой рыбой. В Миккельском озере по значению в промысле ерш занимает третье место (после леща и плотвы); в Крошнозере — второе место, уступая только плотве. Следует отметить, что уловы ерша стали из года в год уменьшаться. Если в 1945 г. улов ерша в Миккельском озере составлял 89 ц, то в 1953 г. он снизился до 8,4 ц. Вряд ли такое падение улова объясняется переловом ерша. Данные таблицы 10, характеризующие возрастной состав стада ерша, подтверждают, что запасы ерша промыслом недоиспользуются. Падение уловов ерша следует объяснить незаинтересованностью рыбаков в добыче этой рыбы.

Состояние промысла ерша в отдельные годы характеризуется данными таблицы 11.

Таблица 11

Уловы ерша в Миккельском озере и Крошнозере (в ц)

Водоем	Г о д ы								
	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
Миккельское озеро . . . . .	89	58	52	37	51	49	46	21	8,4
Крошнозеро . . . . .	3,29	8,86	48,93	127,0	36,5	29,2	29,5	8,9	9,7

Наблюдается некоторая закономерность в распределении уловов по двум водоемам: в годы, когда уловы ерша на Миккельском озере повышаются, на Крошнозере они падают. Так, в 1948 г. в Крошнозере было поймано наибольшее количество ерша (127 ц), в Миккельском озере улов этого года составил всего 37 ц. Повидимому, это зависит от того, что и на Миккельском озере и на Крошнозере промышляют одни и те же бригады рыбаков. Интенсификация промысла на одном водоеме связана с ослаблением его на другом. В последние два года наблюдается резкое снижение промысла ерша на обоих водоемах.

Не являясь ценной промысловой рыбой и потребляя преимущественно корм, который мог бы быть использован более ценными рыбами, ерш наносит вред состоянию запасов высококачественных рыб. Поэтому совершенно нерентабельно держать ерша в таких водоемах, как Миккельское озеро, которое является нагульным водоемом для молоди леща, и Крошнозеро, которое является нагульным водоемом для леща и сига.

Необходимо обратить внимание на сокращение численности ерша в обоих водоемах. Этого можно добиться путем интенсификации его промысла. Особенно хороший результат должен дать промысел в весенний период на местах нереста ерша, когда возможен отлов большого количества производителей и когда механическое нарушение промыслом

естественных условий нереста сократит выход личинок ерша. Промысел ерша нельзя ограничивать весенним периодом, а осуществлять круглый год. Как уже указывалось, ерш скопляется летом и осенью в прибрежной части у восточного берега, но техническая оснащенность промысла не позволяет производить лов ерша в этот период, так как вместе с ершом вылавливается и молодь леща.

### 15. ПОДКАМЕНЩИК — *COTTUS GOBIO LINNE*

Обычный представитель ихтиофауны в озерах Карелии. Встречается в прибрежной зоне Миккельского озера и Крошнозера. Промыслового значения не имеет.

#### ЛИТЕРАТУРА

Естественные и экономические условия рыбного промысла в Олонецкой губернии, 1915. Издание Олонецкого губернского земства. Петрозаводск.

Беляева К. И. 1946. Рыбы Керетьзера. Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ, II, Ленинград—Петрозаводск.

Беляева К. И. 1950. Судак Онежского озера. Бюллетень рыбного хозяйства КФССР, № 4. Петрозаводск.

Беляева К. И. 1951. Ряпушка (*Coregonus albula* L.) Топозера. Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ, III, Петрозаводск.

Виротайнен М. П. 1946. Изучение методики искусственного разведения судака Онежского озера. Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ, II, Петрозаводск.

Герд С. В. 1949. Некоторые зоогеографические проблемы изучения рыб Карелии. Труды первой научной сессии Карело-Финского гос. университета, Петрозаводск.

Домрачев П. Ф. и Правдин И. Ф. 1926. Рыбы озера Ильмень и р. Волхова и их хозяйственное значение. Материалы по исследованию р. Волхова и ее бассейна, X, в. 1, Ленинград.

Зборовская М. Б. 1948. Тезисы третьей научной сессии Карело-Финского гос. университета. Петрозаводск.

Зыков П. В. 1951. Рыбы Гимольского озера. Изв. Карело-Финского филиала АН СССР, в. III, Петрозаводск.

Климова А. В. 1935. О судаче Челмужской губы. Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ, I, Петрозаводск.

Мельянцев В. Г. 1954. Рыбы Пяозера. Труды Карело-Финского гос. университета, V, Петрозаводск.

Покровский В. В. 1953. Ряпушка озер КФССР. Госиздат КФССР. Петрозаводск.

Правдин И. Ф. 1933. Краткий обзор научно-исследовательских работ Карельской рыбохозяйственной станции за 1932 г. „Рыбное хозяйство Карелии“, № 2. Петрозаводск.

Смирнов А. Ф. 1939. Рыболовство на Сямозере. Труды Кар. гос. пединститута, I, в. 1, Петрозаводск.

Соколова В. А. 1956. Кормовые ресурсы бентоса для рыб Миккельского озера и Крошнозера (печатается в настоящем сборнике).

Филимонова З. И. 1956. Зоопланктон Миккельского озера и Крошнозера и его значение в питании рыб (печатается в настоящем сборнике).

В. А. ФРЕЙНДЛИНГ

## ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕР МИККЕЛЬСКОГО И КРОШНОЗЕРА

### ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА

Бассейн озер Миккельского и Крошнозера является южной частью водосборного бассейна р. Шуи (рис. 1). Форма его неправильная, несколько вытянутая с севера на юг. Длина 22 км, ширина 16,5 км. С востока бассейн граничит с водосборами рек Шуи и Маньги, с юга — р. Олонки, с запада примыкает бассейн Шотозера.

Водораздельная линия проходит начиная от берега Шотозера на восток по древним береговым валам с отметками 120—160 м. В юго-восточной части бассейна она снижается до 100 м — место соединения болотной низины, расширяющейся к востоку и западу. На юге проходит по высотам Онего-Ладожского водораздела с отметками до 180 м. Центральная и северная части бассейна заняты озерами Миккельским и Крошнозером и подходящей вплотную к ним болотной низиной, отделяющейся от водоемов низким береговым валом. Абсолютные высоты в бассейне изменяются в пределах от 95 до 180 м.

Своеобразие рельефа и геологии района определяется действием ледника, тектоническими явлениями и влиянием приледникового водоема, образовавшегося в результате стаивания отдельных глыб льда, занимавших ранее отрицательные формы рельефа этой местности (Земляков, Покровская, Шешукова, 1941).

При отступлении вод древнего приледникового бассейна изучаемые озера стали самостоятельными. Миккельское озеро превратилось в проточный водоем с сильно зарастающей прибрежной зоной и мощным слоем иловых отложений.

Крошнозеро заполняет собой более глубокую впадину, вытянутую с северо-запада на юго-восток.

Годовой ход температуры воздуха в районе бассейна, по данным гидрометеорологической станции Пряжа, характеризуется минимумом в феврале ( $-14,4^{\circ}$ ) и максимумом в июле ( $+32,0^{\circ}$ ). Годовая амплитуда колебания температуры воздуха до  $46^{\circ}$ ; суточная амплитуда колебания незначительная: зимой  $6-8^{\circ}$ , летом  $9-10^{\circ}$ . Годовая сумма осадков около 600 мм, из них на холодный период (XI—III) приходится 183 мм (или 31%), на теплый (IV—X) — 417 мм.

Климат бассейна однороден во всех частях. На наблюдающуюся пятнистость почв здесь влияют только рельеф и почвообразующие породы. Ими в бассейне озер Миккельского и Крошнозера являются озерно-ледниковые ленточные слоистые суглинки и глины, древнеал-

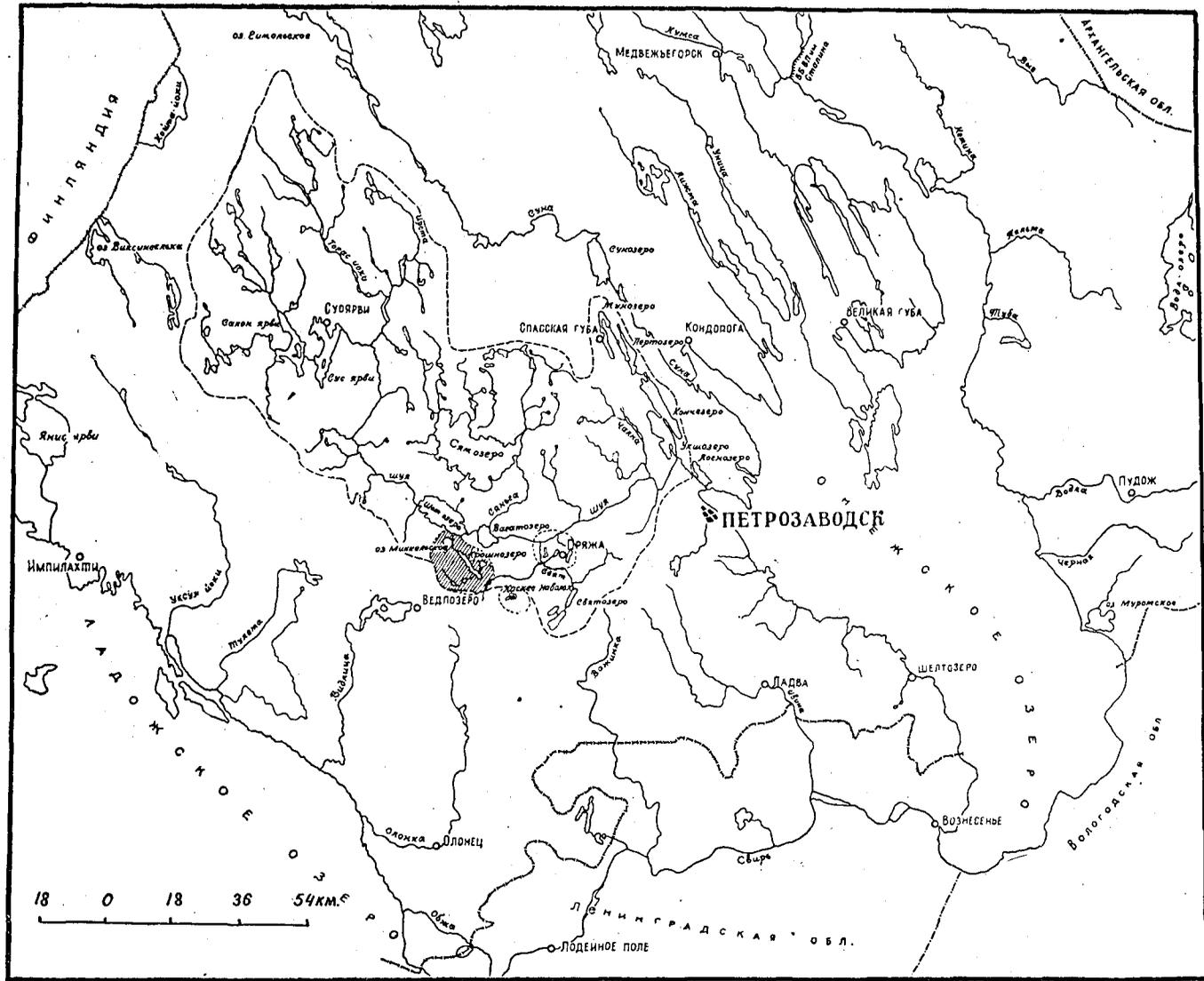


Рис. 1. Южная часть Карельской АССР.

лювиальные пески и современные аллювиальные, незначительной мощности песчаные и глинистые наносы. Малые уклоны поверхности значительной части бассейна, а также подстилающие водоупорные породы способствовали заболачиванию равнинных участков и образованию оглеенных и горфянистых почв. Почвы района — слабоподзолистые и подзолисто-глеевые суглинки на ленточных глинах и древнем аллювии, слабоподзолистые песчаные на сортированных песках, часто подстилаемые глинами (район Крошнозера), а также торфяно-болотные и торфянисто-глеевые (Осмоловская, Харьков, 1948).

Растительность бассейна представлена субарктическими формами в сочетании хвойных (сосна, ель) и лиственных пород (береза, осина, рябина, ольха).

Болота покрыты мелкой сосной и березой. Берега Миккельского озера, рек Миккельской и Матчелицы в половодье затопляются на некоторых участках на ширину до 500 м. По склонам и гребням возвышенностей господствуют сосновые леса зеленомошники, черничники.

Культурные почвы расположены только вблизи селений. На северо-западном побережье Миккельского озера летом 1953 года начаты мелиоративные работы по подготовке почв под сельскохозяйственные угодья.

#### ГИДРОГРАФИЯ БАСЕЙНА

Бассейн озер Миккельского и Крошнозера, являясь частным водосбором р. Шуи, занимает площадь 237,7 км<sup>2</sup>. Наиболее развит водосбор Крошнозера площадью 187,2 км<sup>2</sup>, в котором выделяется его юго-западная часть, составляющая около 75% водосборной площади озера. Водосбор Миккельского озера незначителен и составляет около 20% общей площади бассейна. Коэффициент озерности всего бассейна 13,5%. Речная сеть развита слабо.

В северной и северо-восточной частях бассейна распространены болотные массивы преимущественно низинного типа, в юго-западной части преобладают верховые болота. Здесь же имеют большое распространение мелкие озера и ламбушки болотного питания общей площадью около 17 км<sup>2</sup>.

Сток вод бассейна осуществляется по системе: ручей без названия — Крошнозеро — р. Матчелица — Миккельское озеро — р. Миккельская — Шотозеро — р. Шуя.

Модуль среднего многолетнего стока для р. Миккельской 10 л/сек. Исходя из этого, средний годовой расход воды в истоке из озера оценивается в 1,88 м<sup>3</sup>/сек. В истоке р. Миккельской из Миккельского озера площадь водосбора составляет 230 км<sup>2</sup>, при впадении ее в Шотозеро — 237,7 км<sup>2</sup>. Средний годовой расход воды для этих створов соответственно равен 2,31 м<sup>3</sup>/сек. и 2,38 м<sup>3</sup>/сек.

Среднемноголетний объем стока р. Миккельской при впадении ее в Шотозеро составляет  $75 \times 10^6$  м<sup>3</sup>.

#### МИККЕЛЬСКОЕ ОЗЕРО

Миккельское озеро является промежуточным звеном системы Крошнозеро — р. Миккельская (рис. 2). Координаты его условного центра 61°43' северной широты и 33°01' восточной долготы. Отметка горизонта воды озера 95 м над уровнем моря.<sup>1</sup> Площадь озера 6,6 км<sup>2</sup>. Площадь водосбора 230,6 км<sup>2</sup>. Удельный водосбор озера высокий — 35 км<sup>2</sup> на 1 км<sup>2</sup> площади зеркала водоема.

<sup>1</sup> По карте масштаба 1 : 100 000.

Озеро имеет круглую форму, свойственную многим малым водоемам. Морфологически такая форма характеризуется близкими значениями радиусов ядра и района. Большая ось озера совпадает с его длиной и равна 3,2 км. Радиус ядра озера 1,4 км, радиус района 1,85 км. Ширина озера 2,7 км.

Береговая линия длиной 11,4 км развита слабо. Показатель ее развития равен 1,07.

Озеро расположено в чашеобразной котловине, заполненной озерно-ледниковыми отложениями, выходящими в некоторых местах в виде линз голубой глины на дневную поверхность (устье ручья Пограноя, северный берег озера).

Берега озера низкие, заболоченные. При весеннем половодье затопляются значительные площади по южному и восточному побережьям.

Планиметрированием контура озера и горизонталей, проведенных через 0,5 м, получены его площадь и объем (табл. 1).

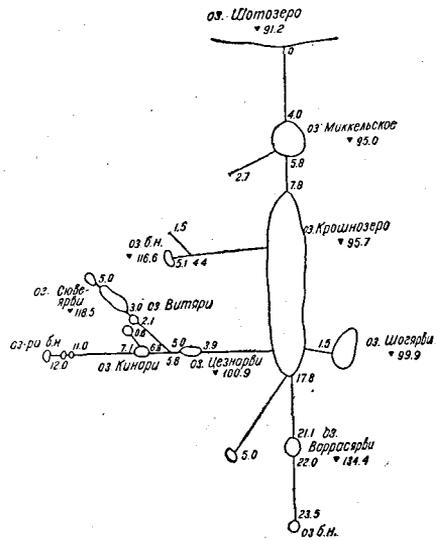


Рис. 2. Гидрографическая схема бассейна р. Миккельской.

Площади и объемы Миккельского озера

Таблица 1

Отметка (в м)	Глубина (в м)	Площадь горизонтали		Объем озера	
		км <sup>2</sup>	% от общей площади	в 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup>	% от общего объема
95,0	0,0	6,6	100,0	10,3	100,0
94,5	0,5	5,9	89,5	7,2	70,0
94,0	1,0	5,6	85,0	4,3	41,8
93,5	1,5	4,2	63,8	2,3	22,3
93,0	2,0	2,5	38,0	0,6	5,8
92,6	2,4	0	0	0	0

Карта глубин озера (рис. 3) составлена на основании материалов съемки эхолотом, произведенной в первых числах июня 1953 года, когда горизонты воды были еще высокими и относились к началу спада весеннего паводка.<sup>1</sup>

Глубины озера характеризуются равномерностью и малыми величинами. Максимальная глубина озера 2,4 м, средняя — 1,7 м, показатель объема  $\frac{1,7}{2,4} = 0,71$ . По этому показателю Миккельское озеро резко выделяется среди других водоемов Карелии.

В озере сильно развита мелководная прибрежная полоса, густо заросшая водной растительностью. Глубины до 1 м занимают около 42% от общего объема озера.

<sup>1</sup> Батиметрическая карта привязана к отметке 95 м, принятой на карте масштаба 1 : 100 000.

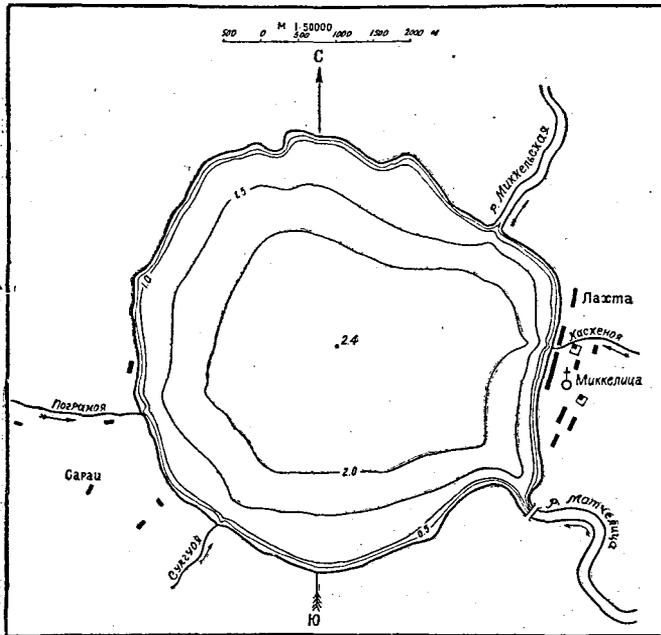


Рис. 3. Батиметрическая карта Миккельского озера.

паводке река выходит на пойму, заливая ее на 400—500 м.

С западного берега в озеро впадает два ручья: ручей Сулгуоя длиной 1,5 км, вытекающий из озера без названия, и ручей Пограноя длиной 2,6 км, вытекающий из болота.

С восточной стороны между деревнями Лахта и Миккелица впадает ручей Каскеноя, берущий начало из болота, простирающегося до границ водораздела и уходящего за его пределы в сторону р. Маньги и оз. Вагат.

Водообмен Миккельского озера, имеющего объем  $0,01 \text{ км}^3$ , в основном определяется водами р. Матчелицы (сток бассейна Крошнозера) с среднегодовым расходом  $2 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Влияние ручьев Пограноя, Сулгуоя и Каскеноя ничтожно и сказывается только в период паводков. При объеме среднего годового стока в озеро  $0,073 \text{ км}^3$  водная масса его может заменяться водами бассейна около семи раз в году. Сток из озера осуществляется через р. Миккельскую.

В озере выделяются зоны активного и замедленного водообмена. Воды р. Матчелицы проходят через озеро ближе к восточному берегу, обеспечивая на этих участках более частую смену водных масс. Кислородные условия здесь отличны от остального озера, что подтверждается данными гидрохимических наблюдений, проведенных в августе 1953 года. Воды, вносимые р. Матчелицей, имели  $\text{pH} = 6,4$ . Величина  $\text{pH}$  для озера колеблется в пределах от 8,1 в южной до 8,9 в северной части озера (рис. 4).

Удалось проследить движение вод р. Матчелицы через озеро по указанному выше направлению. Поток этот, повидимому, устойчив и имеет незначительное по ширине распространение. В северной части озера были обнаружены точки (на указанной линии) с  $\text{pH} = 6,8$ , в то время как в соседних с ними участках  $\text{pH}$  равнялось 7,5—8,7.

Западная часть озера в водообмене принимает менее активное участие, исключая периоды паводков. Ручьи Пограноя и Сулгуоя в межень имеют ничтожный расход и оказывают незначительное влияние

Структура бассейна озера в основном определяется водосбором вышележащего Крошнозера, составляющего 81% от общей приточной площади. Собственный водосбор озера ничтожен (12—14%). Эти показатели характеризуют степень влияния собственного водосбора на водную массу озера.

В озеро впадает четыре притока, основным из которых является р. Матчелица; длина ее 1,5 км, глубина 2,6—3 м, расход порядка  $2 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Берега реки болотистые, сильно зарастают камышом и осокой. В по-

на прилегающие участки озера. Движение вод этих ручьев происходит ближе к западному берегу с дальнейшим включением их в поток р. Миккельской.

При малых глубинах и ровном рельефе дна водоема ветровой режим оказывает существенное влияние на процесс водообмена, перемешивая всю водную толщу и вовлекая в него воды различных участков озера.

Уровенный режим. Наблюдения за уровенным режимом в исследованном районе были начаты системой Гидрометслужбы с 1932 г. На р. Матчелице был установлен свайный водомерный пост в 500 м выше Миккельского озера. Падение на участке от поста до озера 20 см. Поэтому в периоды высоких вод пост характеризовал собой уровенный режим озера, а в межень являлся чисто речным постом. Наблюдения на этом посту продолжались до 1941 г.

В августе 1945 г. ГМС был открыт водомерный пост ниже озера на р. Миккельской вначале в 800 м от истока реки из озера (без учета подпора от мельничной плотины, в зоне которого он оказался), затем пост был перенесен на 500 м вверх по реке, где находится и в настоящее время.

Посты на р. Матчелице и на р. Миккельской не увязаны между собой, поэтому материалы об уровенном режиме за период с 1932 г. по 1941 г. могут быть использованы только для ориентировочной его оценки.

Наблюдения за уровнями озера были начаты в мае 1953 г. с момента установления Карело-Финским филиалом АН СССР водомерного поста в деревне Миккельской. Вновь открытый пост был увязан нивелировкой с ныне действующим речным постом ГМС. Параллельные наблюдения, проведенные на постах в течение летних месяцев 1953—1954 гг., позволили установить прямолинейную зависимость между уровнями реки и озера для летне-осеннего периода. Пользоваться графиком связи для получения уровней переходного состояния озера нельзя, так как река в истоке из озера не замерзает, создаются благоприятные условия для образования шуги и зажоров в нижележащих участках.

С начала года идет медленный спад уровней подо льдом, достигая к концу марта наинизших в году или близких к ним значений. Весеннее половодье начинается в середине апреля, уровни возрастают быстро, в среднем на 3—4 см в сутки (рис. 5), являясь наивысшими в году. Наибольший весенний подъем воды, по отношению к низкому предвесеннему, наблюдался в 1952 г. и составлял 76 см. Наинизший весенний подъем уровней воды наблюдался в 1954 г. и составлял 50 см над предвесенним уровнем.

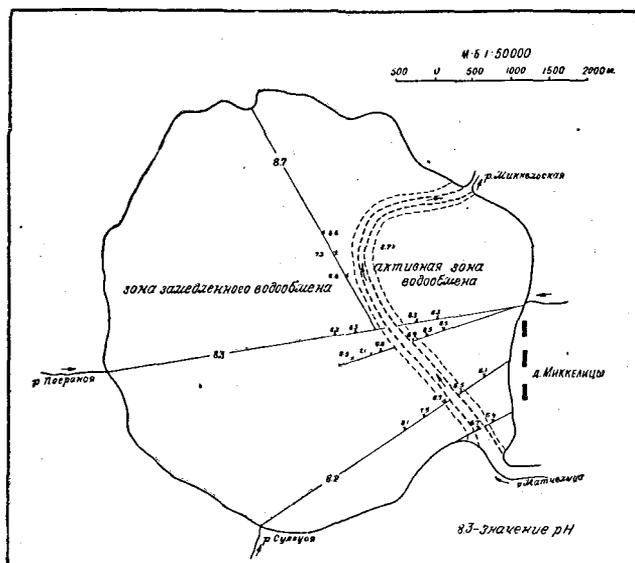


Рис. 4. Схематический план зон водообмена Миккельского озера (по изменению pH).

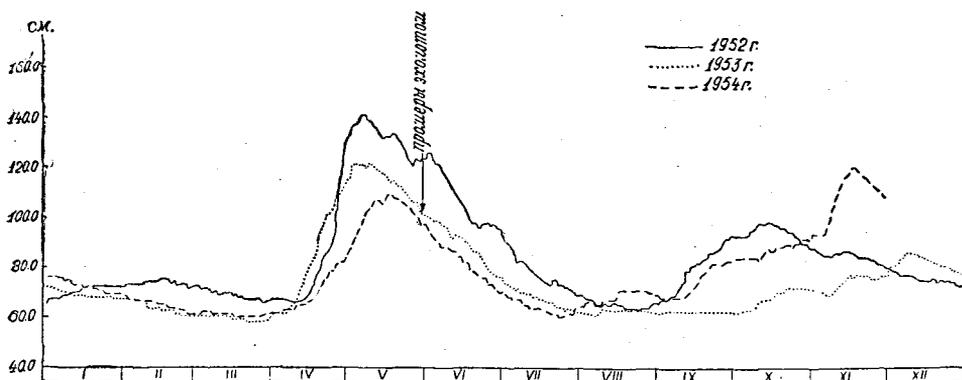


Рис. 5. Колебания уровня за характерные годы (1946—1954 гг.) по Миккельскому озеру.

Спад весеннего половодья плавный, растянутый до конца июля — начала августа. Меженные уровни в некоторые годы ниже предвесенних. Осенние дожди в августе — сентябре дают повышение горизонтов воды. Наибольший подъем, вызванный осенними осадками, наблюдался в 1952 г. и составлял 35 см над меженным горизонтом. Средняя амплитуда колебания уровней озера за период наблюдений составила 69 см. Годовые отклонения уровней приведены в таблице 2.

Таблица 2

Экстремные значения и амплитуды колебания горизонтов воды Миккельского озера

Год	Максимум (в см)	Минимум (в см)	Амплитуда (в см)
1947	136,0 16/V	54,0 20/IX	82
1948	114,0 8/V	55,0 7/VIII	58
1949	132,0 30/IV—6/V	64,0 26/IX—6/X	68
1950	136,0 1/V	53,0 8/IX	83
1951	117,0 1/V	47,5 20/IX	70
1952	142,5 5/V	63,5 23/VIII	79
1953	122,5 1/6/V	58,0 22/28/IV	64
1954	109,0 15/17/V	60,7 17/28/III	48

Суточные колебания уровней незначительны, не превышают одного-двух сантиметров. В период наблюдений за уровнями на озерном посту стгонно-нагонные явления не были обнаружены, повидимому, они на озере отсутствуют.

Грунты. Грунты озера представлены илами, залегающими на ленточных глинах озерно-ледникового происхождения, песком с включением гальки и мелкого валуна, а также рудных образований. Дно центральной части озера покрыто мощным слоем серозеленого ила, на долю которого приходится около 85% всех разновидностей грунтов.

Колонки грунта высотой до 50 см, взятые стратометром системы Б. В. Перфильева, не включали других разновидностей.

Химический анализ пробы грунта, взятой в центральной части озера, указывает на значительно меньшее содержание Fe, Mn, Mg и Ca по сравнению с вышележащим Крошнозером (табл. 3).

Таблица 3

Химический анализ грунта Миккельского озера  
(в % к абсолютно сухой навеске)

Влажность при 105—110°	Потери при прокаливании	Нерастворимый остаток	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO
5,94	18,27	—	58,85	11,34	4,44	0,13	0,39	1,79

В прибрежных участках илы имеют окраску от светлорычного (устье ручья Сулгуоя) до темнокоричневого (район мыса Хопуннёкка). В устье ручья Пограноя грунты представлены песком, рудными гороховидными образованиями и мелким валуном. В истоке р. Миккельской берега озера выложены чистыми кварцевыми песками. Голубая глина выходит на поверхность дна озера во многих местах, приуроченных большей частью к южному и западному берегам (рис. 6).

Необходимо отметить, что карта грунтов озера составлена по данным визуальных определений при производстве гидрологических наблюдений на вышеуказанных станциях. Поэтому границы разновидностей грунтов на карте проведены ориентировочно.

Литораль озера, исключая район у деревни Миккелицы, в летний период покрывается широкой полосой зарослей тростника, камыша и осоки, распространяющейся в некоторых местах до 300 м по ширине.

Надводная растительность на участке между ручьем Каскеноя и южным концом деревни Миккелицы отсутствует. В некоторых местах развитие надводной растительности столь интенсивное, что через ее заросли невозможно пробраться на лодке (южный конец деревни — устье р. Матчелицы).

Подводные виды растительности встречаются по всей акватории озера.

Термика. Миккельское озеро имеет свои особые термические условия, определяемые малым объемом водной массы, значительным слоем илов; покрывающих дно водоема, интенсивным развитием водной растительности и ветровым режимом.

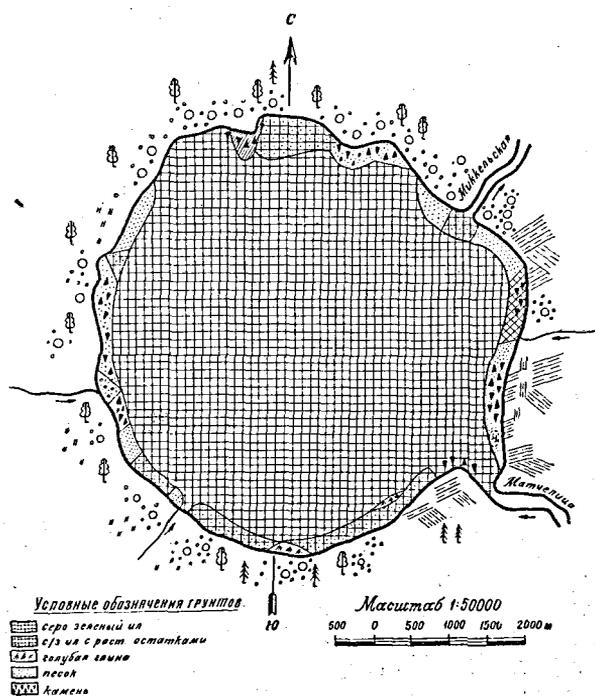


Рис. 6. Карта грунтов Миккельского озера.

Малый объем водной массы с малой тепловой инерцией способствует быстрому прогреву водоема, а также его охлаждению. Весной 1953 г. (начало мая) в результате понижения температур воздуха с положительных значений до отрицательных (от  $+5^{\circ}$  до  $-4^{\circ}$ ) и интенсивной отдачи тепла атмосфере озеро в течение нескольких часов покрылось льдом. Этому способствовала ясная, безоблачная погода.

Температуры воды следуют температурам воздуха с очень незначительным сдвигом.

Подледное состояние водоема характеризуется наблюдениями, проведенными в конце марта 1953 г. Поверхностные температуры воды в центральной части озера и в истоке р. Миккельской  $1^{\circ}$ . Придонные температуры  $1,2-1,3^{\circ}$  (глубина  $1,8$  м). При перемещении на  $400$  м к юго-западу от станции, расположенной в центре озера, температура подледного слоя равна  $0,6^{\circ}$ , придонного слоя  $1,8^{\circ}$  при тех же глубинах.

Повидимому, первые две станции находятся в зоне распространения потока р. Матчелицы через озеро (рис. 4); последняя станция характеризует собой зону замедленного водообмена. Повышенные придонные температуры в этой зоне следует объяснить прогревом нижних слоев воды от донных отложений.

Прибрежные участки в конце марта имеют низкие температуры от  $0,1$  до  $0,2^{\circ}$ . Полоса литорали в районе устьев ручьев Пограноя и Каскеноя промерзает на  $150-200$  м от берега.

Толщина льда изменяется от  $0,55$  м (прибрежные участки) до  $0,63$  м в центральной части. Толщина слоя снега варьирует от  $0,18$  м (исток р. Миккельской) до  $0,8$  м в устье ручья Сулгуоя. В центре озера —  $0,12$  м.

В конце апреля обратная стратификация, характерная для зимнего и подледного периода, ослабевает и уже в первых числах мая, переходя через температуру  $4^{\circ}$ , сменяется весенней гомотермией. К этому же периоду относится вскрытие озера и освобождение его ото льда, продолжающееся несколько дней.

Дальнейший прогрев водоема при ветровом воздействии проходит в состоянии гомотермии. Действие ветра в это время совпадает с конвекционными токами и ускоряет процесс прогрева озера.

К концу первой декады мая температура водной массы в центральной части повышается до  $5,4^{\circ}$ . Штилевая погода, стоявшая в последующие дни, обеспечила равномерный прогрев метрового слоя ( $11,8-11,1^{\circ}$ ) и образование в следующем метровом слое термоклина величиной  $3^{\circ}$ . Прямая стратификация, установившаяся в этот период, была нарушена ветрами; ее сменила летняя гомотермия.

К концу второй декады мая температура воды центральной части повысилась до  $15,8^{\circ}$  (для всего слоя), в прибрежных участках — до  $17,6^{\circ}$  (заросли в устье ручья Пограноя).

Полоса литорали между берегом и зарослями тростника имеет свой особый температурный режим, как наиболее мелководная и не участвующая в общем перемешивании ветрами. Прогрев и охлаждение ее происходит значительно быстрее, чем центрального плеса озера.

Снижение температур воздуха с  $16$  до  $5^{\circ}$  в конце мая месяца вызвало похолодание воды в озере до  $10,2-11,8^{\circ}$ .

Максимальный прогрев водоема наблюдался в последней декаде июня. Максимум температур воздуха в 1953 г. приходился на июнь. Температура центральной части озера по всей вертикали была  $25,8^{\circ}$  (глубина  $2,1$  м), в литоральных участках изменялась от  $24,8^{\circ}$  (глубина  $1$  м) до  $26,8^{\circ}$  (глубина  $1,2$  м). Резкое похолодание в последние дни месяца (среднесуточные температуры воздуха снизились на  $13^{\circ}$ ) вызвало охлаждение озера до  $17,8^{\circ}$ .

Наблюдения за суточным ходом температуры воды в озере были проведены 25 и 26 июля 1953 г. на трех станциях (табл. 4).

Суточные колебания температуры воды по восточному побережью достигают  $4,1^{\circ}$ , в центральной части озера  $1,2^{\circ}$ , в районе мыса Хопун-нэкка  $1,6^{\circ}$ . Максимальные температуры (суточные) наблюдаются в озере после 17 часов. Литораль восточного берега прогревается до  $23,2^{\circ}$ , центральный плес — до  $21^{\circ}$ , литораль западного берега — до  $21,8^{\circ}$ .

Переход температур воды от летних к осенним начинается в конце июля — начале августа. Последняя декада июля характеризовалась температурами  $20,7-20,8^{\circ}$  для всего водоема. К концу августа температура водной массы снизилась до  $17,4^{\circ}$  с отклонениями от средней величины в различных частях озера на десятые доли градуса.

В первых числах октября осенняя гомотермия сменяется обратной стратификацией. К концу первой декады месяца температура водной массы озера снизилась до  $2^{\circ}$ . Похолодание сменилось потеплением, на которое сразу же реагирует водоем. Температуры воды в середине второй декады  $5,5-5,7^{\circ}$  с последующим понижением к концу месяца до  $2^{\circ}$ .

Озеро обычно замерзает в последних числах октября — начале ноября. При штилевой погоде замерзание происходит концентрически расположенными участками путем нарастания ледяной пленки от периферии к центру.

Ветры, дующие в момент охлаждения поверхностного слоя до  $0^{\circ}$ , несколько сдвигают сроки замерзания озера. С момента ледостава интенсивное охлаждение водной массы прекращается, и начинается процесс медленного нагревания ее путем отдачи дном (иловой толщей) тепла, накопленного в летний период.

Ледостав на р. Матчелице начинается несколько раньше, чему способствуют сильная извилистость русла реки, малые скорости течения, остатки водной растительности, многочисленные коряги и колья от рыболовецких снастей, вокруг которых образуются ледяные поля.

Наблюдения в феврале 1954 г. показали, что озеро обладало большим запасом тепла, чем в зиму 1952—1953 гг. Это объясняется большим прогревом водной массы и донных отложений к моменту ледостава, наступившему при штилевой погоде.

В первых числах февраля температура подледного слоя в центральной и северо-западной частях озера равнялась  $1,2^{\circ}$ , в истоке р. Миккельской  $1^{\circ}$ . Литоральные участки западного и восточного побережья охладились до  $0,5^{\circ}$ .

Наиболее низкие температуры наблюдались в устьевой части р. Матчелицы: в районе моста река обычно не замерзает и имеет полыньи. Температура воды для этого участка озера  $0,2^{\circ}$ .

Температура придонных слоев в центральном плесе  $2,6^{\circ}$  (глубина 1,9 м), в северо-западной части  $2,2-2,3^{\circ}$  (глубина 1,8 м).

Конец марта — начало апреля 1954 г. характеризовались повышением температур водной массы в центральной части и охлаждением литорали. Положительные температуры воздуха явились началом интенсивного снеготаяния. Теплозапас илов к этому времени иссяк; и только в центральной части озера наблюдалось некоторое повышение температуры придонного слоя воды.

Поверхностные температуры варьируют от  $1,4^{\circ}$  (западная часть озера) до  $1,6^{\circ}$  (центральная часть). Придонные — от  $2,2^{\circ}$  (глубина 1,5 м) до  $3^{\circ}$  (глубина 1,9 м). Литораль западного побережья охладилась до  $0,2^{\circ}$ . Восточное побережье, в большей степени подверженное влиянию вод р. Матчелицы, имеет температуры от  $0,8^{\circ}$  (глубина 1 м) до  $1^{\circ}$  (глубина 1 м).

## Суточный ход температур воды и воздуха

Местоположение станций	Общая глубина (в м)	25/VII—1953 г.				26/VII—1953 г.			
		горизонт наблюдения	время наблюдения	температура		горизонт наблюдения	время наблюдения	температура	
				воды	воздуха			воды	воздуха
30 м от устья ручья Каскеноя (восточный берег)	0,4	Поверхностный	9 ч. 00 м.—9 ч. 15 м.	20,8	20,5	Поверхностный	1 ч. 00 м.—1 ч. 15 м.	19,1	—
		"	13 ч. 00 м.—13 ч. 15 м.	21,5	—	"	5 ч. 30 м.—5 ч. 45 м.	19,1	—
		"	17 ч. 00 м.—17 ч. 30 м.	23,2	20,0	"	9 ч. 00 м.—9 ч. 30 м.	19,5	16,5
		"	21 ч. 00 м.—21 ч. 15 м.	21,2	18,9	—	—	—	—
Центральная часть озера	2,0	Поверхностный 1,7	9 ч. 45 м.—10 ч. 25 м.	20,7	—	Поверхностный 1,7	2 ч. 00 м.—2 ч. 20 м.	20,2	—
			20,6	—	20,2		—		
		Поверхностный 1,7	14 ч. 00 м.—14 ч. 45 м.	21,0	—	Поверхностный 1,7	6 ч. 00 м.—6 ч. 30 м.	20,2	15,5
			20,7	—	19,9		—		
		Поверхностный 1,7	18 ч. 00 м.—18 ч. 45 м.	21,1	—	—	—	—	—
			20,7	—	—	—	—	—	—
Поверхностный 1,7	22 ч. 00 м.—22 ч. 30 м.	20,9	—	—	—	—	—		
20,8	—	—	—	—	—	—	—		
150 м к востоку от мыса Хопунёкка (западный берег)	1,0	Поверхностный	11 ч. 20 м.—11 ч. 50 м.	21,2	—	Поверхностный	3 ч. 20 м.—3 ч. 50 м.	20,2	19,5
		"	15 ч. 30 м.—16 ч. 00 м.	21,8	—	"	7 ч. 00 м.—7 ч. 30 м.	20,2	—
		"	19 ч. 00 м.—19 ч. 30 м.	21,8	—	"	11 ч. 00 м.—11 ч. 30 м.	20,2	—
		"	23 ч. 15 м.—23 ч. 35 м.	21,0	—	—	—	—	—

В результате смерзания талой воды со снегом изменилась толщина льда и его структура. Кристаллический лед толщиной 0,45 м покрылся наслуховым льдом слоем 0,15 м.

Озеро освободилось ото льда 10 мая. В середине месяца центральная часть имела температуру  $5^{\circ}$  (глубина 2,5 м). Литораль западного побережья имела температуры  $7,8^{\circ}$  (глубина 1,4 м) —  $8,8^{\circ}$  (глубина 2,1 м), восточного побережья —  $8,7^{\circ}$  (глубина 2 м). Температуры в устьевой части р. Матчелицы были  $6,8^{\circ}$  (глубина 1,7 м), в истоке р. Миккельской  $7,9^{\circ}$  (глубина 0,7 м). Постоянно дующие южные ветры способствовали быстрому прогреву водоема и концентрации теплых масс воды в северной части озера. Уже в конце мая литораль северо-западного побережья прогрелась до  $19,8^{\circ}$ . В центральной части поверхностный слой имел температуру  $18^{\circ}$ , придонный  $13,5^{\circ}$ . Снижение температур воздуха к началу июня вызвало похолодание водной массы. Поверхностный слой воды в северной части охладился до  $13,6^{\circ}$ , придонный — до  $12,8^{\circ}$ . Температура воды в литоральной зоне снизилась до  $13,4^{\circ}$ .

Для характеристики температурного режима водоема в различные периоды гидрологического года нами произведен подсчет средней температуры всей водной массы и теплозапаса в ней с учетом изменения объема воды в озере.

Подсчитывалась средняя температура отдельных слоев, объем слоя и его теплозапас. На батиметрической карте выделялись объемы воды с высотой слоя, равной 1 м; на основании полевых материалов для каждого слоя определялась средняя температура воды; подсчитывался теплозапас каждого слоя путем перемножения средней температуры воды данного слоя на его объем; определялся суммарный теплозапас озера; находилась средняя температура водоема как частное от деления суммарного теплозапаса на объем озера (табл. 5).

Таблица 5

Сезонное изменение средних температур и теплозапаса Миккельского озера

Время съемки	Пределы изменения температуры воздуха (в градусах)	Средняя температура воды <sup>1</sup> (в градусах)	Теплозапас (в $10^6$ мегакалорий)
28—31/III—1953 г.	от $-7$ до $+3$	1,0	9,0
11/V—1953 г.	5,5	5,4	67,0
16/V—1953 г.	15	10,0	124,0
23—28/V—1953 г.	от 8,2 до 17	12,3	152,0
20/VI—1953 г.	23	22,0	198,0
23—25/VI—1953 г.	от 20 до 25	24,6	219,0
30/VI—1953 г.	14	17,8	158,0
24/VII—1953 г.	22	20,8	186,0
25—26/VIII—1953 г.	14	17,4	154,0
16—18/X—1953 г.	от $+5$ до $+3$	4,6	41,0
5—7/II—1954 г.	от $-7,5$ до $-3$	1,5	13,4
31/III—1/IV—1954 г.	$+4$ до $+2$	1,7	15,1

<sup>1</sup> Как частное от деления подсчитанного суммарного теплозапаса на объем озера.

Анализ полученных данных подтверждает положение о малой тепловой инерции Миккельского озера. Резкое падение температур воздуха в течение нескольких дней (с 25 по 30 июня) повлекло за собой снижение запаса тепла в водоеме на  $61 \times 10^6$  мегакалорий. Наибольшее содержание тепла в 1953 г. наблюдалось в конце июня, следуя максимальным температурам воздуха. Теплосодержание к концу марта 1954 г. было значительно выше, чем для этого же времени в 1953 г. Это является результатом большего прогрева иловой толщи дна водоема и замерзания озера при безветренной погоде.

**Прозрачность.** Для жизни озерных организмов большое значение имеет прозрачность и определяемая ею степень освещенности водной толщи.

Малые глубины, ветры, вызывающие взмучивание водных масс на литоральных участках, интенсивное развитие планктона в период максимального прогрева водоема обуславливают незначительную прозрачность воды в озере. Наибольших значений она достигает в зимний период, когда водоем длительное время находится в спокойном состоянии и влияние вод бассейна на него минимальное. Для центральной части озера прозрачность равна 1,4 м, для литорали — 0,8 м. Минимум ее наблюдается в конце мая — начале июня, когда паводковыми водами с бассейна вносится в озеро масса взвешенных частиц. Величина прозрачности для этого периода колеблется в пределах 0,2—0,6 м и сохраняется такой в течение всего лета. Воды р. Матчелицы в летние месяцы имеют более высокую прозрачность, чем в озере, что объясняется меньшим содержанием взвешенных частиц. Суточные колебания прозрачности воды в озере (июль) незначительны и не превышают 0,2 м. В центральной части озера в 9 часов утра она равнялась 0,5 м, в 19 часов — 0,7 м.

#### ОЗЕРО КРОШНОЗЕРО

Крошнозеро занимает пониженную часть болотной низины, раскинувшейся в северо-восточном углу бассейна. Отметка горизонта воды озера 95,6 м над уровнем моря.<sup>1</sup>

Координаты условного центра водоема  $61^{\circ}40'$  северной широты и  $33^{\circ}08'$  восточной долготы.

Площадь озера  $8,9 \text{ км}^2$ . Площадь водосборного бассейна  $187,2 \text{ км}^2$ . Удельный водосбор озера  $21 \text{ км}^2$  на  $1 \text{ км}^2$  площади зеркала водоема. По этому показателю озеро является типичным для Карелии. Форма его продолговатая, вытянутая с северо-запада на юго-восток. Наибольшая длина — 10,4 км, ширина — 1,3 км. Острова и резко выраженные мысы отсутствуют, т. е. площадь зеркала равна общей площади водоема.

Береговая линия общей длиной 24,7 км слабо изрезана. Показатель развития ее 2,45. Берега озера низкие, сложенные валуном, галькой, редко глиной (в северной части) и песками (южный плес озера).

К северу от устья р. Холмы берег представляет собой крутую песчано-суглинистую осыпь высотой 4—5 м с включением мелких валунов. У подножья ее протянулась узкая полоса песчаного пляжа.

Южный берег (в районе МТС) сложен однородными озерно-ледниковыми песками.

Болотный массив, примыкающий к озеру с северо-восточного берега, отделен от водоема береговым валом. Южный и юго-западный берега более высокие, переходящие в холмы с высотами до 100 м.

Вблизи населенных пунктов, расположенных по берегам озера, прилегающие земельные массивы разработаны под пахотные угодья.

<sup>1</sup> По карте масштаба 1 : 100 000.

Котловина водоема имеет довольно сложный рельеф (рис. 7). Анализ карты глубин подтверждает ранее высказанное предположение, что в далеком прошлом это была озерная впадина, переходящая к северо-западу в мелководный залив.

Средняя глубина озера (как частное от деления объема его на площадь) равна 5,7 м. Максимальная глубина 12,6 м. Показатель объема 0,45.

По этому показателю Крошнозеро резко выделяется среди озер Карелии, имеющих средний показатель объема 0,22—0,23.

Рельеф озерной котловины характеризуется двумя впадинами с глубинами до 11 м, отделенными одна от другой подводным возвышением, глубины на котором не превышают 3 м. Это возвышение делит водоем на два плеса: северный с площадью 5,6 км<sup>2</sup> и южный с площадью 3,3 км<sup>2</sup>, отличающихся друг от друга глубинами, их распределением и объемом водной массы. Средняя глубина северного плеса 5 м. Максимальная глубина (она же для всего озера) равна 12,6 м и расположена в 250 м от северо-восточного берега, в 1,5 км к северу от деревни Ершаволок.

Наибольшие глубины приурочены к юго-восточной части плеса. Здесь же наблюдаются значительные уклоны дна — до 0,033. Западное побережье более мелкое. Рельеф дна при передвижении от истока р. Матчелицы в юго-восточном направлении изменяется очень плавно. На этом участке уклон дна 0,002.

Южный плес озера имеет среднюю глубину 6,6 м. Глубины 10 м и выше занимают здесь около 10% от общей площади плеса. Максимальная глубина для этого района 11,5 м.

Планиметрированием контура озера, горизонталей, проведенных через 1 м, определены площадь и объем всего озера, площади и объемы отдельных глубинных зон (табл. 6).

Таблица 6

Площади и объемы Крошнозера

Отметка (в м)	Глубина (в м)	Площадь горизонтали		Объем озера	
		в км <sup>2</sup>	в % от общей площади	в 10 <sup>6</sup> м <sup>3</sup>	в % от общего объема
95,6	0,0	8,90	100,0	50,5	100,0
94,6	1,0	8,15	91,6	41,9	82,2
93,6	2,0	7,54	84,8	34,0	67,3
91,6	4,0	5,56	62,4	20,7	41,0
89,6	8,0	4,15	48,7	11,1	22,0
87,6	8,0	2,85	32,1	4,1	8,1
85,6	10,0	0,60	6,7	0,3	0,6
83,6	12,0	0,0005	0,005	0,002	0,004
83,0	12,6	0	0	0	0

Глубины до 1 м, определяющие зону интенсивного ветрового перемешивания, имеют незначительное распространение, занимая всего 8,4% от общей площади.

В верхнем трехметровом слое, наиболее подверженном температурным колебаниям, заключено около 50% всего объема озера.

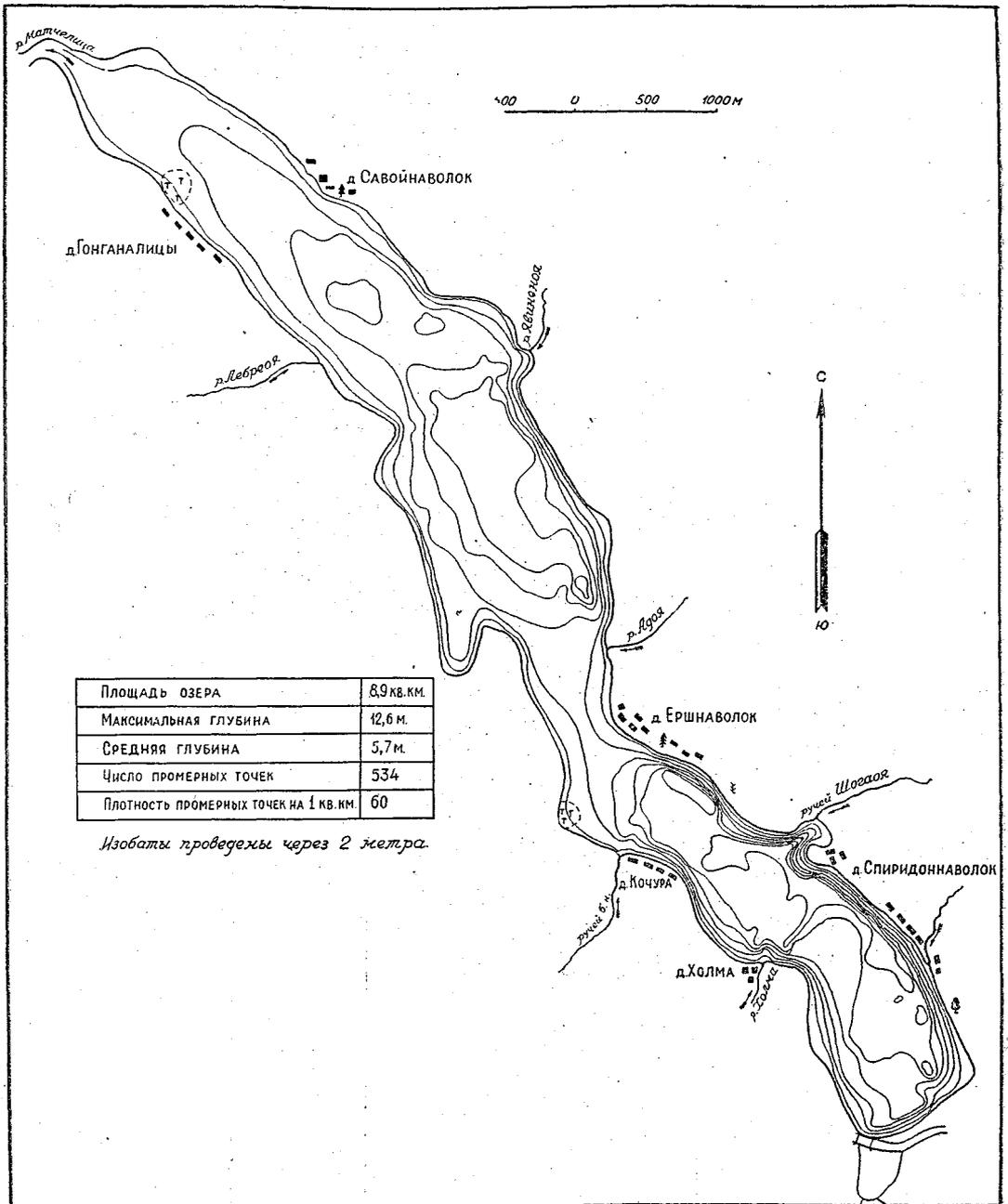


Рис. 7. Батиметрическая карта Крошнозера.

Объем, подсчитанный по материалам планиметрирования, составляет  $0,05 \text{ км}^3$ . Северная и южная части озера при различных площадях (северная часть  $5,6 \text{ км}^2$ , южная —  $3,3 \text{ км}^2$ ) имеют почти равные объемы водной массы —  $0,027 \text{ км}^3$  и  $0,023 \text{ км}^3$ . Это характеризует северный плес как более мелководный, в котором особенно выделяется его северо-западная часть.

Притоки и водообмен Крошнозера. Характеристика притоков Крошнозера, частей его бассейна, а также степень участия их в водообмене озера представлены в таблице 7.

Таблица 7

Притоки Крошнозера и их характеристика

Наименование притока	Площадь водосбора (в $\text{км}^2$ )	Длина (в $\text{км}$ )	Удельное падение (в $\text{м/км}$ )	% от общей площади водосбора	Средний годовой объем стока (в $\text{км}^3$ )	Место впадения
Ручей Шогаоя . . . . .	7,6	1,4	4,2	4,3	—	Восточный берег
Собственный водосбор озера (восточная часть)	28,7	—	—	16,3	—	
Ручей без названия . .	16,0	5,7	10,0	9,2	—	Южный берег
Река Холма . . . . .	66,0	11,7	8,0	37,5	0,02	Западный берег
Ручей Хлебный . . . . .	32,5	11,0	2,0	18,5	0,01	"
Собственный водосбор озера (западная часть)	16,3	—	—	9,2	—	

Основным притоком озера является р. Холма, водосборная площадь которой составляет 37,5% от общей площади водосбора.

В сочетании с формой водоема она определяет осевую проточность Крошнозера, с некоторым нарушением ее ручьем Хлебным. Влияние остальных притоков ничтожно.

Объем среднего годового стока в озеро при площади бассейна  $176 \text{ км}^2$  и модуле стока  $10 \text{ л}$  в секунду составляет  $0,05 \text{ км}^3$ . При объеме водной массы озера  $0,05 \text{ км}^3$  показатель водообмена равен единице, т. е. весь объем воды озера условно заменяется водами бассейна один раз в году. По этому показателю Крошнозеро следует отнести к классу озер малого водообмена (для озер полупроточного типа).

Уровенный режим. Наблюдения за уровенным режимом озера были начаты Карело-Финским УГМС в конце 1932 г.

В заливе к северо-востоку от деревни Спиридоннаволок был установлен свайный водомерный пост, наблюдения на котором продолжались до 1941 г.

В створе старого поста ГМС летом 1953 г. экспедицией Карело-Финского филиала АН СССР был открыт свайный водомерный пост, наблюдения на котором велись до конца года, после чего пост был закрыт.

Анализ гидрографов, построенных для характерных по водности лет (за период с 1932 по 1941 год), указал на сомнительность исходных материалов (рис. 8). Максимальная амплитуда колебания уровней состав-

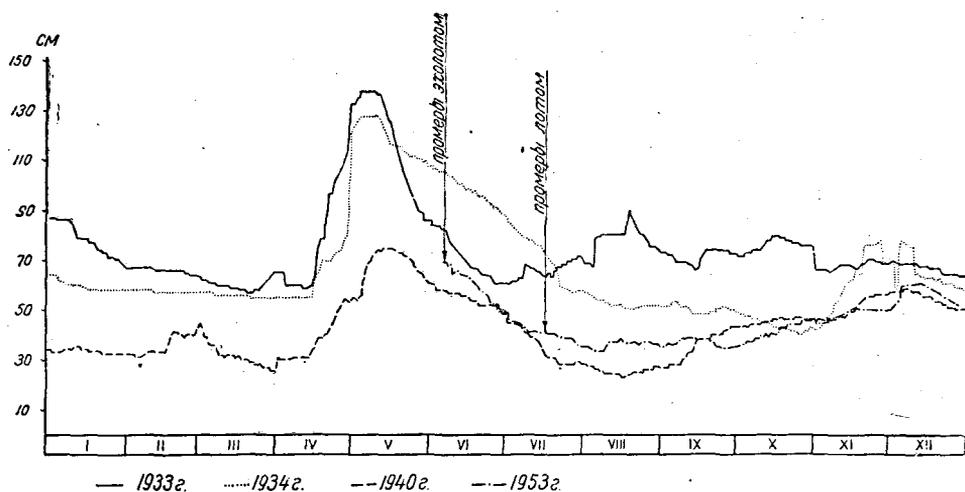


Рис. 8. Колебания уровня за характерные годы (1932—1940 гг.) по Крошноозеру.

ляет 115 см при наивысшем уровне 138 см (май 1933 г.) и наименьшем уровне 23 см (август 1940 г.).

Годовой ход уровня характеризуется плавным понижением его в течение января — марта с некоторыми пиками (февраль-март 1940 г.), которые можно объяснить только зажорными явлениями на р. Матчелице.

Весенние уровни (конец апреля — начало мая) возрастают в среднем на 5—10 см в сутки, достигая в этот период максимальных значений.

Спад уровней плавный, в некоторые годы (1934 г.) растягивается до июля. Проходящие в летне-осенние месяцы дожди формируют паводки, дающие на гидрографах незначительные пики.

Наибольшая амплитуда колебания уровней в течение года наблюдалась в 1938 г. и составляла 95 см.

За период работ 1953 г. (с июня по октябрь) уровень воды изменялся в пределах 37 см. Уровни на спаде паводка были порядка 70 см, минимальные наблюдались в первых числах августа — 33 см. Промерные работы проводились в период устойчивых уровней (в конце июля).

В многолетнем ряду 1953 год занимает промежуточное положение между средним и минимальным по водности годом. Зависимость горизонтов воды озера и объема его от уровней прямолинейная. Амплитуда среднего годового колебания уровней 74 см отвечает изменению объема на  $7 \times 10^6 \text{ м}^3$ , или 14% от общего объема озера. Максимальная амплитуда колебания уровней 95 см (1938 г.) соответствует изменению объема на  $8 \times 10^6 \text{ м}^3$ , или 16% от общего объема.

Морфология озерной котловины и характер прибрежной местности обуславливают незначительное затопление берегов при подъеме уровня воды в местах впадения ручьев и в северо-западной части озера. При спаде уровней осушаются мелководные участки литорали северо-западной части озера, западного побережья и участка восточного побережья к северу от деревни Спиридоннаволоку.

Сведения о ледовых явлениях, опубликованные в материалах Гидрометслужбы, для Крошноозера отрывочные, в большинстве случаев сомнительные. Вскрытие озера происходит в конце апреля — первой половине мая (25/IV—1937 г., 17/V—1935 г.): Озеро очищается ото льда в течение двух-трех дней. Замерзание обычно начинается в северной

мелководной части, в заливах и губах. Первые забереги появляются в октябре. Сплошной, устойчивый ледостав наступает в середине ноября — в первых числах декабря и определяется характером осени.

Грунты. Вся центральная часть дна озера (около 85% общей площади дна) покрыта серозеленым илом. Только прибрежная полоса, подверженная волновому воздействию, и незначительные по площади участки дна озерной котловины представлены грунтами, состоящими из различных сочетаний песка, мелких валунов, глины и гороховидной руды (рис. 9).

Песчаный грунт имеет наибольшее распространение в южном плесе озера. Им покрыт южный и юго-западный берег, а также район к северу от деревни Кочуры. Дно губ и заливов выложено чистым кварцевым песком озерно-ледникового происхождения.

Глинистый грунт встречается отдельными пятнами и приурочен к северо-западной части водоема.

Железородные отложения гороховидной формы имеют очень ограниченное распространение и обнаружены в устьях ручьев, впадающих в озеро (на песчаном субстрате), а также в южном плесе в толще иловых отложений.

На озере имеются две луды, покрытые валуном. Одна вытянута с северного конца деревни Ершнаволок в направлении на деревню Кочура, другая примерно в 400 м к северо-востоку от деревни Гонганалицы. Химический анализ грунта (в процентах к абсолютно сухой навеске), произведенный химической лабораторией филиала, показал, что илы озера очень богаты кремнием, содержание которого достигает 58,9%; содержание железа, кальция и магния значительно выше, чем в Миккельском озере (таблица 8).

Таблица 8

Химический анализ грунта Крошнозера  
(в % к абсолютно сухой навеске)

Место взятия образца	Влаж- ность при 105—110°	Потери при прока- лива- нии	Нера- створи- мый остаток	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO
Северная часть озера . . .	3,35	8,20	—	58,88	14,25	8,65	1,14	2,51	2,41
Буй № 2 . . .	4,51	11,43	—	56,95	12,18	9,36	0,31	2,44	2,41
Буй № 1 . . .	3,94	13,72	—	57,62	11,69	9,12	0,67	2,25	1,53

Водная растительность в Крошнозере имеет меньшее распростра-  
нение, чем в Миккельском озере.

В южном и центральном плесах только на мелководных участках литорали встречается камыш и тростник. В северо-западном углу водоема вся прибрежная полоса покрыта густыми зарослями тростника, камыша и осоки, особенно в истоковой части р. Матчелицы, где кроме надводных видов растительности в изобилии встречаются подводные формы.

Термика. Процесс прогревания и охлаждения водной массы озера изучался на двух гидрологических вертикалях—станциях, расположенных в различных частях водоема.

Изменение температур по площади озера изучалось кратковременными съемками, проведенными в характерные периоды гидрологического года.

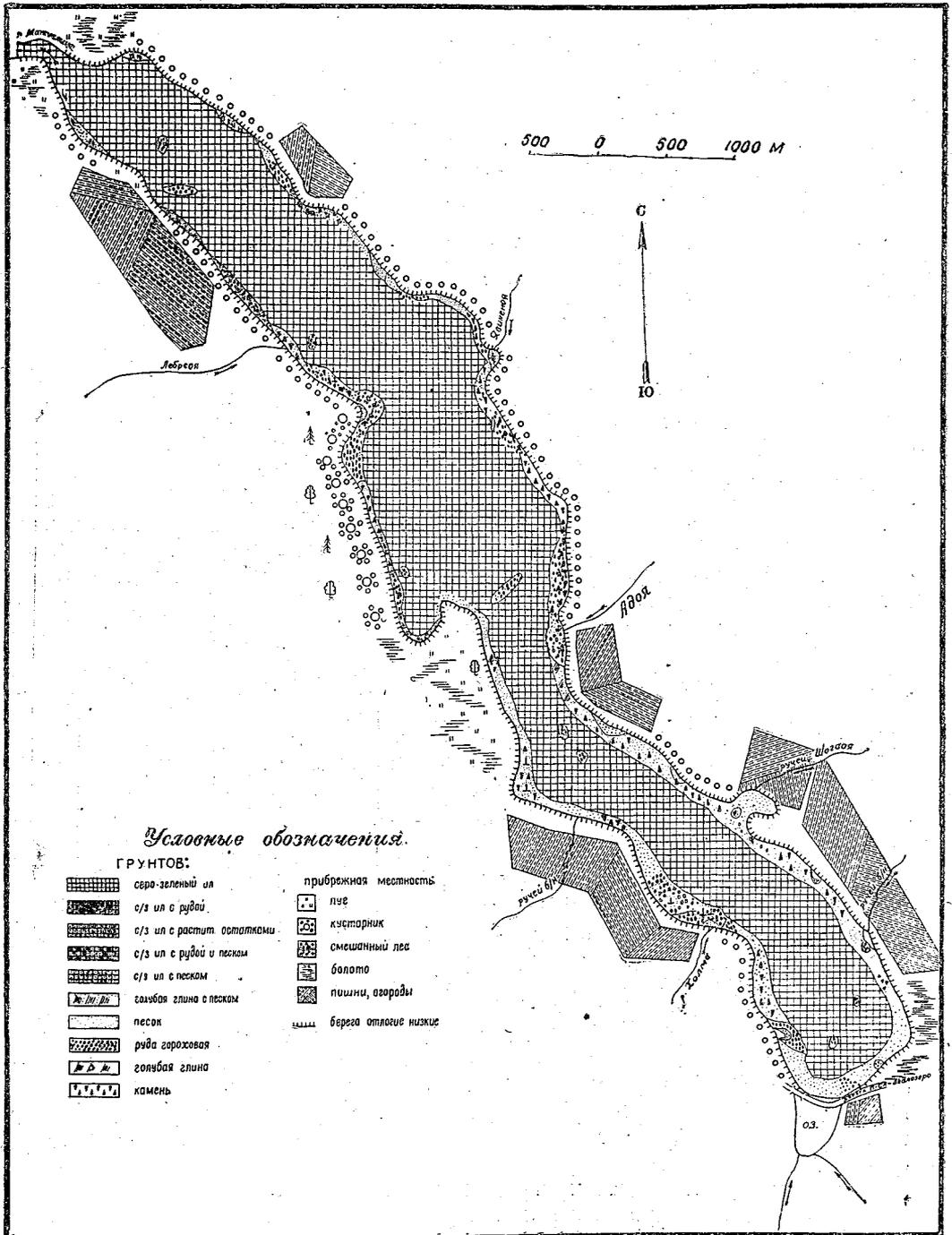


Рис. 9. Карта грунтов Крошнозера.

Гидрологические работы на озере были начаты в первых числах апреля 1953 г. и охватывали переходный момент от периода ледостава к весенней гомотермии. Ясные солнечные дни, положительные температуры воздуха до  $+6^{\circ}$  явились началом интенсивного снеготаяния, образования значительного (до 10 см) слоя надледной воды, быстро уходящей под лед через его трещины и многочисленные лунки, вырубленные рыбаками при промысле.

Солнечная радиация, проникающая через прозрачный лед, повышает температуру подледного слоя воды и служит началом конвекционных токов, ведущих к прогреву водной массы. При наличии снежного покрова (северный плес) и отрицательных температурах воздуха подледный слой воды (горизонт 0,5 м) имел температуру  $0,2^{\circ}$ .

Смена отрицательных температур воздуха положительными, усиление солнечной радиации к концу первой пентады месяца привели к повышению температур поверхностного слоя до  $1,6-1,8^{\circ}$  на глубине 0,5 м (в южном плесе). Придонные температуры в этот период варьируют от  $0,4^{\circ}$  в северо-западной части (глубина 1,4 м) до  $2,6^{\circ}$  в середине южного плеса (глубина 8,1 м).

Река Холма несла в это время воду с температурой  $1,4^{\circ}$ . В 20 м от устья температура в поверхностном слое была  $1,4^{\circ}$ , в придонном  $1,6^{\circ}$  (глубина 5 м).

Сразу же после освобождения озера ото льда, в первых числах мая, начинается интенсивный прогрев водных масс, особенно в закрытых мелководных губах и заливах.

На вертикальное и площадное выравнивание температур значительное влияние оказывает ветер, имеющий в этот период преимущественно южное направление. Максимальные температуры воды наблюдались в Школьной губе, расположенной к северу от деревни Спиридоннаволок, и достигали к концу мая  $20^{\circ}$ . Вся водная масса озера имела среднюю температуру порядка  $11^{\circ}$  с увеличением ее на  $2-3^{\circ}$  к концу срока. Температура воды притоков, впадающих в северную часть озера, равна  $12^{\circ}$ . Температура р. Холмы достигала  $16^{\circ}$ . Река Холма помимо перемешивающего воздействия оказывает также тепляющее влияние на центральный плес озера.

Температура воздуха за период с 31/V по 3/VI повысилась с  $13,5$  до  $25,5^{\circ}$ . К концу первой декады июня наступило похолодание воздуха до  $7,5^{\circ}$ , сменившееся в ближайшие 3-4 дня потеплением с температурами порядка  $20^{\circ}$ . Конец месяца характеризуется новым похолоданием до  $10^{\circ}$ . Резкие колебания температуры воздуха совместно с ветровым воздействием вызвали изменение температуры водной массы, особенно ее верхних слоев, подверженных этому влиянию в большей степени. В результате аккумуляции тепла в предшествующий период высоких температур воздуха средняя температура водоема повысилась за это время с 12 до  $17,7^{\circ}$ . Ветры преобладали северо-восточного направления, создавая циркуляцию водных масс преимущественно в пределах отдельных плесов.

В северной, более мелководной, части прогрев идет значительно быстрее: уже на глубине 8 м температура воды достигает  $15,6^{\circ}$ , тогда как в южном плесе в прибрежных слоях на глубине 8,3 м еще сохраняется температура конца мая ( $11,7^{\circ}$ ). Между 5- и 6-метровыми изобатами наблюдался температурный скачок величиной  $4,3-4,5^{\circ}$ :  $19,6^{\circ}$  — на глубине 5 м и  $15,1^{\circ}$  — на глубине 6 м, причем в южной части плеса поверхностные слои воды были более теплыми ( $19,6^{\circ}$ ), чем в северной и средней ( $17,5-17,7^{\circ}$ ). В результате действия ветров северных румбов теплые поверхностные слои воды сгонялись к южному берегу озера, где температура воды достигала  $18,6^{\circ}$ .

Река Холма, дающая около 30% всего притока в озеро, несла в конце июня (28/VI) свои воды с температурой 15,7°.

Часть озера южнее устья р. Холмы имеет свой особый температурный режим. Максимальная температура, распространяющаяся на трехметровый слой воды, здесь в это время была 19,7°.

Температуры воды в северном плесе к концу июня значительно ниже: для поверхностного слоя 17,6°, для придонного 15,6° (глубина 8 м). Ручьи Лебреоя и Явиеноя имеют температуру воды 16,9°.

К середине июля (15/VII) температура придонных слоев воды в южном плесе повысилась с 12,5 до 17,9°. Район максимальной глубины озера характеризуется температурой 18° в слое до 8 м, придонная температура 16,8°. В этот период преобладал ветер юго-западного направления, изменяясь от юго-восточного к западным румбам против часовой стрелки.

Анализ среднемесячных температур воздуха по ближайшей к озеру ГМС Пряжа (30 км к востоку), приведенных в таблице 9, показал, что среднемесячный максимум температур воздуха обычно падает на июль; в 1953 г. он сдвигается на июнь. В силу некоторой инерции максимум температур воды в озере сдвинут и в 1953 г. на июль — август. Вся водная масса северного плеса 4 августа имела температуру 19,5° с колебаниями в различных участках в пределах 0,1—0,2°. В южном плесе эта температура охватывала пятиметровый слой, снижаясь к придонным горизонтам до 16,3°.

Таблица 9

Средняя месячная и годовая температуры воздуха по ГМС Пряжа

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Среднепогодные данные . . . . .	-10,3	-10,1	- 5,9	1,5	7,8	13,0	16,2	13,9	8,7	2,8	-3,0	-8,1	2,2
1952 г.	- 5,4	- 6,6	-10,6	2,3	5,3	13,8	16,1	13,1	7,6	0,2	-3,5	-6,0	2,2
1953 г.	-11,1	-15,8	- 3,8	3,8	7,8	17,0	15,8	14,9	6,6	3,8	-1,7	-4,4	2,7

Процесс охлаждения озера начинается уже в первой декаде августа, следуя с некоторыми сдвигами изменению температур воздуха. Уже к концу августа вся водная масса имела температуру 17,1—17,4° на поверхности и 16,8—17,5° у дна. Воды притоков на несколько десятых долей градуса холоднее, чем в озере (р. Холма — 16,9°, ручей Лебреоя — 16,8°). Литоральные участки имели температуры воды, одинаковые со всем озером.

Юго-западные и юго-восточные ветры, преобладающие в этот период, обеспечивают выравнивание температур во всех частях озера на глубине и по площади.

В октябре наблюдается осенняя гомотермия. Продолжается интенсивное охлаждение озера. К концу первой декады вся толща воды имела температуру 6,1° в южном плесе и 5,3° — в северном плесе.

Смена положительных температур воздуха на отрицательные наблюдалась в конце второй декады октября. Переход через температуру

наибольшей плотности воды проходил в конце месяца; для северной части, как более мелководной, несколько раньше, чем для центральной и южной. Уже 31 октября температура всего слоя воды в центральной части северного плеса была  $4^{\circ}$ , в южном  $3,4^{\circ}$ . В северо-западной части озера поверхностная температура снизилась до  $1,5^{\circ}$ , придонная — до  $2^{\circ}$  (глубина 1,7 м).

Залив к северо-западу от деревни Гонганалицы покрылся льдом 31 октября. В остальных частях водоема появились забереги, перешедшие в последующие дни в ледостав. Однако сильный юго-западный ветер, поднявшийся 5 ноября, сломал лед и согнал его в северный плес озера. Устойчивый ледостав на озере наступил только в середине ноября.

Сравнительно теплая зима 1953—1954 гг. с небольшим количеством снега (от 10 см в центральных частях до 25 см в заливах) обусловила малую толщину льда, не превышающую 45 см в центральных плесах и 35 см — в прибрежной полосе.

Поверхностные температуры в феврале в местах впадения притоков и неводных притонений были равны  $0^{\circ}$ , в северо-западной части озера  $0,3^{\circ}$ , в центральной части  $0,6^{\circ}$ , в южной  $0,4^{\circ}$ .

Придонные слои воды в первой декаде февраля в северном плесе озера имели температуру от  $1,3^{\circ}$  (глубина 1,3 м) до  $4,1^{\circ}$  (глубина 11 м), в южном плесе (глубина 8,5 м) наблюдалась температура  $2,7^{\circ}$ . Северный плес обладал большим запасом тепла, чем южный: температуры пятиметрового слоя для северной части озера равнялись  $2,4^{\circ}$ , для южной  $0,9-1,1^{\circ}$ .

Пониженные температуры воды в южном плесе, особенно в его западной части, определяются охлаждающим действием р. Холмы. Придонные температуры в этом районе  $1,5^{\circ}$ .

К концу марта снежный покров метаморфизировался под действием положительных температур воздуха и солнечной радиации. Толщина льда увеличилась до 60 см. Нижний слой толщиной 35—40 см представлял собой кристаллический лед, верхние 20—25 см — „наслuzовый“ лед.

Температура придонных слоев воды повысилась на несколько десятых долей градуса — с  $3,1$  до  $3,6^{\circ}$  (глубина 8 м) за счет отдачи илами дна тепла, аккумулярованного ими в летний период. Теплозапас донных отложений к этому времени минимальный, устанавливается термическое равновесие между илами и прилегающими к ним слоями воды.

Температура подледного слоя воды под действием солнечной радиации повысилась к концу марта на  $0,2^{\circ}$  в южном плесе и на  $0,6^{\circ}$  — в северном.

Вскрытие водоема (по многолетним данным) происходит в первой декаде мая и определяется характером весны. В конце второй декады мая 1954 г. в южной части наблюдалась полная гомотермия с температурой  $5,4^{\circ}$ .

В центральной части северного плеса наблюдалась прямая стратификация с температурами: поверхностного слоя —  $7,4^{\circ}$ , трехметрового —  $6,3^{\circ}$ , придонного —  $5,6^{\circ}$ . Северо-западная часть озера имела температуру  $8,4^{\circ}$  во всей толще воды.

Повышение температур воздуха к концу месяца повлекло за собой интенсивную аккумуляцию тепла водной массой. Уже через три-четыре дня температура всего слоя воды в южном плесе повысилась с  $5,4$  до  $6,9^{\circ}$  (глубина 9 м), в северной, более мелководной, части — с  $8,5$  до  $11,5^{\circ}$  (глубина 1,7 м).

В этот период преобладали ветры южного и юго-западного направлений, что способствовало более быстрому и полному прогреву всей

водной массы озера с некоторым отставанием в защищенных от этих ветров заливах и губах.

Наибольшая для этого срока температура в  $13,4^{\circ}$  на поверхности и  $11,8^{\circ}$  у дна (глубина 3,4 м) наблюдалась в заливе по западному берегу озера.

Нами сделан подсчет запаса тепла в озере в различные периоды гидрологического года с целью определения степени тепловой инерции водоема. Подсчеты произведены в условном допущении, что объем озера, вычисленный по карте глубин, построенной на основании промеров 15 июля 1953 г., неизменен. Это влечет за собой заниженные величины теплозапаса в мае — июне. Ошибка при таком допущении не превышает 10%. Результаты подсчетов приведены в таблице 10.

Таблица 10

Сезонное изменение средних температур и теплозапаса Крошнозера

Время съемки	Пределы изменения температуры воздуха (в градусах)	Средняя температура воды (в градусах) <sup>1</sup>	Теплозапас $10^6$ мегакалорий
31/III—2/IV—1953 г.	от $-2$ до $+6$	1,5	76,6
31/V—3/VI—1953 г.	13,5—25,5	12,0	607,0
27—30/VI—1953 г.	11—18	16,7	831,2
15—31/VII—1953 г.	18,3—21	17,9	905,0
30/VII—7/VIII—1953 г.	19,2—20,8	18,7	941,4
11/VIII —1953 г.	15	17,4	880,0
10—31/X —1953 г.	$\delta$ —3	5,4	274,0
9—13/II —1954 г.	от $-7,5$ до $+3$	1,4	72,4
26—28/III —1954 г.	от 0 до $+1,5$	1,6	79,9

Несмотря на то, что годовой максимум температуры воздуха в 1953 г. приходится на июнь, наибольшие средние температуры воды, а следовательно, и теплозапас, мы наблюдаем в конце июля — начале августа. На резкие колебания температуры воздуха водоем реагирует в меньшей степени и со значительным сдвигом. Замедленный водообмен способствует малым сдвигам теплового запаса.

Прозрачность. Прозрачность воды озера определяется степенью развития фито- и зоопланктона и влиянием притоков. Максимальной величины она достигает к концу зимы, когда водоем имеет наименьшую приточность и находится длительное время в спокойном состоянии. Большинство взвешенных в воде частиц к этому моменту спускается на дно.

В феврале-марте во всем северном плесе прозрачность равна 2 м, в южном — 1,6 м. В зоне влияния р. Холмы и ручья Шогаоя она снижается до 1—1,2 м, что объясняется гумифицированными более темными водами притоков.

Наименьшая прозрачность воды наблюдается в период наибольшего прогрева водной массы, которому следует интенсивное развитие планктонных организмов.

<sup>1</sup> Как частное от деления подсчитанного суммарного теплозапаса на объем озера.

В первых числах июня она для всех районов озера равнялась 1 м. К концу месяца прозрачность по западному берегу отличалась от центральных участков и восточного побережья на 0,2—0,3 м. Северо-восточный ветер сгонял теплые слои воды, а вместе с ними и населяющие их планктонные организмы к западному берегу.

В зоне влияния р. Холмы наблюдалась самая низкая прозрачность — 0,5 м. В заливе, к северу от деревни Кочуры, она была несколько выше — 0,6 м. При переходе к восточному берегу прозрачность повышается до 1 м. В районе моста МТС величина ее увеличивается до 1,6 м, что можно объяснить уменьшением стока воды из ламбушки (период межени) и влиянием вод ручья, впадающего в озеро с юго-восточной стороны.

К концу августа в связи с начавшимся похолоданием воды и отмиранием планктонных организмов во всем озере, исключая самую южную часть, прозрачность равна 1 м. В центральной части озера она несколько выше — 1,2 м.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Миккельское озеро и Крошнозеро принадлежат к группе малых водоемов площадью до 10 км<sup>2</sup>.

2. По удельному водосбору озера Миккельское (35 км<sup>2</sup>) и Крошнозеро (21 км<sup>2</sup> на 1 км<sup>2</sup> зеркала озера) относятся к наиболее распространенному в Карелии типу озер.

3. Показатель условного водообмена их резко отличен: для Миккельского озера — 7, для Крошнозера — 1.

4. Форма озер и характер проточности в них различны. Миккельское озеро имеет круглую форму с боковой проточностью, поэтому в нем хорошо прослеживается зона активного водообмена (восточная часть) и зона замедленного водообмена (западная часть), занимающая около 70% общей площади водоема. В Крошнозере наблюдается осевая проточность, совпадающая с вытянутостью котловины озера, что обеспечивает участие всех водных масс в водообмене.

5. По показателю объема — отношению средней глубины к наибольшей (0,45—0,71) — Миккельское озеро и Крошнозеро также выделяются среди основной массы водоемов Карелии. В среднем для большинства озер республики показатель объема составляет 0,22—0,25.

6. Термический режим озер тесно связан с ветровым режимом, а также с ходом температур воздуха. Крошнозеро обладает значительно большей тепловой инерцией, чем Миккельское озеро. Температуры воды в последнем следуют температурам воздуха без сдвигов.

7. По характеру уровневого режима озера принадлежат к типичным малым водоемам Карелии со среднегодовой (многолетней) амплитудой уровней в пределах 70 см при максимуме 95 см.

8. Озера обладают малой прозрачностью воды. В летний период в Миккельском озере прозрачность колеблется в пределах 0,4—0,6 м при суточных изменениях 0,2 м. В Крошнозере — от 0,6 до 1 м.

### ЛИТЕРАТУРА

Земляков Б. Ф., Покровская И. М., Шешукова В. С. 1941. Новые данные о позднеледниковом морском балтийско-беломорском соединении. Труды Советской секции ассоциации по изучению четвертичного периода, выпуск V.

Осмоловская М. Г., Харьков Д. В. 1948. Почвы КФССР. Сборник работ по вопросам почв и удобрений в КФССР. Госиздат КФССР, Петрозаводск.

Н. С. ХАРКЕВИЧ

### ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА

Участвуя в разрешении проблемы повышения рыбной продуктивности водоемов Карелии, лаборатория гидрохимии Карело-Финского филиала АН СССР ставила задачу дать посезонную гидрохимическую характеристику Миккельского озера и Крошнозера.

С этой целью в течение 1953 г. и первой половины 1954 г. были проведены на постоянных станциях (приложение 1 и 2) посезонные, а летом ежемесячные гидрохимические съемки озер (по 9 на каждом озере), в результате которых прослежена динамика отдельных ингредиентов в течение года и изучены гидрохимические условия в период нагула, зимовки и нереста рыб.<sup>1</sup>

Проведенные исследования показали, что Миккельское озеро и Крошнозеро, благодаря общим условиям формирования воды и связи между собой, по химическому составу воды очень близки. Некоторые различия в основном обуславливаются морфологическими особенностями: различными глубинами и объемом водной массы, а также характером берегов, притоков и степенью зарастаемости. По данным В. А. Фрейндлинга (1956), площадь водной поверхности Миккельского озера составляет 6,6 км<sup>2</sup>, средняя глубина — 1,7 м, максимальная глубина — 2,4 м, площадь водной поверхности Крошнозера — 8,9 км<sup>2</sup>, средняя глубина — 5,7 м, максимальная — 12,6 м.

#### КИСЛОРОДНЫЕ УСЛОВИЯ В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ

Для Миккельского озера характерны перенасыщение его воды кислородом летом и значительный дефицит кислорода зимой, особенно в придонных слоях.

По содержанию кислорода здесь резко выделяются три участка: 1) центральный плес и восточная прибрежная зона, характеризующиеся наиболее высокими концентрациями кислорода, содержание которого в течение года здесь колеблется в пределах 8,25—12,45 мг/л (54—133%) в поверхностном слое и в пределах 1,08—13,04 (8—126%) — в придонном; 2) северная и северо-западная прибрежные зоны, характеризующиеся более низкими концентрациями кислорода — от 10,64 до 0,88 мг/л (91—6%); 3) приустьевые участки у ручьев Сулгуоя и Пограноя, отличающиеся наиболее низкими концентрациями кислорода в летний период.

<sup>1</sup> В работе принимали участие лаборанты Н. П. Маслова и Е. Н. Николаева.

В качестве методического пособия использовано „Руководство по химическому анализу вод суши“ О. А. Алекина, 1941.

Выделенные по содержанию кислорода участки Миккельского озера сохраняют свои особенности и по другим гидрохимическим показателям.

Восточный берег Миккельского озера не заболочен и представляет собой преимущественно пахотные угодья; северный и северо-западный берега заболочены. Западный, южный и юго-восточный прибрежные участки находятся под влиянием притоков: с запада впадает ручей Пограноя, несущий богатую гуминовыми веществами и железом воду; с юга впадает ручей Сулгуоя, в питании которого значительную роль играют грунтовые воды, о чем свидетельствуют повышенные концентрации углекислоты, гидрокарбонатного йона, фосфатов, низкие концентрации кислорода, низкие значения окисляемости воды.

Гидрохимическую картину предустьевой зоны озера в определенные периоды года значительно изменяет впадающая с юго-востока р. Матчелица.

Сезонный ход концентраций кислорода в различных участках Миккельского озера представлен на рис. 1.

Поздняя весна (конец мая — первая половина июня). В конце мая концентрации кислорода в воде основного плеса и восточной прибрежной зоны Миккельского озера находятся в равновесном состоянии с воздухом (94—106%). Фитопланктон и водная растительность еще слабо обогащают воду кислородом. Кислород, расходующийся в значительной мере в связи с происходящим разложением прошлогодней водной растительности, быстро компенсируется из воздуха благодаря хорошему ветровому перемешиванию.

Северная и северо-западная прибрежная зона, несмотря на благоприятные условия аэрации, весной остается недонасыщенной кислородом (69—83%). Некоторый дефицит кислорода здесь связан с обедненным кислородом стоком с заболоченных берегов. Кроме того, в этом участке сосредоточены мощные заросли надводной растительности, на разложение которой расходуется большое количество кислорода. Еще более бедны кислородом в этот период участки озера у ручьев Пограноя (4,02 мг/л, или 52% насыщения) и Сулгуоя (5,86 мг/л, или 58% насыщения). Указанные ручьи несут бедную кислородом воду: первый вследствие болотного питания, второй в связи с участием в его питании грунтовых вод.

Однако зоны распространения воды указанных ручьев и размеры прибрежных участков с дефицитом кислорода невелики. Они ограничиваются прибрежной полосой до 100—200 м ширины.

Летний период (конец июня—август). Кислородные условия в основной части озера в летнее время весьма благоприятные. В течение июня и июля в центральном плесе и восточной прибрежной зоне отмечается перенасыщение воды кислородом (111—133% насыщения в дневное время), обусловленное фотосинтетической деятельностью интенсивно развивающегося фитопланктона и подводной высшей растительности. Даже при условии хорошего ветрового перемешивания воды Миккельского озера (вследствие его мелководности) избыток кислорода, продуцируемый водорослями, не успевает удаляться. В начале лета наиболее высокие концентрации кислорода (126%) относились к центральной части озера с максимальными глубинами (2,4 м). В середине и второй половине лета, наоборот, максимальные концентрации падают на более мелководные участки центрального плеса и восточную прибрежную зону. Это объясняется тем, что в первой половине лета обогащение воды кислородом идет за счет фитопланктона, имеющего более высокую продукцию на глубинах. К середине лета продуцировать кислород начинают также появляющиеся заросли подводной растительности, кото-

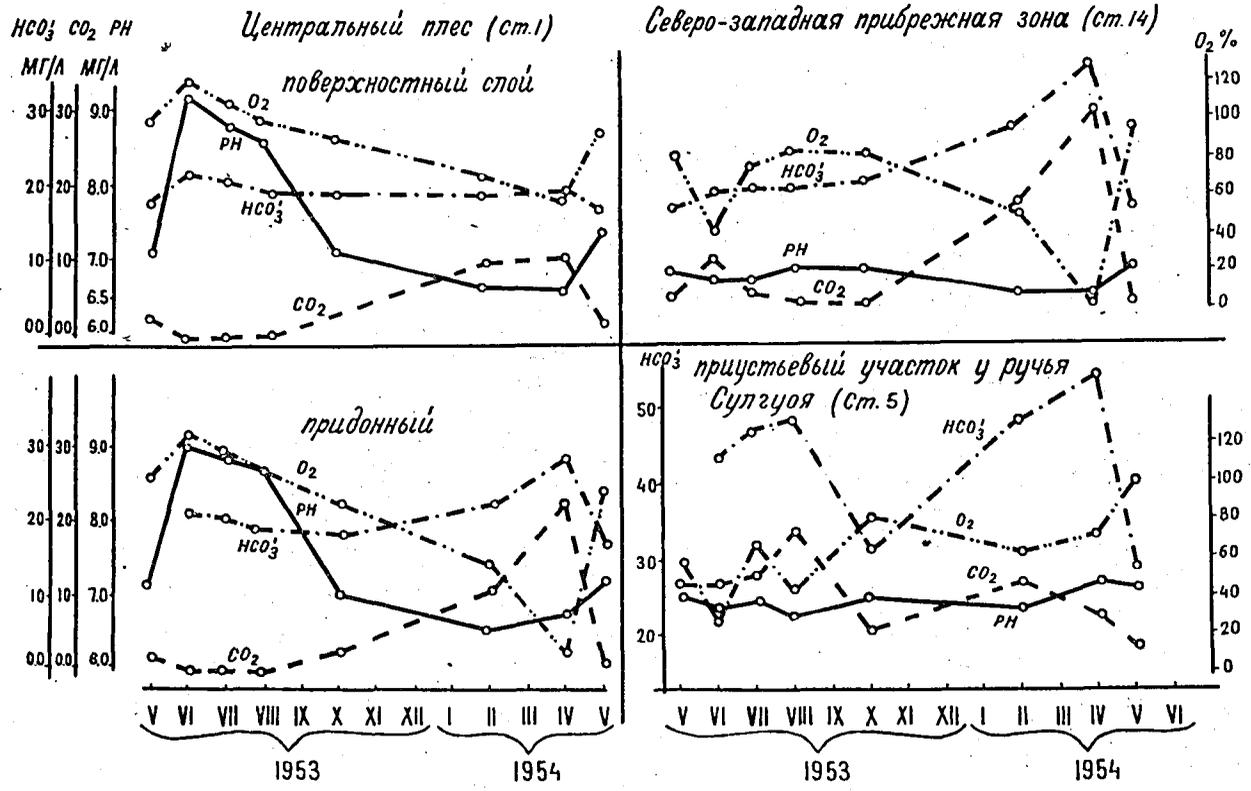


Рис. 1. Сезонные изменения O<sub>2</sub>, pH, CO<sub>2</sub> и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> в Миккельском озере.

рые значительно обильнее распространены на мелководьях. К концу лета концентрации кислорода в центральном плесе, восточной и северо-восточной прибрежных зонах сохраняются высокими (в пределах 10,24—10,71 мг/л). Однако вследствие снижения фотосинтетических процессов процент насыщения падает до 105—112. При этом более высокий процент насыщения наблюдался также на станциях восточной прибрежной зоны.

Распределение кислорода по вертикали весной и в летний период в Миккельском озере совершенно однородно.

В северной и северо-западной прибрежных областях кислородные условия в летний период менее благоприятны, чем в центральной части (от 42% насыщения в июне до 85% в конце августа). Летний дефицит кислорода в этом участке обусловлен в первую очередь заболоченностью берегов, а также сильно развитой надводной растительностью (тростник, камыш), способствующей развитию застойных явлений и потребляющей много кислорода при процессах разложения. В обогащении же воды кислородом надводная растительность, как известно, не участвует.

Очень низкие концентрации кислорода летом наблюдались вблизи устья ручья Сулгуоя (рис. 1), что связано с возрастанием доли грунтового питания ручья.

Несколько особняком по летнему кислородному режиму стоят участки озера, примыкающие к устьям ручья Пограноя и р. Матчелицы. Вода ручья Пограноя в июне и июле небогата кислородом, но в Миккельском озере в 45 м от устья 23 июня была определена максимальная для озера величина насыщения—140%, что, повидимому, связано с фотосинтезом фитопланктона, который дал пышное развитие на стыке гумифицированных вод ручья Пограноя и собственно миккельских вод. Гумусовые вещества, содержащие в своем составе азот, а также удерживающиеся посредством адсорбционной связи значительные количества фосфора, попадая в благоприятные температурные и кислородные условия, подвергаются усиленному окислению и освобождают питательные вещества, обуславливающие высокое развитие фитопланктона. Характерно, что концентрации фосфатов здесь в это время были заметно выше, чем в центральном плесе (0,035 мг/л Р против 0,007 мг/л).

В участке озера, примыкающем к устью р. Матчелицы, а также в р. Матчелице в мае и июне кислородные условия вполне благоприятные (111%). Однако в конце июля в р. Матчелице уже обнаруживается дефицит кислорода до 30%. Соответственно снижается насыщение кислорода и в предустьевой части озера. К концу августа концентрации кислорода еще более падают, достигая своего наинизшего значения в годовом цикле (52% насыщения).

Указанная картина летнего кислородного режима р. Матчелицы и прилегающего к ее устью участка озера обуславливается развивающимися к середине лета застойными явлениями, связанными со значительным падением уровня и скорости течения, а также сильной зарастаемостью реки. Кроме того, во второй половине лета резко возрастает потребление кислорода отмирающей водной растительностью. Отчасти дефицит кислорода увеличивается обедненным кислородом стоком с заболоченных берегов реки. Застойные явления характерны также и для приустьевого участка озера вследствие его сильной зарастаемости.

Наблюдения за суточным ходом концентраций кислорода в Миккельском озере в летний период (июль) показали, что в центральном плесе и восточной прибрежной зоне кислородные условия в течение суток во всей толще воды вполне благоприятны (рис. 2). В северной и северо-западной прибрежной области наблюдающийся в течение суток

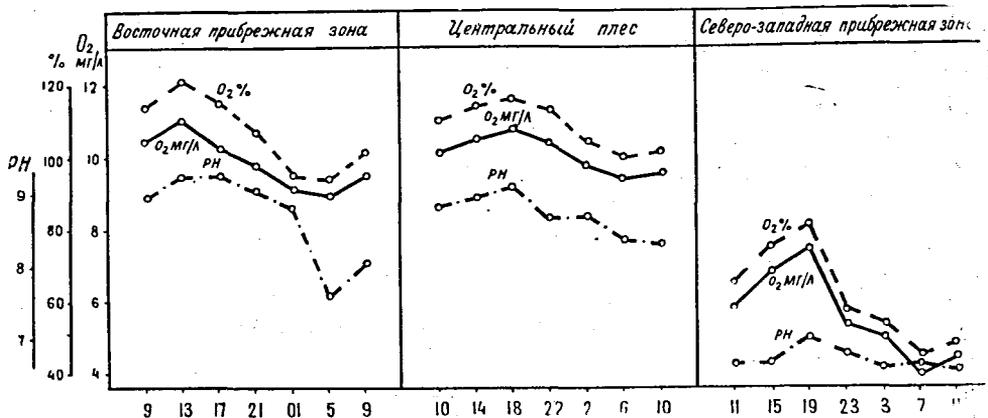


Рис. 2. Суточные изменения  $O_2$  и pH в Миккельском озере (25 и 26 июля 1953 г.).

дефицит кислорода резко усугубляется в ранние утренние часы, составляя около 50% от нормального насыщения.

Период охлаждения озера (сентябрь — октябрь). В период охлаждения озера абсолютные концентрации кислорода возрастают, хотя насыщение несколько ниже 100%. Так, 16—18 октября при температуре 4,5—6° содержание кислорода в Миккельском озере колебалось в пределах 9,84—12,47 мг/л (73—97%).

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что озеро к периоду ледостава подходит достаточно обогащенным кислородом.

Подледный период (ноябрь — апрель). Характерной особенностью зимнего периода является вертикальная стратификация в распределении кислорода, резко возрастающая к концу подледного периода. В конце зимы стратификация кислорода ярко выражена даже в пределах высоты батометра как в поверхностном слое воды, так и в придонном. Микрослоистость в распределении кислорода уже намечалась в феврале, но была выражена слабее.

Для зимнего периода также характерно общее снижение концентраций кислорода. При этом к началу февраля в центральном плесе они заметно падают только в придонном слое (до 55% насыщения), оставаясь довольно высокими в поверхностных слоях (85—70%).

В северной и северо-западной прибрежных зонах, а также у устья ручья Пограноя к началу февраля содержание кислорода значительно снижается и в поверхностных слоях (до 50% нормального насыщения).

К концу зимы дефицит кислорода значительно возрастает. Особенно резко он выражен на центральной станции (насыщение в поверхностном слое 59%, в придонном — 8%), а также в северной и северо-западной прибрежной зоне (насыщение 8—6%), в приустьевых участках ручьев Пограноя и Сулгуоя (насыщение 2—8%).

Наиболее богат кислородом зимой участок озера, примыкающий к устью р. Матчелицы (85—75% нормального насыщения). Это объясняется тем, что почти в течение всей зимы вблизи устья в р. Матчелице сохраняется полынья, через которую происходит обогащение воды кислородом из воздуха.

Высокие концентрации кислорода в течение всей зимы наблюдаются также во всей восточной части центрального плеса и в восточной прибрежной зоне, что обусловливается продвижением богатых кислородом

вод из устья р. Матчелицы и приустьевого участка озера по восточной части его к истоку р. Миккельской. При этом поток обнаруживается и в северной части центрального плеса (в 400 м от мыса Хопунёкка). Западная и северо-западная части озера в зимнем водообмене участвуют в меньшей степени. Замедленный водообмен наряду со значительными биохимическими процессами, происходящими в зонах зарослей, а также бедный кислородом сток из ручьев обуславливают в основном наблюдающийся здесь дефицит кислорода.

На основании зимних исследований можно сделать заключение, что наиболее благоприятными по кислородным условиям для зимовки рыб являются юго-восточная, восточная, северо-восточная и северная части центрального плеса. Самые прибрежные участки не могут служить обиталищем рыб вследствие их промерзаемости. Не промерзающие целиком северный и северо-западный прибрежные участки, а также западная часть озера неблагоприятны для зимовки рыб вследствие значительного дефицита кислорода, заметно возрастающего с глубиной.

Период после вскрытия озера. Исследования, проведенные на 6—8 день после вскрытия озера (16—18 мая 1954 г.), показывают, что распределение кислорода во всех участках озера становится почти однородным. При этом концентрации кислорода в абсолютных показателях в этот период являются наиболее высокими из всех сезонов года.

Наблюдалось некоторое перенасыщение кислородом (102—111%), связанное, повидимому, с явлением гистерезиса, так как вследствие наступления теплых дней очень быстро повышалась температура воды, за которой не успевало устанавливаться газовое равновесие. Однако в восточной прибрежной зоне и у р. Матчелицы некоторое перенасыщение (110—111%) возможно за счет фотосинтеза фитопланктона.

### КИСЛОРОДНЫЕ УСЛОВИЯ В КРОШНОЗЕРЕ

Благодаря большей площади и глубине, а также меньшему (в отношении к объему озерной воды) речному стоку в озеро кислородные условия в Крошнозере имеют некоторые особенности по сравнению с Миккельским озером. Особенности эти сводятся к следующему:

- а) перенасыщение воды кислородом летом наблюдается только в прибрежных участках и на мелководных станциях центрального плеса;
- б) стратификация кислорода по вертикали отчетливо выражена не только зимой, но и летом;
- в) распределение кислорода по площади озера более равномерное, чем в Миккельском озере;
- г) зимой Крошнозеро богаче кислородом по сравнению с Миккельским озером.

В течение года в Крошнозере содержание кислорода испытывало колебания в поверхностном слое от 13,85 до 6,38 мг/л (от 125 до 67%), в придонном слое нижний предел содержания кислорода падал до 2,15 мг/л (16%).

В распределении кислорода по площади озера отмечается определенная закономерность. Концентрации его постепенно падают с северо-запада на юго-восток и с прибрежных участков — к центру. Весной и в начале лета западная часть озера характеризуется более высокими концентрациями кислорода по сравнению с восточной (главным образом в центральном и северном участках озера). В середине и конце лета наблюдается обратная картина.

Реки, впадающие в Крошнозеро, несколько беднее его кислородом, но эта разница столь невелика, что не сказывается отрицательно на

газовом режиме предустьевых участков озера. Некоторым исключением является болотный ручей Явиеноя, который в период своего половодья (июнь) значительно снижает концентрации кислорода в предустьевом участке озера, внося свои чрезвычайно бедные кислородом воды (1,89 мг/л). Отчасти то же относится и к протоке, соединяющей небольшую гумифицированную ламбу с Крошнозером в южном его конце.

Весенний период (май — первая половина июня). Наиболее высокие концентрации кислорода в Крошнозере были определены весной 1954 г. (21—23 мая) после освобождения озера ото льда (11,98—13,85 мг/л, или 100—125%).

Богаче кислородом в это время северная часть озера, а также западная прибрежная зона, что объясняется лучшим прогреванием данных участков: северная часть озера прогревается быстрее вследствие мелководности, а западная часть — благодаря тому, что господствующие в это время северные и северо-восточные ветры сгоняют поверхностные более нагретые воды к западному берегу, а более холодные придонные воды за счет компенсационного течения сползают к восточному берегу. В более прогретых участках выше развитие фитопланктона, за счет фотосинтеза которого вода обогащается кислородом.

Стратификация кислорода по вертикали весной едва улавливается.

Летний период (конец июня — август). Летом в связи с повышением температуры воды абсолютные значения концентраций кислорода снижаются. К концу июня по всему озеру в поверхностных слоях определены концентрации в пределах 11,38—8,91 мг/л. В придонных слоях нижняя граница концентраций опустилась до 7,32 мг/л. Однако процент насыщения к концу июня возрастает.

Наиболее богаты кислородом (109—118% насыщения), как и весной, северное мелководье, западная прибрежная зона средней части озера и участок озера в районе деревень Котчуры и Ершнаволока. На глубоководных станциях вдоль длинной оси озера концентрации кислорода ниже. Насыщение в поверхностных слоях порядка 99—103%, в придонных слоях оно падает до 89% в центральной части и до 67% — в южной. Как видно из приведенных данных, к концу июня устанавливается отчетливая стратификация по вертикали с градиентом до 1,0 мг/л O<sub>2</sub> в средней части озера и 2,13 мг/л — в южной.

К середине лета концентрации кислорода в озере находятся в тех же пределах, что и в июне. Однако наиболее высокие концентрации (116—124% насыщения) определены в северном мелководье и восточной прибрежной зоне, в то время как в западной прибрежной зоне концентрации кислорода понизились до 90—96%; только в районе деревни Котчуры и р. Холмы отмечалось попрежнему перенасыщение воды кислородом (110—117%).

На глубоководных станциях к середине лета (конец июля) стратификация по вертикали становится еще резче, особенно в южной части озера, где в поверхностном слое концентрация кислорода составляла 8,50 мг/л, а в придонном — 4,70 мг/л. Характерно, что резкое падение в содержании кислорода наблюдается только глубже 5 м (рис. 3). Таким образом, в течение лета перемешивание воды в Крошнозере довольно глубокое, и только самый придонный слой воды слабо захватывается им. Более глубокие застойные явления, а отсюда и больший дефицит кислорода создаются в южной части озера; значительно слабее они в средней и совершенно отсутствуют в северной части, где в придонных слоях дефицита кислорода не наблюдается.

К концу лета (конец августа) по мере снижения температуры воды и установления почти полной гомотермии в большей части озера глу-

бинные слои вовлекаются в циркуляцию, и кислород оказывается равномерно распределенным во всей толще воды (рис. 3).

Однако в самой южной части гомотермия, а следовательно, и го-моокисления наступают несколько позже. Придонные слои здесь к концу августа только частично начинают включаться в циркуляцию (концентрация кислорода в придонном слое возрастает только до 5,74 мг/л).

Вовлечение придонных слоев в циркуляцию вызывает в этот период резкое снижение содержания кислорода в более верхних слоях воды. Поэтому в конце августа во всем озере наблюдаются минимальные в годовом цикле абсолютные концентрации кислорода в верхних слоях воды (10,68—7,77 мг/л.). Перенасыщение воды кислородом отмечено только в районе влияния ручья Лебреоя (до 110%). В северной мелко-водной части насыщение колеблется около 100%, в средней и южной

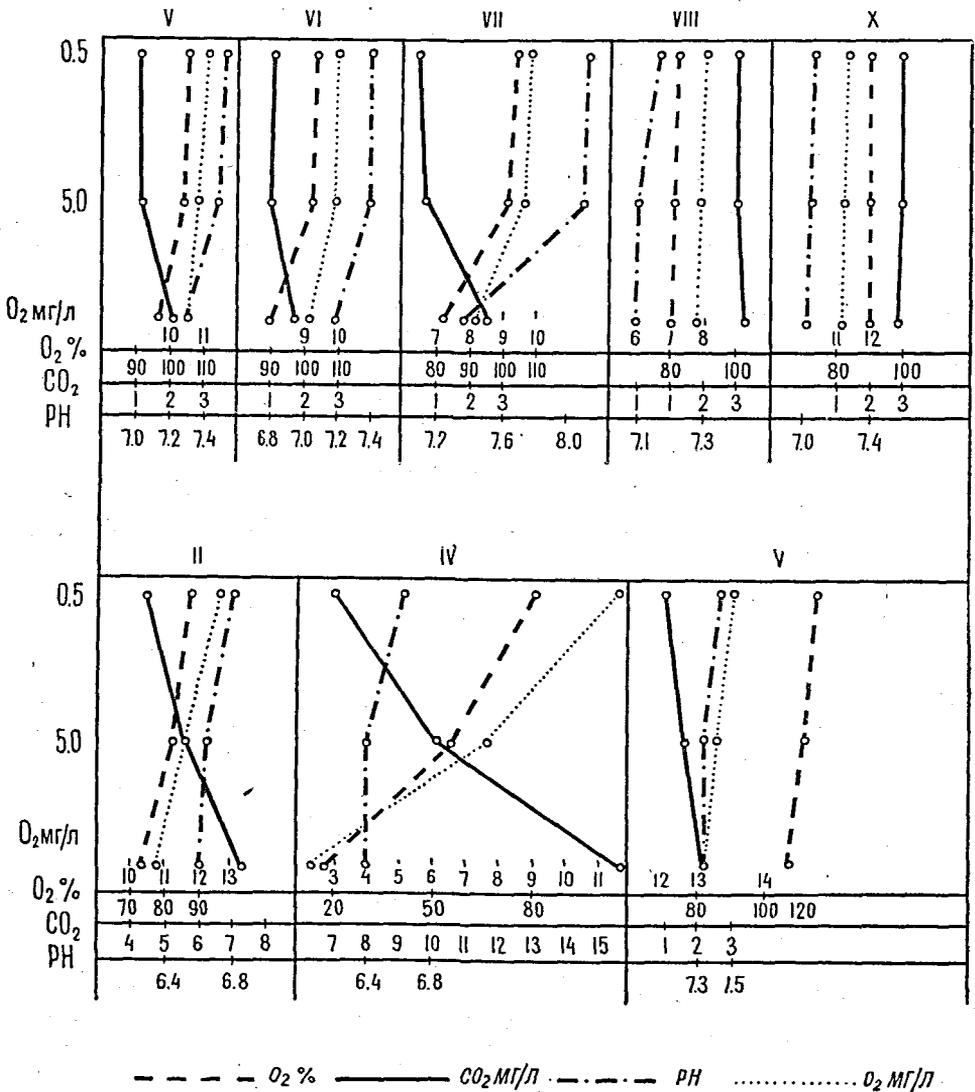


Рис. 3. Вертикальное распределение O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и pH на центральной станции среднего участка Крошнозера. (1953—1954 гг.)

части в поверхностных слоях обнаружен дефицит кислорода от 8 до 20%.

Подледный период. Осенью в момент охлаждения озера до 7—5° (середина октября) концентрации кислорода в озере возрастают до 11—12 мг/л. Распределение по акватории и по глубине почти равномерное. Несмотря на общее повышение концентраций, относительная насыщенность кислородом ниже нормальной (88—93%). В процессе дальнейшего охлаждения озера, вплоть до ледостава, происходит постепенное обогащение воды кислородом. В связи с этим в середине февраля абсолютные значения концентраций кислорода в основной толще воды заметно выше, чем они были в октябре (до 13 мг/л). Насыщение в феврале колеблется в пределах 74—89%. Стратификация по вертикали выражена слабо.

К концу зимы (конец марта) в поверхностных слоях воды концентрации кислорода снижаются мало по сравнению с февралем (74—85% насыщения). В глубинных же слоях они резко падают (до 33—17% у дна). Отсюда в конце зимы отмечается наиболее резко выраженная стратификация кислорода (рис. 3). Наибольший дефицит кислорода в конце зимы, относящийся к максимальной глубине озера (11,8 м — у северной оконечности деревни Спиридонноволок), составлял 84%. Однако верхний пятиметровый слой в этом пункте имел 79—70% насыщения. На мелководных станциях дефицит кислорода на дне не превышал 54%.

И. В. Барановым (1950) при исследованиях Крошнозера в апреле 1949 г. установлен значительно больший дефицит кислорода у дна — 91% (концентрация 1,20 мг/л), однако в верхнем шестиметровом слое дефицит не превышал 34%.

Таким образом, сезонная динамика и вертикальное распределение кислорода в Крошнозере с явно выраженным резким потреблением его у дна в период стагнаций свидетельствуют о повышенной трофичности данного водоема. Однако, как показывают наши данные, полного исчезновения кислорода у дна не наблюдается. По кислородным условиям во все периоды года озеро вполне благоприятно для жизни. Явлений замора не следует ожидать даже в ямах, хотя газовые условия для зимнего обитания рыб в них менее благоприятны, чем в других участках.

### РЕЖИМ СВОБОДНОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ

Характерной особенностью обоих озер, отличающей их от ряда уже исследованных ранее озер Карелии, является практическое исчезновение свободной углекислоты в некоторых участках в летний период.

В Миккельском озере свободная углекислота летом отсутствует во всем центральном плесе и восточной прибрежной зоне. Концентрации углекислоты в течение года здесь изменяются от 0,0 до 13,1 мг/л в поверхностном слое и от 0,0 до 25,1 мг/л — в придонном.

Уже в конце мая концентрации углекислоты в этих участках не превышают 3,4 мг/л, а местами составляют около 0,7 мг/л. С конца июня и до конца августа углекислота здесь практически отсутствует, в растворе появляется карбонатный йон (до 4,25 мг/л). Это свидетельствует о высокой интенсивности процессов фотосинтеза, благодаря которой потребляется вся углекислота, а затем происходит и разложение гидрокарбонатов. Подтверждением этому служит наблюдавшееся длительное цветение воды и обильное развитие подводной растительности.

Однако в пределах Миккельского озера имеются участки, где углекислота присутствует круглогодично. Так, в северной и северо-

западной прибрежных зонах, которые характеризовались низкими концентрациями кислорода, концентрации углекислоты не падали летом ниже  $4,0 \text{ мг/л}$  и минимально низкими были в период осенней циркуляции воды ( $3,8 \text{ мг/л}$ ).

В районе влияния ручья Сулгуоя летние концентрации углекислоты оказались самыми высокими в годичном цикле для этого участка, а также и для летнего периода в пределах всего озера (рис. 1).

Режим углекислоты в этом участке, как и режим кислорода, в значительной степени связан с грунтовым питанием ручья Сулгуоя, доля которого возрастает во второй половине лета.

В участке, примыкающем к устью ручья Пограноя, наблюдались довольно высокие концентрации углекислоты (до  $16,0 \text{ мг/л}$  в мае и до  $23,8 \text{ мг/л}$  в феврале). Летом они снижались и иногда падали до нуля (например, в июне 1953 г., в момент перенасыщения воды кислородом).

В зоне влияния р. Матчелицы свободная углекислота отсутствует только в конце июня, а затем параллельно снижению концентраций кислорода возрастают концентрации углекислоты (до  $4,7 \text{ мг/л}$  в августе).

В период осеннего охлаждения озера участки, в которых свободная углекислота присутствует круглогодично, характеризуются наиболее низкими ее концентрациями в их годовом цикле, но все же они остаются более высокими, чем в центральном плесе, где вследствие ослабления фотосинтеза углекислота присутствует в небольших концентрациях ( $1,6\text{--}3,0 \text{ мг/л}$ ). Распределение углекислоты по вертикали весной, летом и осенью в Миккельском озере однородное.

Подходя к ледоставу с весьма незначительными концентрациями углекислоты, Миккельское озеро в течение зимнего периода накапливает довольно большие ее количества. Так, к середине зимы (начало февраля) концентрации углекислоты в поверхностном слое центрального плеса возросли более чем в 3 раза (с  $2,3 \text{ мг/л}$  в октябре до  $8,4 \text{ мг/л}$  в феврале), а в придонном — в 4 раза (с  $2,3$  до  $10,6 \text{ мг/л}$ ). В северной и северо-западной прибрежных зонах содержание углекислоты повысилось более чем в 4 раза (с  $3,8$  до  $16,1 \text{ мг/л}$ ). Наиболее высокие концентрации углекислоты, как и следовало ожидать, во всех участках озера накапливаются к концу подледного периода вследствие того, что образование ее в течение зимы происходит непрерывно, а газообмен с воздухом, также как и потребление углекислоты в процессе фотосинтеза, длительное время отсутствует (рис. 1).

В отличие от других сезонов года зимой в Миккельском озере в распределении углекислоты по вертикали устанавливается отчетливая стратификация, особенно возрастающая к концу зимы. Распределение углекислоты зимой по площади озера прямо противоположно распределению кислорода (рис. 1). Поэтому участки, неблагоприятные для жизни рыб по содержанию кислорода, неблагоприятны и по концентрациям углекислоты.

Сравнительно большие концентрации углекислоты, накопившиеся за зиму, после вскрытия озера очень быстро исчезают. На 6—7 день после освобождения озера ото льда (в 1954 г. 16—18 мая) концентрация углекислоты по всему озеру находилась в пределах  $0,9\text{--}3,9 \text{ мг/л}$ , и только в участке, где в весенний паводок значительно возрастает влияние болотного питания ручья Пограноя, концентрация углекислоты составляла  $6,9 \text{ мг/л}$ . Распределение по глубине в это время становится однородным.

Максимальные границы концентраций углекислоты, относящиеся к зимнему периоду, в Крошнозере значительно ниже, чем в Миккельском озере. В поверхностном слое воды Крошнозера в течение года содер-

жание углекислоты колебалось в пределах 0,0—11,8 мг/л, в придонном слое — в пределах 0,0—16,0 мг/л.

Однако летние концентрации углекислоты в Крошнозере несколько выше, чем в Миккельском. В Крошнозере полное потребление углекислоты наблюдалось только в прибрежных и более мелководных участках, перенасыщенных кислородом. В более глубоководных участках, занимающих всю центральную и южную части озера, даже в самом поверхностном слое углекислота целиком никогда не исчезала. Концентрации ее в течение лета здесь находились в пределах 0,4—2,0 мг/л в поверхностном слое, повышаясь ко дну до 2,2 мг/л в центральной части и до 6,3 мг/л — в южной.

В участках с полным потреблением свободной углекислоты наблюдалось разложение гидрокарбонатов и появление в растворе карбонатного йона, однако максимальные концентрации его в Крошнозере не превышали 3,65 мг/л.

К концу лета в Крошнозере, в противоположность Миккельскому озеру, свободная углекислота появляется во всех участках. Концентрации ее колебались в пределах 0,7—4,6 мг/л.

Указанные различия газовых условий обоих озер свидетельствуют о том, что в Крошнозере по сравнению с Миккельским озером ниже интенсивность фотосинтеза летом и биохимических процессов зимой. Повидимому, это связано с меньшей зарастаемостью Крошнозера высшей водной растительностью вследствие его значительных глубин.

Следует отметить, что летом концентрации углекислоты на средних станциях выше, чем на прибрежных, а по длинной оси озера концентрации увеличиваются с северо-запада на юго-восток. В южном конце озера резче и стратификация по вертикали. Зимой более богаты углекислотой прибрежные участки. Особенно выделялись повышенным содержанием углекислоты приустьевые участки рек и ручьев. Так, в середине зимы концентрации углекислоты в собственно озерной воде составляли около 5,5 мг/л (в поверхностном слое), а в районе влияния ручья Лебреоя — 6,9 мг/л, у устья р. Холмы — 8,9 мг/л, в Школьной губе (впадает ручей Шогаоя) — 10,1 мг/л.

Зимой воды рек и ручьев расстилаются по поверхности озерной воды. Поэтому в районе влияния притоков наиболее высокие концентрации углекислоты, а также наиболее низкий рН отмечены в поверхностных слоях воды. В среднем горизонте определены минимальные концентрации углекислоты, которые снова возрастают ко дну.

Наиболее высокие концентрации углекислоты в озере создаются к концу зимы. Однако свыше 50% ее зимнего запаса накапливается уже в середине зимы (рис. 3).

После вскрытия льда с началом весенней циркуляции воды озеро быстро освобождается от зимних запасов углекислоты. Последняя остается в пределах 0,4—2,8 мг/л во всей толще воды.

### АКТИВНАЯ РЕАКЦИЯ (рН)

Активная реакция воды в основном зависит от колебаний свободной углекислоты. Границы колебаний величины рН в течение года в Миккельском озере и Крошнозере большие: от 6,40 до 9,45 в Миккельском озере и от 6,40 до 9,22 в Крошнозере.

Указанные границы характерны не для всех участков озер. В некоторых участках Миккельского озера эти границы значительно уже (рис. 1).

В Крошнозере также более глубоководные станции характеризуются меньшими колебаниями величины рН, чем мелководные станции. Например, в северо-западной мелководной части величина рН колебалась в течение года от 6,40 до 8,17, а в южной части озера — от 6,60 до 7,40.

Сезонные изменения величины рН в некоторых участках Миккельского озера представлены на рис. 1, Крошнозера — на рис. 3.

Наиболее низкие значения рН в обоих озерах наблюдались в конце зимнего периода. В зимний период почти сглаживаются различия в величине рН между обоими озерами, а также и внутри каждого озера как по площади, так и по глубине. Значения рН по обоим озерам зимой колеблются в пределах 6,40—6,80 (слабокислая реакция воды). Характерно, что основное снижение рН происходит в первой половине зимы. Во второй половине зимы, несмотря на продолжающееся возрастание на некоторых станциях концентраций углекислоты, особенно в придонных слоях, рН изменяется незначительно, так как вместе с накоплением углекислоты возрастают концентрации гидрокарбонатного йона.

При крайне незначительных зимних колебаниях величины рН по площади озер в Миккельском озере все же можно выделить три участка. Наиболее высокими значениями рН характеризуется приустьевой участок у ручья Сулгуоя, наиболее низкими — северная и северо-западная части озера.

В Крошнозере более низкие значения рН характерны для участков, находящихся под влиянием р. Холмы и ручья Шогаоя. Здесь, как уже отмечалось, поверхностный слой воды имеет более низкий рН по сравнению с нижележащими слоями. В других участках озера наблюдалась обратная картина.

После вскрытия льда рН в обоих озерах заметно возрастает (до 7,10—7,75) вследствие быстрого освобождения водной массы от запаса углекислоты.

Чрезвычайный интерес представляет активная реакция воды озер Миккельского и Крошнозера в летний период. Здесь впервые в условиях Карелии мы встретились с явлением повышения рН до 9,45. Это явление связано с тем, что в результате интенсивной ассимиляции организмами углекислоты последняя из воды исчезает целиком, при этом начинается распад гидрокарбонатов и образование карбонатного йона.

Уже в конце июня во всем центральном плесе, а также в юго-восточной, восточной и северо-восточной прибрежных зонах Миккельского озера углекислота в дневные часы исчезает, и рН поднимается до 9,00—9,40. Наиболее высокий уровень рН определен у устья р. Матчелицы, на центральной станции и у истока р. Миккельской. В последующие летние месяцы рН в указанных частях озера остается высоким, но подобно тому, как это наблюдалось в распределении углекислоты, наиболее высокие значения рН становятся характерными для восточной прибрежной зоны и участка у истока р. Миккельской. Здесь к середине лета усиливаются ассимиляционные процессы за счет развития водной растительности. В центральном плесе рН падает до 8,80 в июне и до 8,60 в августе.

В приустьевом участке р. Матчелицы в связи с указанными выше особенностями газового режима уже в конце июля рН не превышал 7,10, а к концу августа снизился до 6,80.

Что же касается северной и северо-западной прибрежных зон, а также участка, испытывающего влияние ручья Сулгуоя, то здесь активная реакция в течение всего лета остается близкой к нейтральной (с уклоном в кислую сторону) и испытывает крайне незначительные колебания (рис. 1). В приустьевом участке озера у ручья Пограноя

летние колебания рН более резкие. В конце мая здесь, благодаря повышенному болотному стоку, рН был около 6,16. К концу июня в связи с отмеченным выше фактом полного исчезновения углекислоты и максимально высокого насыщения кислородом рН также возрос до 8,75; к концу июля он снизился до 7,10.

Суточные колебания рН в отдельных участках Миккельского озера (рис. 2) оказались различными и свидетельствуют о различной интенсивности тех или иных биологических и биохимических процессов (фотосинтеза, микробного разложения органического вещества и т. д.).

Данные суточных наблюдений изменения рН показывают, что высокие значения рН летом обусловлены энергичными фотосинтетическими процессами.

В отличие от Миккельского озера в Крошнозере высокий рН в летний период характерен только для прибрежных зон и более мелководных участков.

Так, в конце июня на центральных станциях по всей длине озера рН, как и в мае, находится в пределах 7,60—7,40, опускаясь в придонных слоях до 7,20 и даже до 6,90. На ряде станций западной и восточной прибрежных зон рН поднимается до 8,30—8,95. Эти же участки характеризовались полным отсутствием углекислоты.

Максимально высокие значения рН были определены в западной части озера, где более интенсивно протекали фотосинтетические процессы.

В период максимального прогресса озера (июль и начало августа) более высокие значения рН отмечаются на большей площади Крошноозера. Так, во всем северном мелководье, в восточной части среднего участка озера, включая и центральную станцию, в участке озера, расположенном между деревнями Котчура — Ершнаволок — Спиридоннаволок и р. Холма, рН колебался в пределах 8,00—9,20.

Однако вся западная прибрежная полоса северного и центрального участков, а также весь южный конец озера отличаются значительно более низкими рН (7,00—7,60 в поверхностных слоях и 6,90—6,80 в придонных).

В середине лета в Крошнозере довольно резко выражено различие в величине рН по вертикали (рис. 3).

К концу лета в связи с понижением фотосинтетических процессов и почти полной циркуляцией воды рН в Крошнозере становится ниже и однообразнее по площади и глубине. Значения его во всем озере находились в пределах 7,80—7,00. Более высокие значения рН относились к северному мелководью и прибрежным зонам; более низкие — на глубоководных станциях.

Осенью, в период уже значительного охлаждения воды озер, когда фотосинтетические процессы затухают, но в то же время озеро в процессе циркуляции водной массы непрерывно освобождается от излишка углекислоты, активная реакция в обоих озерах колеблется около нейтральной. Различие рН по площади отчетливее выражено в Миккельском озере, чем в Крошнозере.

#### ГАЗОВЫЕ УСЛОВИЯ И АКТИВНАЯ РЕАКЦИЯ ВОДЫ МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА В ПЕРИОД НЕРЕСТА ЛЕЩА И ПЛОТВЫ

Нерест леща и плотвы происходит преимущественно в последней декаде мая и первой декаде июня. Общие гидрохимические условия в период нереста нами характеризуются как весенние условия. Однако места нереста в Миккельском озере подвергались самостоятельным исследованиям, результаты которых частично представлены в таблице 1.

Таблица 1

Газовые условия и активная реакция воды (рН)  
на нерестилищах леща и плотвы в Миккельском  
озере в 1954 г.

Местоположение станций	Дата исследования	Глубина станции (в м)	Глубина взятия пробы (в м)	Температура воды (в °С)	рН	O <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub> мг/л	Примечание
						мг/л	%		
Центр озера . . . . .	25/V	2,0	0,5	18,0	7,40	10,49	108	1,3	Характеризует озеро в целом
У мыса Кивинёкка . .	25/V	0,3	0,3	16,0	6,75	7,18	71	5,3	
У мыса Хаубаннёкка .	25/V	0,2	0,2	18,0	6,60	5,22	54	9,0	Нерестилище плотвы
В 15 м от берега западнее мыса Хаубаннёкка .	1/VI	0,3	0,2	13,4	6,65	5,74	54	8,4	
Центр озера . . . . .	1/VI	2,4	0,5	13,6	7,35	10,18	96	1,3	Характеризует озеро в целом
			2,2	12,8	7,35	9,95	93	1,3	
У западного берега мыса Хопуннёкка .	25/V	0,2	У поверхности	19,8	7,25	10,09	108	2,1	Икры не обнаружено

Из таблицы 1 видно, что газовые условия на нерестилищах плотвы и леща значительно хуже, чем в центральном плесе.

Проведенные в течение двух сезонов наблюдения газового режима на нерестилищах наглядно показывают, что в период икрометания, а также на первых стадиях развития личинок лещ и плотва не требуют к газовым условиям и могут переносить довольно заметные колебания в содержании кислорода. Они выносят значительный дефицит кислорода (до 46%) и значительные концентрации углекислоты (8,4—9,0 мг/л).

Активная реакция (рН) на нерестилищах также испытывает большие колебания и чаще является слабокислой. Нерестилища леща и плотвы сосредоточены в основном в участках с наиболее низкими в пределах озера значениями рН. Такие значения рН характерны для многих озер Карелии, где, однако, лещ не водится.

Нам кажется, что ни газовые условия, ни активная реакция воды не являются теми решающими факторами, благодаря которым Миккельское озеро стало естественным инкубатором икры леща. Скорее всего леща для нереста привлекают здесь физические факторы: температурные условия, мелководность и обилие водной растительности.

Химические факторы, повидимому, начинают оказывать существенное влияние несколько позднее, в период личиночной стадии и откорма молоди. В пользу этого предположения свидетельствует тот факт, что вскоре после выклеывания личинки начинают мигрировать в восточную часть озера, где в этот период наблюдаются лучшие газовые условия и наиболее высокие значения рН — условия, отличные от летних условий в других озерах Карелии.

Химические факторы, кроме того, имеют огромное косвенное значение в обеспечении за Миккельским озером роли естественного питомника, обуславливая высокую питательную базу для молоди. Миккельское

озеро по сравнению с другими исследованными озерами Карелии богаче минеральным азотом и фосфором, благодаря чему почти в течение всего лета и весны здесь наблюдается массовое развитие первичной продукции — фитопланктона. Фитопланктон непосредственно или вместе с бактериальной флорой, обильно развивающейся при его разложении, представляет питательную базу для зоопланктона, которым питаются мальки, а возможно, и прямо служит пищей для мальков.

### ЙОННЫЙ СОСТАВ И МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВОДЫ ОЗЕР МИККЕЛЬСКОГО И КРОШНОЗЕРА

Вода озер Миккельского и Крошнозера может быть охарактеризована как гидрокарбонатно-кальциевая. Минерализация ее в основном обуславливается гидрокарбонатами. Однако концентрации основного йона небольшие. Наиболее характерными для обоих озер являются концентрации в пределах 16—20 мг/л  $\text{HCO}_3^-$ ; в отдельных участках Миккельского озера они доходят до 54,3 мг/л, в Крошнозере — до 39 мг/л.

По распределению гидрокарбонатного йона в Миккельском озере можно выделить те же характерные участки, которые отмечались при описании газового режима и активной реакции (рис. 1).

Весь центральный плес озера, а также юго-восточный, восточный и северо-восточный прибрежные участки характеризуются близкими концентрациями  $\text{HCO}_3^-$  с небольшой амплитудой колебаний в течение года (от 16,5 до 21,4 мг/л в поверхностном слое и от 16,0 до 28,7 мг/л в придонном). В летний и осенний периоды к этим участкам примыкают северная и северо-западная части озера, включая и прибрежную зону. Однако зимой эта часть озера отличается более повышенными концентрациями гидрокарбонатного йона. У мыса Хопуннэкка содержание его в течение года испытывает колебания от 16,5 до 34,8 мг/л, а в 150—200 м от устья ручья Пограноя — от 15,9 до 48,8 мг/л. Наконец, совершенно выделяется по содержанию гидрокарбонатного йона, как это отмечалось и для других показателей, участок озера, примыкающий к устью ручья Сулгуоя. Здесь в течение года концентрации его колеблются от 28,7 до 54,3 мг/л.

Как правило, наиболее высокие концентрации гидрокарбонатного йона во всех участках озера приходится на конец зимы (низкий уровень озера), наиболее низкие — на весенний период (высокий уровень озера). Летом концентрации гидрокарбонатного йона значительно возрастают только у устья ручья Сулгуоя, что связано с переходом ручья преимущественно к грунтовому питанию.

Осенью в связи с осенней сменой питания ручьев Сулгуоя и Пограноя (увеличивается сток с болот), а также возрастанием объема стока концентрации гидрокарбонатного йона снижаются и в приустьевых участках озера. Значительное снижение концентраций осенью характерно и для р. Матчелицы. Однако в центральном плесе и других участках озера заметных изменений в осенний период не наблюдается.

Характерно, что зимой в восточной части озера, включая и поверхностный слой воды в середине озера, концентрации гидрокарбонатного йона не отличаются от осенних и близки между собой. Но в придонном слое центрального плеса в течение зимы они заметно возрастают за счет растворения из донных отложений в результате накопления большого количества углекислоты.

В северной, западной и юго-западной частях озера зимой концентрации гидрокарбонатного йона резко возрастают и в поверхностных

слоях воды (рис. 1). То же наблюдается в районе впадения ручьев Пограноя и Сулгуоя, где концентрации к концу марта достигают своих максимальных годовых величин (54,3 мг/л).

Распределение гидрокарбонатного йона в зимний период подтверждает высказанное предположение о том, что восточная часть озера зимой несколько обособлена от западной. Вследствие более энергичного водообмена в восточной части наблюдается равномерное распределение гидрокарбонатного йона, без заметного накопления в течение зимы. Концентрации гидрокарбонатного йона в р. Матчелице те же, что и в озере.

В западной части озера, включая северную и юго-западную, благодаря меньшему расходу ручьев Сулгуоя и Пограноя водообмен более ограничен. В то же время ручьи несут воду со сравнительно высоким содержанием гидрокарбонатного йона. В конце марта 1953 г. в ручье Пограноя концентрации его составляли 51,6 мг/л, а в ручье Сулгуоя — 56,8 мг/л. Эти воды, медленно распространяясь по северо-западной зоне, направляются также в р. Миккельскую. С этим частично, повидимому, связано возрастание концентраций гидрокарбонатного йона зимой в северной и северо-западной частях озера. Безусловно, здесь также имеет место и растворение гидрокарбонатного йона из донных отложений по мере накопления углекислоты.

В Крошнозере резких различий в концентрациях гидрокарбонатного йона по площади не наблюдается. В некоторые периоды года несколько выделяются по его содержанию участки, прилегающие к устьям рек и ручьев. Например, приустьевые участки у ручья Лебреоя и р. Холмы во второй половине зимы характеризуются более высокими концентрациями по сравнению с поверхностными слоями центральных станций. И наоборот, в начале лета в приустьевых участках озера у р. Холмы и ручья Явиеноя, которые несут в это время воды с низким содержанием гидрокарбонатного йона и характеризуются повышенным объемом стока, его концентрации имеют более низкие значения по сравнению с водой всего озера (14,6—15,2 мг/л против 18,3—21,4 мг/л в собственно озерной воде).

В приустьевых участках озера значительно резче выступают сезонные колебания в содержании гидрокарбонатного йона, в то время как в самом озере эти колебания невелики.

Как правило, наиболее низкие концентрации гидрокарбонатного йона в Крошнозере отмечаются в первой половине лета (май, июнь) и осенью (октябрь). Наиболее высокие концентрации в поверхностных слоях наблюдались в период весенней циркуляции, когда зимние придонные запасы выносятся на поверхность, и распределение гидрокарбонатного йона по глубине становится почти однородным.

В вертикальном распределении гидрокарбонатного йона в Крошнозере отчетливо выражена стратификация, заметно сглаживающаяся в периоды циркуляции и возрастающая с установлением температурной слоистости. В глубинных слоях благодаря растворению карбонатных соединений из донных отложений наиболее высокие концентрации определены в зимний период с максимумом к концу подледного состояния. В поверхностных же слоях глубоководных станций до конца зимы сохраняются осенние концентрации.

Сульфатный и хлоридный йоны по сравнению с гидрокарбонатным представлены в незначительном количестве. В Миккельском озере сульфатного и хлоридного йона в эквивалентных единицах в 7 раз меньше, чем гидрокарбонатного; в Крошнозере сульфатного йона в 5 раз меньше, хлоридный же составляет от 0,1 до 0,05 мг-экв гидрокарбонатного йона.

Ко второй половине лета по мере падения уровня воды концентрации сульфатов несколько возрастают. Разница в концентрациях сульфатов между поверхностными и придонными слоями незначительная.

Концентрации кальция в центральном плесе Миккельского озера колебались в течение года в пределах 3,6—5,1 мг/л. В Крошнозере эти пределы несколько ниже: от 3,1 до 4,3 мг/л.

В содержании кальция в течение года намечается два максимума, приуроченные к наименьшим уровням воды (конец зимы и середина лета), и два минимума, связанные с осенним и весенним паводками. Максимальные концентрации характерны для конца зимнего периода.

Сумма минеральных веществ в конце мая в центральном плесе Миккельского озера составляла около 0,72 мг-экв/л, а в Крошнозере в тот же период — около 0,64 мг-экв/л. Таким образом, в обоих озерах минерализация не превышает 30 мг/л. При наименьших уровнях воды (середина лета и вторая половина зимы) минерализация несколько возрастает.

Однако и при максимальных концентрациях главных ионов минерализация воды озер Миккельского и Крошнозера невысокая и не выходит за пределы концентраций, встреченных до сих пор среди озер южной и средней Карелии (табл. 2), хотя она несколько выше, чем в более северных водоемах и реках республики (Слободчиков, 1935, 1946; Малашенко, 1937).

Таблица 2

Концентрации  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{HCO}_3^-$  в некоторых озерах южной Карелии

Объект	Дата исследования	Горизонт	$\text{Ca}^{++}$		$\text{HCO}_3^-$		Примечание
			мг/л	мг-экв	мг/л	мг-экв	
Петрозаводская губа . . . . .	29.III—1948 г.	Поверхностный	4,39	0,22	24,4	0,40	По Баранову (1951)
Логозеро . . . . .	2.VII—1947 г.	"	—	—	18,9	0,31	"
Сямозеро . . . . .	—	"	3,78	0,19	15,8	0,26	"
Шотозеро . . . . .	14.VII—1947 г.	"	5,00	0,25	10,9	0,18	"
Кончезеро . . . . .	1.VII—1926 г.	"	—	—	48,2	0,79	По Зеленовой-Перфильевой (1927)
Малая Линдаламба . . . . .	4.VI—1952 г.	"	6,25	0,31	29,6	0,49	По нашим исследованиям
Миккельское озеро (центральный плес) . . . . .	31.III—1953 г.	"	5,13	0,26	18,9	0,31	"
	23.V—1953 г.	"	3,65	0,18	17,1	0,28	"
	25.VII—1953 г.	"	4,15	0,21	20,1	0,33	"
	16.X—1953 г.	"	3,72	0,18	18,9	0,31	"
Крошнозеро . . . . .	3.VI—1953 г.	"	3,79	0,19	15,9	0,26	"
	3.VI—1953 г.	У дна	3,76	0,19	18,3	0,30	"
	4.VIII—1953 г.	Поверхностный	3,87	0,19	19,5	0,32	"
	26.X—1953 г.	"	3,43	0,17	15,9	0,26	"
	2.IV—1953 г.	"	4,27	0,21	—	—	"

Сравнение концентраций преобладающих ионов озер Миккельского и Крошнозера с рядом других озер дает основание предполагать, что ряд отличительных особенностей изучаемых озер (обильное развитие макрофлоры и фитопланктона и связанное с этим значительное перенасыщение летом воды кислородом, исчезновение углекислоты, высокие значения рН) не является следствием существующей минерализации воды, а, как это будет видно далее, обуславливается количественными показателями некоторых биогенных элементов.

### БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

**Кремний.** Кремний в озерах Миккельском и Крошнозере изучался только в летнее время (конец мая, июнь и август). В Миккельском озере концентрации кремния летом находились в пределах 0,6—5,8 мг/л Si. Наиболее высокие концентрации его определены вблизи устьев ручьев Сулгуоя и Пограноя, наиболее низкие — в восточном и северном прибрежных участках.

Общей закономерности в динамике кремния в пределах всего озера в течение лета установить не удалось. В приустьевых участках озера, ручьях и речках отмечается постепенное возрастание концентраций кремния к концу лета, что, повидимому, находится в связи с возрастанием в течение лета доли грунтового питания ручьев и рек. Несколько возрастает содержание кремния и в восточной прибрежной зоне. На центральной станции к концу лета, наоборот, концентрации его несколько падают. В распределении по вертикали намечается слабо выраженная тенденция снижения концентраций кремния ко дну.

В Крошнозере концентрации кремния в летний период находились в пределах 1,7—4,6 мг/л Si.

В распределении по площади озера отмечается некоторое превышение концентраций кремния в северной и средней частях над концентрациями юго-восточной части.

На основании полученных в течение лета данных по кремнию следует сказать, что недостатка в кремнии в изучаемых озерах нет. Как известно из работ К. А. Гусевой (1952), даже для таких, наиболее нуждающихся в кремнии организмов, как диатомовые, наилучшими концентрациями являются около 0,6 мг/л.

**Железо.** В Миккельском озере за весь период исследования концентрации общего железа находились в пределах 0,14—2,12 мг/л. Распределение его по площади озера неравномерное. В центральном плесе, восточной прибрежной зоне, в приустьевом участке у р. Матчелицы и у истока р. Миккельской концентрации железа не превышают 0,81 мг/л. В северной и северо-западной прибрежных зонах они доходят до 1,50 мг/л. Наконец, в приустьевых участках озера у ручьев Пограноя и Сулгуоя содержание железа колеблется в течение года от 0,64 до 2,12 мг/л.

Наиболее высокие концентрации железа в основном плесе Миккельского озера наблюдались в весенний паводковый период. Так, в 1954 г. через 6—8 дней после освобождения озера ото льда концентрации железа в центральном плесе находились в пределах 0,53—0,81 мг/л. Удержанию этих количеств железа в растворе в это время способствуют наличие углекислоты, почти нейтральная реакция воды и преимущественно гумусный характер органического вещества.

В течение июня и июля по мере сокращения поверхностного стока и некоторого выпадения гуминовых соединений, а также благодаря исчезновению углекислоты и резкому подщелачиванию воды (рН=9,20)

концентрации железа начинают падать, давая в конце июля летний минимум (0,30—0,38 мг/л). К концу лета концентрации железа снова начинают возрастать (до 0,42—0,60 мг/л), что связано с увеличением поверхностного стока, обогащающего воду озеро органическими веществами и железом. Характерно, что к середине лета при минимальных концентрациях общего железа оно представлено преимущественно закисной формой.

К концу лета процент окисного железа возрастает до 70—85%. Осеннее охлаждение озера и глубокая длительная циркуляция водной массы способствуют частичному снижению содержания железа в растворе за счет его выпадения в форме гидрата окиси железа. Оставшееся в растворе железо представлено почти целиком окисной формой.

Выпадение железа из раствора происходит и в течение первой половины зимы. Этому способствуют благоприятные газовые условия. Кроме того, зимой прекращается подток почвенных вод, обогащающих озеро железом. Поэтому в первой половине зимы в Миккельском озере в поверхностном слое воды наблюдаются минимальные в годовом цикле концентрации железа (0,21—0,34 мг/л). Однако на максимальной глубине — в центре озера — к середине зимы в придонных слоях концентрации железа начинают возрастать за счет обратного растворения из илов. Процесс растворения связан с повышением содержания углекислоты и снижением концентраций кислорода. Во второй половине зимы по мере дальнейшего обеднения воды кислородом и повышении концентраций углекислоты переход железа из илов в воду усиливается. Путем диффузии оно проникает и в более верхние слои воды.

Но все же в Миккельском озере процесс выпадения железа и обратного растворения из илов совершается в довольно узких пределах, поэтому ни полного исчезновения его из раствора, ни заметного накопления в озере не происходит.

В участках с повышенными концентрациями железа сезонная динамика его несколько иная, чем в центральном плесе. В северной и северо-западной прибрежных зонах июльские концентрации являются минимальными в годовом цикле. Зимний минимум отсутствует. Уже в первой половине зимы отмечается возрастание концентраций железа. Во второй половине зимы в связи с большим дефицитом в этой зоне кислорода и значительным накоплением углекислоты содержание железа резко возрастает (за счет растворения из донных отложений), образуя годовой максимум в пределах этого участка.

Совершенно обособленным по содержанию и сезонной динамике железа, как и по другим показателям, является участок озера у ручья Сулгуоя. При более высоких общих концентрациях максимальные их значения совпадают по времени с минимальными концентрациями в центральном плесе. Максимум в годовом цикле отмечается в середине лета, когда ручей Сулгуоя переходит к преимущественно грунтовому питанию.

В заключение следует сказать, что в центральном плесе и восточной части Миккельского озера в течение всего года концентрации железа являются благоприятными для развития первичной продукции. Участки озера вблизи ручьев Пограноя и Сулгуоя в периоды максимальных концентраций железа, обычно совпадающие с наиболее тяжелыми газовыми условиями, не могут считаться благоприятными для жизни. Для участка озера вблизи ручья Сулгуоя этими периодами считаются вторая половина лета и отчасти конец зимы. Для участка у ручья Пограноя менее благоприятными являются паводковые периоды.

В Крошнозере в течение года концентрации железа колебались в пределах 0,12—1,83 мг/л. При этом крайний верхний предел встречен

только в некоторых приустьевых участках. В собственно озерной воде концентрации общего железа в верхних слоях воды не превышали  $0,69 \text{ мг/л}$ , а в придонных в зимнее время они поднимались до  $0,98-1,20 \text{ мг/л}$ .

Реки и ручьи, впадающие в озеро, как правило, несут воду, более богатую железом, чем собственно озерная вода. Так, в р. Холме за время исследования концентрации железа составляли от  $0,74 \text{ мг/л}$  в конце мая до  $1,96 \text{ мг/л}$  в августе; в ручье Лебреоя — от  $0,61 \text{ мг/л}$  в конце мая до  $1,35 \text{ мг/л}$  в августе. Еще более высокие концентрации железа определены в ручьях Явиеноя, Шогаоя и особенно в Мельничном (в начале апреля 1953 г. —  $5,13 \text{ мг/л}$ ).

Заметно богаче железом по сравнению с крошнозерской водой также вода ламбы, сообщающейся с юго-западным концом Крошнозера. Естественно поэтому, что участки озера, примыкающие к устьям рек и ручьев, несколько богаче железом по сравнению с основной массой озерной воды. Южная часть озера, в которую поступают богатые железом воды ламбы и ручья Мельничного, в периоды повышенных расходов их (весной) богаче железом, чем средняя и северная части озера.

Сезонная динамика железа в Крошнозере близка к таковой в Миккельском озере.

Минеральный азот и фосфор. Минеральный азот и фосфор играют крайне важную роль в водоеме как элементы, входящие в состав белка протоплазмы клеток водорослей. Они, как известно, чаще всего являются факторами, лимитирующими развитие водорослей.

Минеральный азот в озерах Миккельском и Крошнозере представлен в форме аммонийного, нитритного и нитратного. Однако нитритный азот, как очень нестойкая форма, встречен в очень небольших количествах ( $0,001-0,002 \text{ мг/л NO}_2$ ) в некоторых пробах приустьевых участков озер и в реках в периоды наибольшего застоя воды.

Аммонийный азот в озерах Миккельском и Крошнозере присутствовал повсеместно в течение всего периода исследований. В Миккельском озере его концентрации находились в пределах  $0,05-0,50 \text{ мг/л NH}_4$ , в Крошнозере — в пределах  $0,01-0,70 \text{ мг/л}$ .

В сезонном распределении аммонийного азота наблюдается определенная закономерность (рис. 4).

В Миккельском озере наиболее низкие концентрации аммонийного азота ( $0,05-0,10 \text{ мг/л}$ ) определены в период полной весенней циркуляции. По мере прогревания озера и усиления процессов разложения отмершей растительности концентрации его возрастают, образуя максимум в июле и августе.

Некоторое исключение представляют северный и восточный прибрежные участки, где в конце июля концентрации аммонийного азота составляли  $0,10-0,15 \text{ мг/л}$ . Повидимому, в этих зонах более интенсивно шел процесс нитрификации, и возможно, в большем

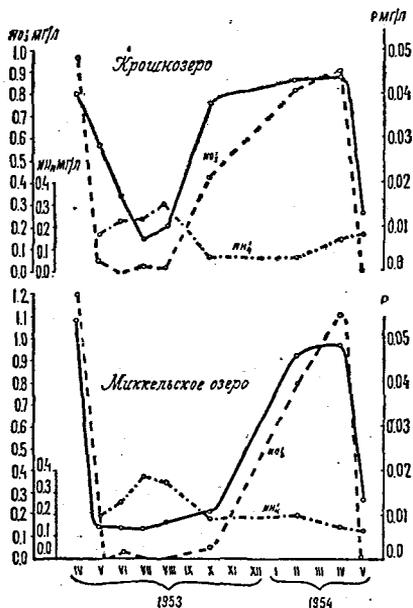


Рис. 4. Сезонные изменения концентраций P,  $\text{NH}_4$  и  $\text{NO}_3$  в Миккельском озере и Крошнозере (средние данные).

количестве, чем в других участках озера, азот в форме аммонийного потребляется развивающимся фитопланктоном. Известно, что при недостатке нитратов водорослями успешно воспринимается аммонийный азот. Судя по газовому состоянию и величине рН, в восточной прибрежной зоне можно предполагать более интенсивный фотосинтез, чем в центральном плесе, поэтому и потребление неорганических соединений азота здесь выше.

Осенью (к середине октября) концентрации аммонийного азота на большей части площади Миккельского озера снижаются в два раза и более по сравнению с летними.

Зимой, в противоположность описываемому по ряду озер значительному возрастанию концентраций аммонийного азота (оз. Черное в Косине, Кузнецов, 1952; ряд исследованных нами в 1950 и 1951 гг. ламб Петровского района КАССР и др.), в Миккельском озере только в первой половине зимы на некоторых станциях наблюдается крайне небольшое повышение его концентраций. Во второй половине зимы содержание аммонийного азота заметно снижается, приближаясь к минимальным для всего года концентрациям (0,08—0,10 мг/л). Наиболее высокие концентрации зимой характерны для северного и западного прибрежных участков (0,20—0,35 мг/л  $\text{NH}_4$ ).

Подобная картина в распределении аммонийного азота наблюдалась и в Крошнозере. Хотя весенние концентрации его в Крошнозере несколько выше, чем в Миккельском, в течение лета в нем также наблюдается накопление аммонийного азота с образованием к концу лета максимума в годовом цикле. Обусловливается оно интенсивным разложением создающегося в течение лета запаса нестойкого органического вещества. Придонные слои воды летом богаче аммонийным азотом, чем поверхностные.

Более высокие концентрации и более резкая стратификация летом характерны для южной части озера. Высокие концентрации аммонийного азота, как правило, были и в приустьевых участках озера.

В отличие от Миккельского озера в Крошнозере минимально низкие концентрации аммонийного азота были определены не весной, а осенью. В октябре по всему озеру концентрации не превышали 0,10 мг/л, а большей частью выражались в 0,02—0,05 мг/л. В течение первой половины зимы на большей части площади озера концентрации аммонийного азота остаются предельно низкими. Только в северной мелководной части, некоторых прибрежных зонах и на большой глубине в участке озера между деревнями Котчура — Ершнаволок — Школьная губа концентрации  $\text{NH}_4$  в первой половине зимы повышаются до 0,18—0,20 мг/л. К концу зимы на мелководных участках они несколько падают, на глубоководных незначительно повышаются. Распределение по глубине равномерное.

Отсутствие накопления аммонийного азота в течение зимы связано с тем, что параллельно процессу аммонификации в этих озерах идет процесс нитрификации. Как активная реакция, так и газовые условия являются благоприятными для протекания данного процесса. Как видно из рис. 4, за зимний период происходит большое накопление нитратов. При этом в конце зимы определены максимально высокие в годовом цикле концентрации нитратов (0,90—1,75 мг/л в Миккельском озере и 0,75—1,25 мг/л  $\text{NO}_3$  в Крошнозере). Однако в северном и западном прибрежных участках Миккельского озера, где зимой были отмечены наиболее высокие концентрации аммонийного азота, содержание нитратов оказалось крайне низким (0,06—0,16 мг/л  $\text{NO}_3$ ). В этих участках процесс нитрификации был угнетен вследствие неблагоприятных кислородных условий и более низкой величины рН по сравнению с другими участками озера.

Наиболее энергично процессы аммонификации и нитрификации в Миккельском озере протекают в первой половине подледного состояния озера. Примерно  $\frac{2}{3}$  запаса нитратов, установленного в конце зимы, накапливается уже к началу февраля. Незадолго до ледостава нитраты в озере находились только в следах.

В Крошнозере в отличие от Миккельского накопление нитратов уже отмечается осенью. В середине октября при очень низких концентрациях аммонийного азота концентрации нитратов составляли от 0,25 до 0,60 мг/л (рис. 4.). Зимой нитрификация продолжается; к середине зимы в Крошнозере, так же как и в Миккельском, она в основном заканчивается. В начале февраля концентрации нитратов составляли 0,70—0,95 мг/л, а к концу зимы возрастают до 0,90—1,25 мг/л. Распределение нитратов по площади и глубине в зимнее время почти однородное.

Динамика аммонийного и нитратного азота в Миккельском озере и Крошнозере свидетельствует о том, что минерализация органического вещества в этих озерах в основном завершается в первой половине подледного периода. Это подтверждается, как увидим далее, динамикой фосфатов и органического вещества.

В озерах Миккельском и Крошнозере в конце зимы ярко выраженного процесса денитрификации, так характерного для некоторых евтрофных озер, не наблюдалось.

Концентрации нитратов, создающиеся в зимний период в озерах Миккельском и Крошнозере, с полным основанием можно считать достаточно высокими, близкими к концентрациям их в таких высокопродуктивных озерах, как оз. Белое (в Косино), Рыбинское водохранилище и др. По данным С. И. Кузнецова (1934), в оз. Белом максимальная концентрация нитратов, относящаяся к концу января, составляет 0,523 мг/л N (2,32 мг/л NO<sub>3</sub>). В Рыбинском водохранилище содержание нитратов в конце марта и начале апреля 1954 г. составляло 0,22 мг/л N (0,97 мг/л NO<sub>3</sub>) в поверхностном слое воды и 0,32 мг/л N (1,4 мг/л NO<sub>3</sub>) в придонном слое (Кудрявцев, 1950).

В озерах Карелии столь высокие концентрации нитратов до сих пор не были встречены. Например, в 1950—1951 гг. в ряде ламб Петровского района (М. Линдаламба, Коверламба и др.) максимальные концентрации нитратов не превышали 0,3 мг/л NO<sub>3</sub>.

Сравнительно большие запасы минерального азота, в частности нитратов, создающиеся к концу зимы, являются одним из факторов, обуславливающих раннюю вспышку в развитии в озерах фитопланктона. Поэтому накопленные в течение зимы количества нитратов после вскрытия льда очень быстро исчезают. В 1954 г. в Миккельском озере через 6—8 дней после освобождения ото льда, а в Крошнозере через 10—14 дней нитраты практически отсутствовали и только в некоторых пробах находились в следах (главным образом в придонных слоях воды). В 1953 г. неделей позже (конец мая — начало июня) наблюдалась та же картина. Только в южной части Крошнозера, где вследствие низких температур фитопланктон был еще слабо развит, концентрации нитратов составляли 0,10—0,16 мг/л.

В течение летних месяцев в противоположность аммонийному азоту нитраты в обоих озерах отсутствовали или находились в следах (не выше 0,05 мг/л NO<sub>3</sub>).

Однако в некоторых ручьях и реках нитраты присутствовали и летом. В пределах 0,07—0,10 мг/л они были определены в р. Матчелище, в пределах 0,15—0,40 мг/л — в ручье Сулгуоя. Повидимому, наличие нитратов в данных участках связано с их значительным поступле-

нием с грунтовыми водами. В течение всего лета нитраты присутствовали также в притоках Крошнозера (ручей Лебреоя и р. Холма).

Несмотря на то, что в собственно озерной воде обоих озер летом нитраты отсутствовали или отмечались только их следы, развитие фитопланктона в течение лета было довольно высоким (наблюдалось почти непрерывное цветение воды). Это связано, повидимому, с ускоренным круговоротом веществ в этих озерах, заключающимся в быстрой минерализации образующегося органического вещества и непрерывном использовании освобождающихся продуктов минерализации, чему благоприятствуют хорошая прогреваемость данных озер, характер органического вещества и донных отложений (серозеленые илы). С прекращением развития водорослей (вследствие охлаждения воды, а зимой благодаря неблагоприятным световым условиям) в этих озерах создаются запасы нитратов.

Высокое развитие первичной продукции в озерах Миккельском и Крошнозере обуславливается также довольно значительными запасами фосфатов. Концентрации фосфатов в течение года в Миккельском озере находились в пределах 0,005—0,078 мг/л, в Крошнозере — в пределах 0,006—0,063 мг/л Р.

Подобно нитратам, наибольшее накопление фосфатов происходит в подледный период. Максимально высокие концентрации отмечены в конце зимы. Однако основное их количество, как и нитратов, появляется в первой половине зимы. При этом в Крошнозере в отличие от Миккельского озера фосфаты уже в значительном количестве определены осенью (0,028—0,054 мг/л), а в придонных слоях — и в конце лета (до 0,063 мг/л). В течение зимы концентрации фосфатов возрастают крайне незначительно (рис. 4).

В Миккельском озере как в конце лета, так и в октябре концентрации фосфатов составляли 0,008—0,010 мг/л, и только в подледный период они начинают возрастать.

Таким образом, в Крошнозере основная минерализация органических веществ заканчивается значительно раньше, чем в Миккельском (о чем свидетельствуют и данные по нитратам). Однако конечные концентрации фосфатов, создающиеся в обоих озерах к началу вегетационного периода, очень близки. Так, если в Миккельском озере концентрации фосфатов в конце зимы составляли 0,036—0,061 мг/л Р, то в Крошнозере — 0,031—0,057 мг/л Р при очень незначительном превышении концентраций в южной части озера над концентрациями в северной и средней частях и небольших колебаниях по вертикали.

В Миккельском озере наиболее высокие концентрации фосфатов (0,054—0,061 мг/л Р) зимой распределены в восточной прибрежной зоне, в северо-восточной и северной частях центрального плеса.

Зимние концентрации фосфатов в озерах Миккельском и Крошнозере не уступают таковым в евтрофном оз. Белом (в Косино), где, по данным С. И. Кузнецова (1934), в начале февраля фосфаты содержались в количестве 0,029—0,068 мг/л Р, а в середине марта в количестве 0,016—0,026 мг/л. По сравнению с рядом озер Карелии накопление фосфатов в озерах Миккельском и Крошнозере является значительно более высоким. По данным И. В. Баранова (1951), в Сязозере в начале апреля 1948 г. концентрации фосфатов не превышали 0,015—0,020 мг/л Р<sub>2</sub> О<sub>5</sub> (0,009 мг/л Р).

В наиболее евтрофированной М. Линдаламбе Петровского района республики, по нашим данным (1953 г.), максимальная концентрация фосфатов составляла 0,023 мг/л Р.

Зимние запасы фосфатов уже в первую декаду после освобождения озера ото льда в значительной мере используются развивающимся

фитопланктоном. В Миккельском озере в 1954 г. на 6—8 день после вскрытия концентрации фосфатов во всем озере снизились до 0,010—0,016 мг/л Р. В 1953 г. в конце мая фосфаты находились в предельно низких для озера концентрациях (0,005—0,011 мг/л). Отчасти концентрации фосфатов, как и других веществ, весной снижаются за счет разбавления озерной воды талыми водами. В течение всего лета определяются примерно такие же концентрации фосфатов (рис. 4). В августе отмечается небольшое возрастание концентраций фосфатов в придонных слоях (до 0,018 мг/л).

Характерно, что в приустьевых участках озера у ручьев Сулгуоя и Пограноя, а также р. Матчелицы летом сохранялись более высокие концентрации фосфатов, чем в центральном плесе озера. В указанные участки озера фосфаты, как и нитраты, поступают в значительном количестве с грунтовыми водами. Ручьи имеют существенное значение в обогащении всего озера фосфатами. У ручья Пограноя высокие концентрации фосфатов отчасти сохраняются вследствие их малой доступности для водорослей, так как этот участок богат гуминовыми веществами.

Летние концентрации фосфатов в Крошнозере заметно выше, чем в Миккельском озере (рис. 4). В придонных слоях воды на глубоководных участках концентрации фосфатов в течение всего лета выше, чем в поверхностных слоях. Особенно разница возрастает во второй половине лета. Здесь явно выступают застойные явления, на что указывалось и при описании газового режима.

В связи с тем, что в южной части озера к концу лета придонные слои оказываются более обогащенными фосфатами по сравнению с северной и средней частями, где застойные явления слабее выражены или отсутствуют (северное мелководье), в периоды частичных и полных циркуляций южная часть богаче фосфатами.

Благодаря застойным явлениям, развивающимся во второй половине лета, в Крошнозере осенние концентрации фосфатов много выше по сравнению с Миккельским озером.

Следует отметить, что притоки Крошнозера, как и Миккельского озера, летом также богаче фосфатами, чем собственно озерная вода. В ручье Лебреоя в течение лета содержание фосфатов колебалось в пределах 0,032—0,042 мг/л, а в р. Холме—в пределах 0,20—0,41 мг/л Р.

Обращает на себя внимание тот факт, что в Миккельском озере и Крошнозере концентрации фосфатов не опускались ниже 0,005—0,006 мг/л. Повидимому, это является предельной для данных озер величиной, до которой фосфаты способны усваиваться растениями. Оставшаяся часть фосфатов находится в тесной адсорбционной связи с органическим веществом и является недоступной для восприятия. Концентрации органических веществ в этих озерах достаточно велики и дают основание сделать такое предположение.

Низкие концентрации фосфатов в течение открытого периода в этих озерах являются следствием их непрерывного потребления. Возобновление же их происходит энергично и непрерывно.

Обобщая данные по распределению минеральных соединений азота и фосфора в озерах Миккельском и Крошнозере, необходимо подчеркнуть следующее:

1. Повышенное накопление в течение зимы запаса фосфатов и нитратов отличает эти озера от других озер Карелии.

2. Значительное накопление минеральных соединений фосфора и азота свидетельствует о повышенном круговороте веществ в этих озерах и ускоренном процессе минерализации органических веществ.

3. Это обстоятельство благоприятно сказывается на развитии водной микро- и макрофлоры. В результате значительного запаса питательных веществ к концу зимы в озерах Миккельском и Крошнозере рано и бурно начинается развитие фитопланктона, которое продолжается в течение всего лета, обуславливая на протяжении поздней весны и лета отчетливое цветение воды (явление редкое для других озер республики).

4. Высокое развитие фитопланктона и водной растительности летом в свою очередь обуславливает перенасыщенность воды кислородом, полное потребление углекислоты, высокий pH и другие факторы, по которым эти озера отличаются от других озер Карелии.

### ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО

Вода озер Миккельского и Крошнозера сравнительно богата органическим веществом. Однако Крошнозеро по содержанию органического вещества несколько уступает Миккельскому озеру. В основном плесе Миккельского озера перманганатная окисляемость колебалась в течение года в пределах 10,6—17,9 мг/л  $O_2$ , а бихроматная в пределах 24,7—49,0 мг/л  $O_2$ . В Крошнозере за тот же период времени перманганатная окисляемость находилась в пределах 8,8—15,2 мг/л  $O_2$ , а бихроматная в пределах 23,7—49,9 мг/л  $O_2$ .

Небольшое различие в содержании органического вещества в Крошнозере по сравнению с Миккельским озером относится главным образом к летнему и осеннему периодам. Более высокие концентрации органического вещества в Миккельском озере создаются, повидимому, за счет широкого развития высшей водной растительности. Цветность воды в обоих озерах близка и в центральных частях в течение года колеблется преимущественно в пределах 40—90°. В отдельных участках, связанных главным образом с притоками, значения цветности много выше.

По содержанию и характеру органического вещества в Миккельском озере можно выделить три отличающихся между собой участка.

Наиболее высокими концентрациями органического вещества характеризуется участок озера, примыкающий к устью ручья Пограноя. Цветность воды здесь доходит до 214°. Перманганатная окисляемость колеблется между 11,7—30,1 мг/л  $O_2$  с явным преобладанием в течение года величин, близких к максимальной границе. По характеру органического вещества в этой зоне преобладают вещества типа гуминовых соединений торфяного и растительного происхождения, так как отношение цветности к перманганатной окисляемости почти в течение всего года выше 6 (до 13), а перманганатная окисляемость составляет от 35 до 54% от бихроматной.

Только в середине лета в этом участке снижается общее содержание органических веществ и меняется его качество. Цветность падает до 60—85°, перманганатная окисляемость до 12,5—14,4 мг/л  $O_2$ . Обуславливается это тем, что к середине лета сокращается болотное питание ручья Пограноя. Находящиеся в воде приустьевого участка окрашенные вещества (соединения фульвокислот) в течение лета в значительной мере выпадают. На эту способность их выпадения указывают П. П. Воронков и О. К. Соколова (1951), что подтверждается также нашими наблюдениями на гумифицированных ламбах.

К оставшимся в растворе органическим веществам присоединяются нестойкие и малоокрашенные органические вещества планктонного происхождения. Наиболее богат органическим веществом этот участок в паводковые периоды.

По содержанию и характеру органического вещества к участку у ручья Пограноя близка вся прибрежная зона к северо-востоку (до мыса Хопуннэкка).

Весь центральный плес озера (включая приустьевой участок р. Матчелицы и участок у истока р. Миккельской), а также отчасти восточная и северная прибрежные зоны характеризуются более низкими концентрациями органического вещества. Цветность воды в центральном плесе колеблется в течение года в пределах  $34-95^\circ$ , перманганатная окисляемость в пределах  $10,6-17,9$  мг/л  $O_2$ , бихроматная окисляемость — от  $24,7$  до  $49,0$  мг/л  $O_2$ . В северной и восточной прибрежных зонах в определенные сезоны (весна, конец зимы) значения цветности и окисляемости выше указанных для центрального плеса.

Весьма характерно, что колебания цветности и бихроматной окисляемости значительно больше, чем колебания перманганатной окисляемости. Это особенно становится наглядным, если сравнить колебания этих показателей на отдельных станциях. Так, на центральной станции с мая 1953 г. по май 1954 г. в поверхностном слое цветность изменялась от  $39$  до  $95^\circ$ , бихроматная окисляемость от  $24,7$  до  $46,1$ , а перманганатная окисляемость только в пределах  $11,6-14,0$  мг/л  $O_2$ .

Характерно также, что максимальные величины цветности не совпадают по времени с максимальными величинами окисляемостей, а во второй половине лета даже наблюдается обратная картина: минимальной в году цветности соответствуют наиболее высокие значения окисляемостей. Некоторое несоответствие наблюдается и в величинах перманганатной и бихроматной окисляемостей.

Эти факты свидетельствуют о том, что в Миккельском озере наряду со значительными колебаниями общего количества органического вещества заметно меняется в течение года его качество.

Наинизшие концентрации органического вещества в основном плесе озера падают на зимний период, главным образом на конец зимы. Наиболее высокое содержание органических веществ определено во второй половине лета (по данным перманганатной и бихроматной окисляемостей).

Однако наивысшие значения цветности приходятся на весенний период и первую половину лета; сравнительно высокая цветность наблюдается и зимой. В середине и во второй половине лета отмечены минимально низкие значения цветности.

Интерес представляет изменение состава органического вещества в течение года.

В весенний открытый период цветность воды, а также отношение цветности к перманганатной окисляемости ( $5,0-6,0$ ) и отношение перманганатной окисляемости к бихроматной ( $37-40\%$ ) показывают, что в растворе преобладает стойкое органическое вещество типа гуминовых соединений. Это преимущественно органическое вещество, стабилизировавшееся в озере к концу зимы и частично поступившее с водосборной площади вместе с паводковыми водами. Концентрации его очень немного выше зимних.

К концу июня (1953 г.) общее количество органических веществ возрастает (повышается цветность, перманганатная и бихроматная окисляемость). Обогащение органическим веществом происходит частично за счет нестойких соединений благодаря разложению обильно развивающегося фитопланктона и прошлогодней водной растительности. Благодаря последнему образуется частично и стойкое окрашенное органическое вещество (гумус растительного происхождения). Однако основное обогащение воды органическим веществом происходит за счет

гуминовых соединений, поступивших из ручья Пограноя и с заболоченных берегов. В ручье Пограноя в июне также резко возрастает цветность воды и окисляемость. Повидимому, в условиях Карелии болота оттаивают только к июню, и поэтому наибольший сток с болот происходит в июне.

К концу июля общее количество органического вещества увеличивается по сравнению с июнем (повышается значение бихроматной окисляемости), резко меняется и его качественный состав. Подток из ручья Пограноя значительно уменьшается. Органическое вещество июньского состава частично уходит из Миккельского озера через р. Миккельскую в Шотозеро, частично, повидимому, коагулирует в комплексе с железом и оседает, частично же подвергается разложению.

За этот период происходит отмирание и разложение большого количества фитопланктона, зоопланктона и водной растительности, благодаря чему в растворе обнаруживается главным образом нестойкое органическое вещество. Об этом свидетельствует резкое падение в июле цветности воды, снижение величины перманганатной окисляемости, отношения цветности к перманганатной окисляемости до 3,5—3,0 и процента перманганатной окисляемости от бихроматной до 26%. К концу лета количество автохтонного нестойкого органического вещества увеличивается. Осенью (октябрь) в центральной части озера сохраняется примерно июльский состав органического вещества (количественно и качественно).

Зимой нестойкие органические вещества, имеющиеся в растворе и поступающие при разложении водной растительности, в значительной мере минерализуются. Это подтверждается накоплением питательных солей и снижением общего количества органических веществ. Остающаяся трудно разлагающаяся часть органического вещества превращается в водный гумус. Последним и можно, как нам кажется, объяснить возрастание в течение зимы цветности воды, а также увеличение отношения цветности к перманганатной окисляемости до 5,0—6,0 и процента перманганатной окисляемости от бихроматной до 43—45.

Участок озера у ручья Сулгуоя характеризуется наиболее низким содержанием органических веществ. Перманганатная окисляемость в течение года колеблется здесь в пределах 7,5—14,0 мг/л  $O_2$ . Более высокие значения ее определены в периоды наиминимумных уровней (конец июля, конец марта). Наиболее низкое значение определено в октябре. Цветность воды в этом участке не превышает 86°. Летом здесь цветность частично обуславливается железом. Минимальные значения цветности относятся не к середине лета, как в центральном плесе, а к осени и зиме.

Сезонная динамика количества и характера органического вещества в Крошнозере близка к таковой Миккельского озера.

Наиболее высокое содержание органического вещества по данным бихроматной окисляемости отмечается также во второй половине лета. При этом более богата органическим веществом вода северного мелководья (бихроматная окисляемость — 49,9 мг/л  $O_2$ ). Отсюда в направлении к юго-восточному концу озера содержание органических веществ постепенно падает (в центральной части бихроматная окисляемость 42,2—43,3 мг/л  $O_2$ , в южной — 33,2—33,7 мг/л  $O_2$ ). Однако значения цветности и перманганатной окисляемости к концу лета становятся ниже, и на большинстве станций к концу августа отмечаются их наиболее низкие значения в годовом цикле. Это свидетельствует о том, что в Крошнозере, как и в Миккельском озере, к концу лета накапливается слабоокрашенное трудноподдающееся окислению перманганатом органическое вещество планктонного происхождения. Перманганатом в это время окисляется только 25—27% органического вещества.

Наиболее низкие концентрации органического вещества наблюдались в Крошнозере к концу зимы и составляли около половины летних. Как и в Миккельском озере, оставшееся здесь к концу зимы органическое вещество представляет собой преимущественно стойкие к биохимическому окислению окрашенные соединения (процент перманганатной окисляемости от бихроматной порядка 40—48, а отношение цветности к перманганатной окисляемости 6,0—6,7).

Обобщая вышеизложенное по органическому веществу озер Миккельского и Крошнозера можно сделать следующее заключение:

1. Озера Миккельское и Крошнозеро сравнительно богаты органическим веществом.

2. По своему происхождению это преимущественно вещество автотонное, т. е. образующееся непосредственно в самом озере за счет обильного развития микро-и макрофлоры.

3. Пополнение его извне происходит в значительной степени только в паводковые периоды за счет гуминовых соединений болотного стока.

4. Зимой до половины накопившегося за лето органического вещества минерализуется, и оставшаяся часть превращается в водный гумус.

5. По содержанию и характеру органического вещества Миккельское озеро и Крошнозеро носят черты евтрофированных водоемов.

#### ВЫВОДЫ

1. Озера Миккельское и Крошнозеро благодаря общим условиям формирования химического состава воды (расположены в одном геологическом, почвенном и климатическом районе) и связи между собой по химическому составу очень близки.

2. Имеющиеся различия обусловлены главным образом морфологическими особенностями: различными глубинами, объемом водной массы, а также различным характером берегов и притоков.

3. В пределах каждого озера выделяются отличные между собой участки. В Крошнозере неоднородность водной массы по акватории не резко выражена. Однако юго-восточная более глубокая часть в некоторые периоды несколько отличается от более мелководной северо-западной. Прибрежные зоны и особенно приустьевые участки озера также характеризуются несколько иными условиями, чем центральная часть. В периоды стагнаций в Крошнозере отмечается заметное различие водной массы по глубине.

В Миккельском озере различие отдельных участков резче выражено. Выделено пять участков: центральный плес, восточная прибрежная зона, северная и северо-западная, участок у ручья Пограноя и участок у ручья Сулгуоя. В некоторые периоды выделяется участок у р. Матчелицы. Вертикальная стратификация отдельных ингредиентов отмечается только зимой.

4. Общей чертой обоих озер является невысокая минерализация воды (до 50 мг/л). В период весеннего паводка минерализация составляет около 30 мг/л, в меженные периоды — несколько выше.

5. Преобладающим катионом йонного состава является кальций. Его концентрации в обоих озерах в течение года находятся в пределах 3,15—5,13 мг/л. В распределении кальция наблюдается два максимума, относящиеся к низкому уровню, и два минимума, связанные с паводками. Максимально высокое содержание кальция определено в конце зимы. Сезонные колебания концентраций кальция в Миккельском озере выражены резче, чем в Крошнозере.

6. Преобладающим анионом в обоих озерах является гидрокарбонатный ион. Концентрации его в центральном плесе обоих озер близки и находятся в пределах 14,64—28,68 мг/л  $\text{HCO}'_3$ . В прибрежных зонах и особенно в приустьевых в меженные периоды эти концентрации выше: в Крошнозере они поднимались до 39,05 мг/л, в Миккельском озере — до 54,31 мг/л. Сезонные колебания концентраций гидрокарбонатного иона на станциях центральных плесов крайне невелики. В прибрежных зонах и приустьевых участках они больше. Максимальные концентрации в поверхностных слоях определены в середине лета, в придонных — в конце зимы. В этот период отмечается наиболее резкая обратная стратификация по вертикали.

7. Концентрации сульфатного и хлоридного ионов в эквивалентных единицах в 5—7 раз ниже концентраций гидрокарбонатного иона.

8. Характерной особенностью обоих озер, отличающей их от остальных исследованных водоемов Карелии, является полное исчезновение летом из воды на значительных участках озера свободной углекислоты. В растворе появляется карбонатный ион (до 4,25 мг/л). В Миккельском озере летом свободная углекислота отсутствует в центральном плесе и восточной прибрежной зоне, в Крошнозере — в прибрежных зонах и более мелководных участках центрального плеса.

Зимой в связи с интенсивно происходящими в озере биохимическими процессами углекислота накапливается в довольно больших количествах: в центральном плесе Миккельского озера до 13,7 мг/л в поверхностном слое и до 25,1 мг/л — в придонном, в прибрежных и приустьевых зонах — до 32,0 мг/л; в Крошнозере зимние концентрации углекислоты несколько ниже: до 11,8 мг/л в поверхностном слое и до 16,0 мг/л — в придонном.

9. Большие колебания в содержании свободной углекислоты (и полное потребление летом) при крайне малых колебаниях концентраций гидрокарбонатного иона обуславливают в данных озерах широкий диапазон изменения рН. Активная реакция воды в обоих озерах характеризовалась рН в пределах 6,40—9,45. В северной и северо-западной прибрежных зонах Миккельского озера в период наибольшего стока с заболоченных берегов и массового разложения отмершей надводной растительности рН падал до 5,8.

Наиболее низкие значения рН наблюдались в зимний период. В это время наиболее сглаживаются различия в величине рН между обоими озерами, а также между отдельными участками каждого озера как по площади, так и по глубине. Наиболее высокие значения рН относятся к вегетационному периоду и определены в участках с полным исчезновением углекислоты (центральный плес и восточная зона в Миккельском озере; прибрежные зоны и более мелководные участки основного плеса в Крошнозере). Центральные станции среднего и южного участков Крошнозера характеризовались нейтральной и слабощелочной реакцией. Весной и осенью активная реакция в обоих озерах колеблется около нейтральной.

10. Кислородные условия изученных озер характеризуются перенасыщением воды кислородом в некоторых участках летом и значительным дефицитом его зимой. В Миккельском озере летнее перенасыщение кислородом (до 126%) характерно для центрального плеса и восточной прибрежной зоны; в северной и северо-западной прибрежных зонах отмечается дефицит в пределах 15—48%; наиболее беден кислородом приустьевой участок у устья Сулгуоя (дефицит до 73%).

В Крошнозере перенасыщение воды кислородом наблюдалось в прибрежных зонах и северном мелководье. Концентрации кислорода

падают с северо-запада на юго-восток и с прибрежных участков к центру.

Зимой восточная часть Миккельского озера богата кислородом (дефицит у дна не превышает 40%); северо-западная и западная части бедны кислородом (в поверхностных слоях насыщение падает до 8%, в придонных — до 8—6%) и неблагоприятны для зимовки рыб.

Крошнозеро зимой богаче кислородом, чем Миккельское озеро: насыщение в поверхностных слоях не ниже 74%, в придонных — 33—16%; заморных явлений не наблюдается даже в ямах.

Наибольшие абсолютные концентрации кислорода и наибольшая однородность его распределения в обоих озерах наблюдались в период весенней циркуляции. Распределение по глубине в Миккельском озере летом однородное, зимой наблюдается микрослоистость. В Крошнозере на глубоководных станциях стратификация имеет место зимой и летом.

11. Значительное перенасыщение воды кислородом, полное исчезновение свободной углекислоты и появление в растворе карбонатного йона, рН до 9,2—9,5 в озерах Миккельском и Крошнозере являются следствием высокого развития фитопланктона и погруженной водной растительности. В обоих озерах в течение лета наблюдалось почти непрерывное цветение воды (явление редкое для других озер Карелии).

12. Высокое развитие фитопланктона и водной растительности в свою очередь обусловлено повышенными по сравнению с другими озерами Карелии запасами минерального азота и фосфора, создающимися к началу вегетационного периода.

13. Минеральный азот в этих озерах представлен аммонийным и нитратным. Летом в растворе азот представлен почти целиком аммонийным. Ко второй половине лета относятся его максимальные концентрации в годовом цикле (от 0,25 до 0,70 мг/л  $\text{NH}_4$ ). Нитраты летом находятся в следах или вовсе отсутствуют. В период осенней циркуляции концентрации аммонийного азота резко падают и в предельно низких концентрациях сохраняются в течение зимы и весны (0,10—0,25 мг/л). Нитраты, появляясь в осенний период, энергично накапливаются в первой половине зимы (до  $\frac{2}{3}$  всего зимнего запаса) и к концу зимы образуют максимум (от 0,75 до 1,75 мг/л  $\text{NO}_3$ ). В Крошнозере осенние концентрации нитратов значительно выше, чем в Миккельском озере.

14. Фосфаты, подобно нитратам, в летний период находятся в минимуме, хотя полностью из воды не исчезают. Предельно низкими концентрациями фосфатов в изучаемых озерах являлись 0,005—0,006 мг/л. В Крошнозере летние концентрации фосфатов несколько выше, чем в Миккельском. Более высокие концентрации фосфатов в Крошнозере появляются уже к концу лета (в придонных слоях) и затем дают большой прирост в период осенней циркуляции. В течение зимы концентрации фосфатов возрастают незначительно. В Миккельском озере осенью отмечается только небольшое их повышение. Основное накопление происходит в первой половине зимы. Конечные зимние концентрации фосфатов в обоих озерах близки и находятся в пределах 0,031—0,061 мг/л P.

15. Концентрации кремния и железа в исследуемых озерах благоприятны для развития и жизни растительных и животных организмов.

16. Озера Миккельское и Крошнозеро сравнительно богаты органическим веществом. В течение года оно испытывает значительные количественные и качественные изменения. Наиболее высокие концентрации органического вещества создаются ко второй половине лета (бихроматная окисляемость возрастает до 49,9 мг/л  $\text{O}_2$ ). По своему характеру это преимущественно слабоокрашенное нестойкое органи-

ческое вещество планктонного происхождения (цветность около 40°, перманганатная окисляемость составляет 23—27% от бихроматной).

Наименьшие концентрации органического вещества наблюдаются в конце зимы и ранней весной. За осенний и зимний период вследствие минерализации и частичного выпадения концентрации его уменьшаются вдвое (бихроматная окисляемость в конце марта 23—29 мг/л O<sub>2</sub>). Оставшееся органическое вещество представляет собой окрашенные стойкие соединения — водный гумус (цветность до 90°, перманганатная окисляемость составляет 40—45% от бихроматной). Поздней весной и в начале лета вода изученных озер пополняется органическим веществом типа гуминовых соединений за счет притока из болот. В этот период наблюдается наибольшая цветность воды.

Летние концентрации органического вещества в Миккельском озере несколько выше, чем в Крошнозере.

17. Минерализация образовавшегося за лето органического вещества и накопление питательных веществ (фосфатов и нитратов) в Крошнозере завершается раньше, чем в Миккельском озере. В Крошнозере она преимущественно происходит осенью и заканчивается в первой половине зимы. В Миккельском озере весь процесс сдвинут на более поздний период. Конечные концентрации продуктов минерализации, в частности азота и фосфора, к концу зимы в обоих озерах близки.

18. Повышенное накопление питательных веществ, количество и качество органического вещества, ускоренный процесс минерализации его, высокое развитие первичной продукции (цветение воды) и связанный с ним газовый режим дают основание отнести озера Миккельское и Крошнозеро к типу евтрофированных водоемов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баранов И. В. 1950. О нахождении евтрофных озер в КФССР. Бюллетень рыбного хозяйства КФССР, № 4. Петрозаводск.
- Баранов И. В. 1951. Биогидрохимические факторы водной среды некоторых озер бассейна р. Шуи. Ученые записки Ленингр. госунив., сер. биол. г., № 142, вып. 29. Изд. ЛГУ. Ленинград.
- Воронков П. П. и Соколова О. К. 1951. Сезонные изменения состава гумусовых веществ в водах Карельского перешейка. Тр. Гос. Гидрол. инст., вып. 33 (87). Гидрометеонздат. Ленинград.
- Гусева К. А. 1952. „Цветение воды“, его причины, прогноз и меры борьбы с ним. Тр. Всесоюзного гидробиологического об-ва, т. IV. Изд. АН СССР. М.—Л.
- Зеленкова-Перфильева М. В. 1927. К гидрохимии Кончезерской группы озер. Тр. Бородинской биол. ст., т. V. Ленинград.
- Кудрявцев Д. Д. 1950. Сравнительная характеристика гидрохимического режима водохранилищ верхней Волги: Ивановского, Угличского и Рыбинского. Тр. Биологической ст. „Борок“, т. I. Изд. АН СССР. М.—Л.
- Кузнецов С. И. 1934. Сравнительное изучение азотного, фосфорного и кислородного режима Глубокого и Белого озера. Тр. Лимнологич. ст. в Косино, вып. 17. Изд. Лимнологич. ст. в Косино. Москва.
- Кузнецов С. И. 1952. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. Изд. АН СССР. Москва.
- Малашенко А. Г. 1937. Гидрохимический очерк озера Сегозера. Уч. зап. ЛГУ, серия биол. г., вып. 55. Изд. ЛГУ. Ленинград.
- Слободчиков Б. Я. 1935. Гидробиологический очерк озер системы реки Кемь: Верхнего, Среднего и Нижнего Куйто. Тр. Карельской научно-исследов. рыбохоз. ст., т. I. Ленинград.
- Слободчиков Б. Я. 1946. К вопросу гидрохимической классификации семоных рек Карельского берега Белого моря. Тр. Карело-Финского отд. ВНИОРХ, вып. II. Петрозаводск.
- Фрейдлинг В. А. 1956. Гидрологическая характеристика озер Миккельского и Крошнозера (печатается в настоящем выпуске).

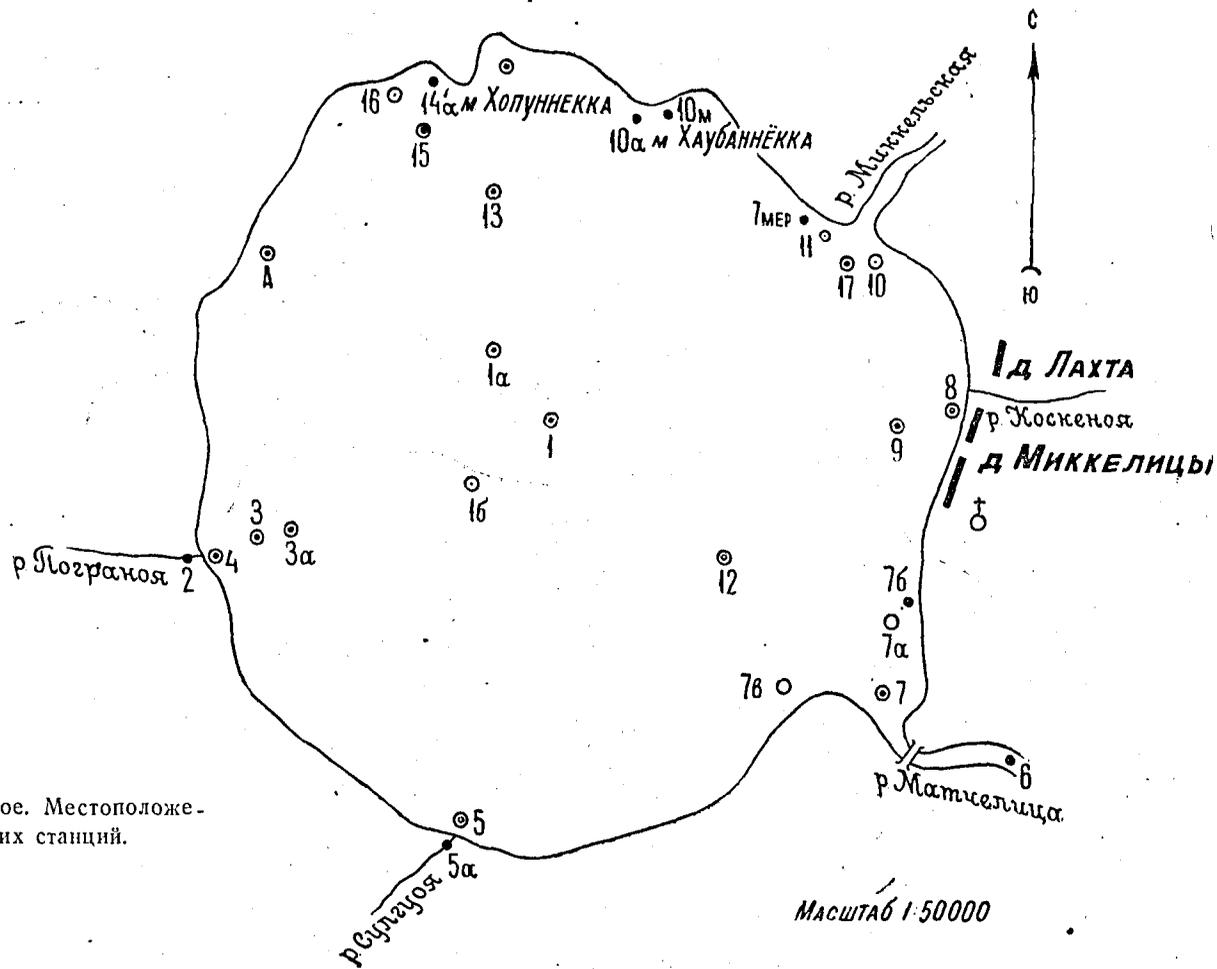


Рис. 5. Озеро Миккельское. Местоположение гидрохимических станций.

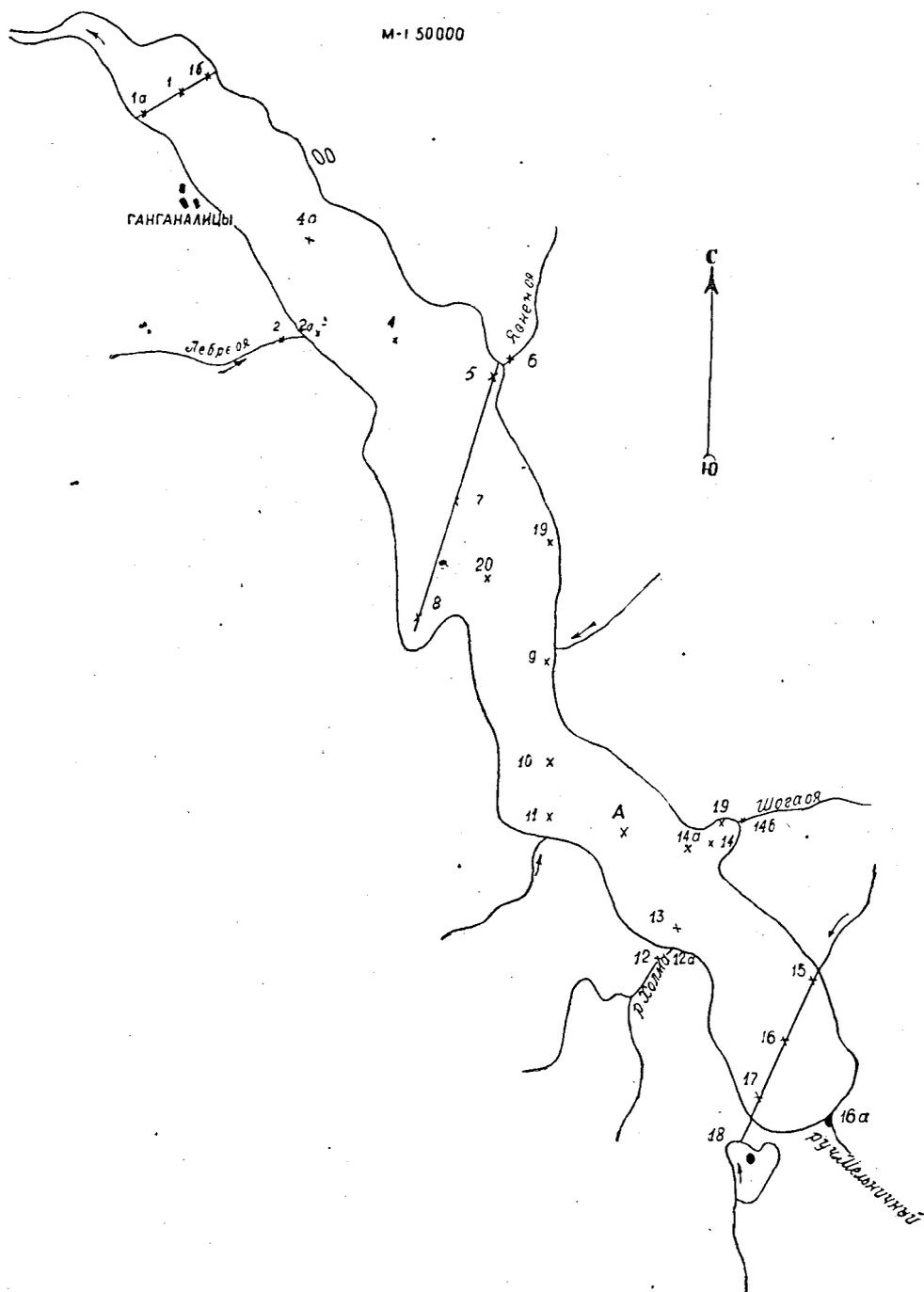


Рис. 6. Озеро Крошнозеро. Местоположение гидрохимических станций.

З. И. ФИЛИМОНОВА

## ЗООПЛАНКТОН МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ПИТАНИИ РЫБ

### 1. МИККЕЛЬСКОЕ ОЗЕРО

Планктонологические наблюдения, проведенные на Миккельском озере с мая 1952 г. по август 1954 г. (рис. 1), имели целью выявить состояние кормовой базы для рыб, главным образом для леща, как основной промысловой рыбы изучаемого водоема.

Исследования были направлены на определение качественного состава и количественных возможностей зоопланктона как основы кормовых ресурсов для молоди рыб, в том числе леща.

Одновременно изучался характер питания молоди различных пород рыб, обитающих в исследуемом водоеме, на предмет выявления пищевых связей и наличия конкуренции между молодью леща и молодью прочих рыб и рыб-планктонофагов.

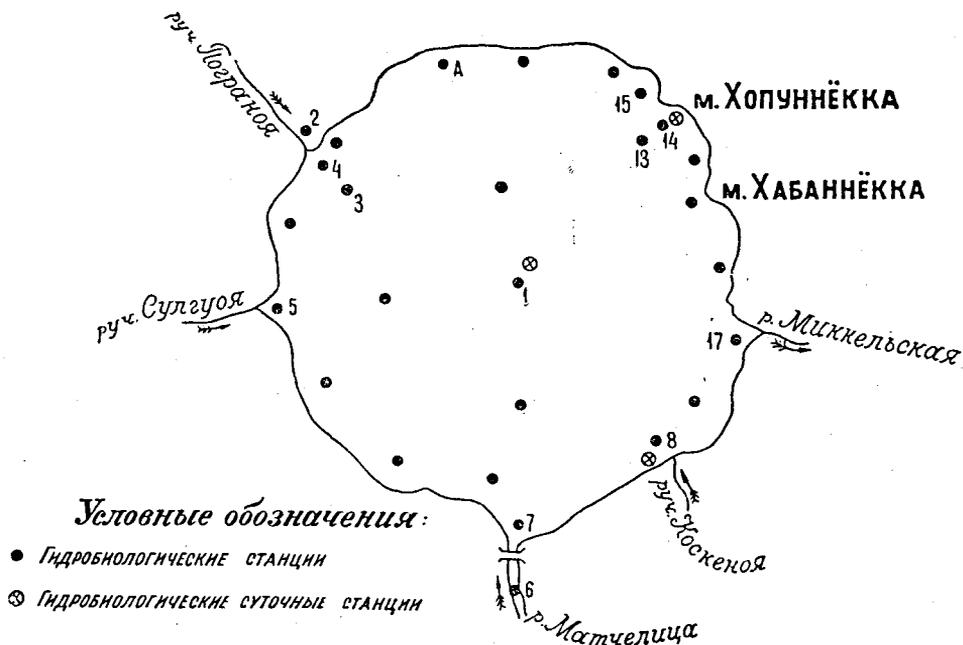


Рис. 1. Расположение гидробиологических станций на Миккельском озере в 1952—1954 гг.

Изучение питания молодежи проводилось от стадии только что выклюнувшейся личинки до времени перехода рыбы к донному или хищному способу питания. Параллельно с этим велись наблюдения, направленные на расширение знаний по биологии и экологии отдельных видов зоопланктона в водоемах Карелии.

Длительный срок исследований, носивших стационарный характер, сделал возможным изучение зоопланктона в сезонном аспекте.

За период работы на Миккельском озере было собрано 695 планктонных проб. При вычислении биомассы зоопланктона использовались сырые (формалиновые) веса зоопланктеров, по данным С. Н. Уломского (1951), Б. С. Грезе (1948), Ф. Р. Мордухай-Болтовского (1954). Весовые коэффициенты *Leptodora kindti* определены путем взвешивания 50 экз. на аналитических весах.

Степень развития фитопланктона оценивалась визуально, точный количественный учет планктонных водорослей не производился. В приведенный ниже список планктических организмов, обитающих в исследуемом водоеме, включены лишь массовые формы водорослей. Не подвергались количественному учету и Protozoa, неполный список которых, определенных в живом виде, приводится ниже.

#### СПИСОК ПЛАНКТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗМОВ, ВСТРЕЧЕННЫХ В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ

##### Планктические водоросли

1. *Dinobryon divergens* Imh.
2. *Melosira islandica* O. Müll.
3. " *varians* Ag.
4. " *italica* (Ehr.) Kütz.
5. *Tabellaria fenestrata* var. *intermedia* Grun.
6. " *flocculosa* (Roth.) Kütz.
7. *Asterionella formosa* (Hantzsch).
8. *Fragilaria crotonensis* Kitt.
9. *Volvox globator* Ehrb.
10. *Gloeococcus* sp.
11. *Pediastrum duplex* Meyen.
12. *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb.
13. *Ankistrodesmus falcatus* (Cord.) Ralf.
14. *Closterium moniliferum* Ehrb.
15. *Xanthidium antilopaeum* Ktz.
16. *Micrasterias radiata* Hass.
17. *Cosmarium botrytis* Meneg.
18. *Staurastrum paradoxum* Meyen.
19. *Meriasmopedia* sp.
20. *Anabaena flos-aquae* (Lindb.) Breb.
21. " *lemmermanni*.
22. " *spiroides*.
23. *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.
24. *Microcystis flos-aquae*.

##### Зоопланктон

##### Простейшие (Protozoa)

1. *Arcella* sp.
2. *Diffugia limnetica* Lev.
3. *Stentor coeruleus* Ehrb.

4. *Epistylis rotans* Svor.
5. *Vorticella nebulifera* O. E. Müll.
6. " *monilata* Tatem.
7. *Zoothamnium limneticum* Svec.

### Copepoda

1. *Diaptomus gracilis* Sars.
2. " *graciloides* Lill.
3. *Mesocyclops oithonoides* Sars.
4. " *leuckarti* Claus.
5. *Acanthocyclops capillatus* (Sars.).
6. *Mycrocyclops* sp.
7. *Macrocyclops albidus* (Jurine).
8. *Eucyclops macrurus* (Sars.).
9. " *macruroides* (Lill.).
10. " *serrulatus* (Fisch.).
11. *Paracyclops fimbriatus* (Fisch.).
12. *Cyclops vicinus* Uljan.
13. " *strenuus* (Fisch.).
14. *Hetercope appendiculata* Sars.

### Cladocera

15. *Sida crystallina* O. F. Müller.
16. *Limnospida frontosa* Sars.
17. *Diaphanosoma brachyurum* (Liev.).
18. *Daphnia longispina* var. *cucullata* G. O. Sars.
19. " *longispina* var. *cristata cederstroemi* Sars.
20. " " var. *longispina* O. F. Müller.
21. *Scapholeberis mucronata* O. F. Müller.
22. *Simocephalus vetulus* O. F. Müller.
23. *Coriodaphnia pulchella* Sars.
24. " *quadrangula* O. F. Müller.
25. *Bosmina coregoni obtusirostris* v. *obtusirostris* Rutre.
26. " " v. *lacustris* G. O. Sars.
27. " " var. *gibbera* Schoedl.
28. " *longirostris curvicornis* lur.
29. " " *similis* Lilljeb.
30. *Drepanothrix dentata* (Euren).
31. *Ophryoxus gracilis* (Sars.).
32. *Eurycercus lamellatus* O. F. Müller.
33. *Camptocercus rectirostris* (Schoedl.).
34. *Acroperus harpae* Baird.
35. *Alona quadrangularis* (O. F. M.).
36. *Graptoleberis testudinaria* (Fischer).
37. *Alonella nana* Baird.
38. *Peracantha truncata* O. F. Müller.
39. *Pleuroxus uncinatus* Baird.
40. *Chydorus sphaericus* O. F. Müller.
41. *Polyphemus pediculus* L.
42. *Bythotrephes cederstroemi* Schoedl.
43. *Leptodora kindti* Focke.

## Rotatoria

44. *Brachionus* sp.
45. *Keratella cochlearis* (Gosse).
46.       "       *quadrata* (Müller).
47. *Notholca longispina* Kellic.
48. *Euchlanis dilatata* Ehrb.
49. *Asplanchna priodonta* Gosse.
50. *Polyarthra trigla* Ehrh.
51.       "       *euryptera* Wierz.
52. *Ploeosoma hudsoni* Imh.
53. *Conochilus unicornis* Rouss.
54. *Filinia longiseta* Ehrb.

Список планктических организмов, встреченных в Миккельском озере, включает 24 вида планктических водорослей и 61 вид зоопланктона: Protozoa (простейшие) составляют 7 видов (11,5%), Copepoda (веслоногие) — 14 видов (23%), Cladocera (ветвистоусые) — 30 видов (49,2%) и Rotatoria (колдовратки) — 10 видов (16,8%).

Приведенный список не может претендовать на полноту, так как из фитопланктона включены лишь массовые и обычные формы; Protozoa и Rotatoria представлены недостаточно полно.

Из планктических животных, исключая простейших, 11 видов (20,37%) — пелагические формы, 18 видов (33,33%) — зарослевые; остальные встречаются и в открытой части, и в зарослевой зоне.

Руководящими в планктоне Миккельского озера являются следующие формы:

Фитопланктон: из диатомовых — виды *Melosira* (*M. islandica*, *M. italica*); *Tabellaria* (*T. fenestrata* var. *intermedia*, *T. flocculosa*); из синезеленых массовыми формами, обуславливающими в период массового развития „цветение“ водоема, являются *Anabaena* (*A. flos-aquae*, *A. lemmermanni* и *A. spiroides*), *Aphanizomenon* (*A. flos-aquae*), *Microcystis* (*M. flos-aquae*).

Зоопланктон: из Copepoda обычными формами планктического комплекса, встречающимися на протяжении всего года, являются: *Diaptomus gracilis*, *Mesocyclops oithonoides* — руководящая по численности форма летнего зоопланктона в открытой части озера; *Mesocyclops leuckarti* — вид, количественно преобладающий в зарослевой зоне. Многочисленны (особенно летом) *Acanthocyclops capillatus*.

Руководящими формами из Cladocera являются: *Chydorus sphaericus*, обитающий и встречающийся в значительных количествах как в открытой части озера, так и в зарослях; *Bosmina obtusirostris lacustris*, *Daphnia cristata*.

Из колдовраток к числу руководящих видов следует отнести: *Asplanchna priodonta*, *Notholca longispina*, *Keratella* (*K. cochlearis* и *K. quadrata*). Кроме того, каждый сезон характеризуется особым планктическим комплексом с особыми руководящими формами.

Особенностью зоопланктона Миккельского озера является полное отсутствие в его составе обычного для озер Карелии рачка *Holopedium gibberum*. Причиной этого является высокое значение рН (9 и выше) в летний период.

Редко, единичными экземплярами, встречался *Bythotrephes cederstroemi*. Этот вид обычно является гостем из соседнего Крошнозера. Малые глубины в Миккельском озере служат препятствием для нормального обитания рачка в этом водоеме.

### СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА

В течение года планктическое население Миккельского озера претерпевает весьма значительные изменения как качественного, так и количественного характера. Цикличность в развитии планктона исследуемого водоема характерна для мелких палеарктических водоемов. Сезоны в жизни Миккельского озера, благодаря небольшим его размерам и малым глубинам, в сроках близки климатическим сезонам.

Зимний сезон (подледный период). Температура воды под льдом в центральной части озера в конце марта 1953 г. равнялась  $0,6^{\circ}$ ; придонного слоя —  $1,8^{\circ}$ . Прибрежные участки в этот период имеют более низкие температуры — от  $0,1$  до  $0,2^{\circ}$ . Полоса литорали местами (в районе устья ручьев Пограноя и Каскеноя) промерзает на 150—200 м от берега.

Планктические растения в толще воды отсутствуют совершенно. Зоопланктон отличается бедностью как количественной, так и видового состава.

Особенно бедно планктическое население в середине зимы. Среднее число организмов в  $1 м^3$  — 2818 экз. с биомассой 61 мг. К концу зимы (предвесенний период — конец марта и начало апреля) количественные показатели зоопланктона значительно возрастают, составляя 5948 экз. в  $1 м^3$  с биомассой 203 мг. Показатели 1953 г. для этого периода несколько выше — 7024 экз. с биомассой 272 мг.

Зоопланктон открытой части озера на протяжении зимнего периода много богаче по сравнению с прибрежной зоной, где местами наблюдается острый дефицит кислорода. Промерзание в прибрежной полосе препятствует обитанию организмов; средняя биомасса зоопланктона, по данным 1953 г., составляла  $21 мг/м^3$ .

Планктический комплекс зимнего сезона исчерпывается небольшим числом видов. Из Copepoda: *Diaptomus gracilis* — руководящая форма, *Acanthocyclops capillatus*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops oithonoides*. Из Cladocera: *Daphnia cristata*, *Alonella nana*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*. Из Rotatoria: *Asplanchna priodonta*, *Notholca longispina*, *Filinia longisetata*, *Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis*.

Ведущей группой зимнего зоопланктона является Copepoda, на долю которой падает 80—90% всей биомассы. Средняя биомасса зоопланктона для всего Миккельского озера в зимний период, по данным 1953 г., исчисляется в 100 кг; из них 89,5 кг приходится на открытую часть водоема и 10,5 кг — на прибрежную зарослевую зону.

Весенний сезон. Охватывает период с момента вскрытия водоема до появления в планктоне теплолюбивых форм из Cladocera (*Bosmina gibbera*, *Daphnia cucullata* и др.). Первые экземпляры этих видов попадались в пробах от конца мая. Температура воды в центральной части озера на протяжении весеннего сезона колебалась в 1953 г. от  $5^{\circ}$  в начале сезона до  $16^{\circ}$  в конце его, в 1954 г. — от  $5$  до  $18^{\circ}$ . Прогрев водоема проходит в состоянии гомотермии, чему способствует ветровое воздействие.

Температуры воды близко следуют за температурами воздуха: охлаждение воздуха вызывает быстрое охлаждение всей водной толщи, и наоборот. В прибрежной зоне озера макрофиты, образующие внешнюю зону зарослей (*Phragmites*, *Scirpus* и др.), в этом водоеме еще не достигли полного развития и не служат защитой против прибойности, как это имеет место летом. Условия обитания, в том числе и температурные, в этой части зарослей немногим отличаются от условий в центральном плесе. Лишь в затишных участках самой прибрежной зоны, где растительность (*Polygonum*, *Potamogeton*) уже достаточно развита, температура воды выше ( $17,6$ — $18^{\circ}$ ).

В фитопланктоне имеет место пышное развитие планктических диатомей с господством *Melosira*; в меньшей степени представлены *Fragilaria*, *Tabellaria*. В начале весеннего сезона зоопланктон в количественном отношении еще немногим отличается от зимнего; качественно он разнообразится появлением молодежи *Cladocera* и *Copepoda*.

Конец весны, когда нагрев воды достигает 16—17°, характеризуется появлением в планктоне синезеленых, но при сохранении господства диатомовых. Количественные показатели зоопланктона в весенний сезон возрастают по сравнению с зимним (табл. 1).

Таблица 1

Количественные показатели зоопланктона Миккельского озера в весенний сезон (1953 г.)

Название отряда	Зоны озера							
	Открытая зона				Зарослевая зона			
	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%
<i>Copepoda</i> . . .	15 330	84,3	437	88,7	7250	43,7	26	8,8
<i>Cladocera</i> . . .	619	3,4	47	9,5	1403	8,5	210	71,5
Рачковый планктон . .	15 949	87,7	484	98,2	8653	52,2	236	80,3
<i>Rotatoria</i> . . .	2245	12,3	9	1,8	7920	47,8	58	19,7
Всего организмов . .	18 194		493		16 573		294	

В открытой части озера доминирующей по численности особей и биомассе попрежнему является группа *Copepoda* с руководящими формами *Diaptomus gracilis*, *Mesocyclops oithonoides*, *Acanthocyclops capillatus*.

В большом количестве представлена молодежь (науплиальные и копеподитные стадии). Из новых форм появляются *Mesocyclops leuckarti*.

Группа *Cladocera*, сохраняя количественную бедность, разнообразится качественно появлением новых видов — типичных компонентов летнего планктона: *Leptodora kindti*, *Daphnia cucullata*, *Limnoscida frontosa*. Руководящими формами являются *Daphnia cristata* и *Bosmina obtusirostris*. В прибрежной зоне благодаря развитию макрофлоры и более интенсивному прогреванию группа *Cladocera* имеет больший по сравнению с открытой частью озера вес.

По численности доминируют *Bosmina* (*B. obtusirostris*, *B. longirostris*) и *Chydorus sphaericus*, наибольшую биомассу дает *Sida crystallina*. Местами в значительном количестве появляется *Polyphemus pediculus*. Колонии поздней весной представлены богато как в открытой части, так и в прибрежной зарослевой зоне. Видовой состав их разнообразится появлением новых форм: *Conochilus unicornis*, *Brachionus* sp. Ведущими формами являются: *Asplanchna priodonta*, *Notholca longispina*, *Keratella quadrata*.

Биомасса зоопланктона в весенний сезон низкая: в открытой части озера — 0,49 г/м<sup>3</sup>; в прибрежной зоне — 0,29 г/м<sup>3</sup>; средняя биомасса для озера составляет 0,3 г/м<sup>3</sup>.

Средняя биомасса зоопланктона в весенний период для всего озера, по данным 1953 г., составляла 391,5 кг, из них 246,5 кг в открытой части озера и 145 кг — в прибрежной зоне.

Летний сезон. Характерен высокой степенью нагрева всей водной толщи. Ниже приводятся данные о температуре в течение летнего сезона по годам:

Год исследования	Месяцы			Средняя температура за сезон
	июнь	июль	август	
1952	16,0°	19,0°	16,6°	17,2°
1953	21,2°	20,4°	18,7°	20,1°
1954	11,8°	22,0°	17,2°	17,0°

Максимальный прогрев водоема в 1953 г. имел место в последней декаде июня; в 1952 г. и 1954 г. — в июле.

Высшая водная растительность достигает в этом сезоне мощного развития.

В общей сложности заросли в Миккельском озере составляют около 30% площади. Зональность в их распределении, которую дает С. Г. Лепнева (1950), здесь совершенно нарушается, что характерно для небольших мелководных водоемов. Густые заросли тростника (*Phragmites communis*) с небольшими включениями камыша (*Scirpus lacustris*) тянутся широкой (от 200 до 400 м) полосой вдоль берега, опоясывая почти сплошным кольцом центральную открытую часть озера. Более слабо выражены заросли в северо-восточной части озера. Берег вдоль деревни Миккелицы совершенно свободен от тростника и камыша. Наиболее мощного развития заросли такого типа достигают вдоль северо-западного берега (от мыса Кивинёкка до мыса Хопунёкка) и юго-западного (от ручья Пограноя до ручья Сулгуоя). Полоса тростников начинается с глубины 0,5—0,8 м и вдаётся в открытую часть озера до 1,5 м, местами до 2 м глубины. С. В. Герд (1946) называет зону тростников „внешней зоной зарослей“.

Между полосой тростника и берегом тянется полоса мелководья, обильно заросшая *Polygonum amphibium*, *Sparganium* sp., *Equisetum* sp., в защитных заводях — *Nymphaea candida*, *Nuphar luteum*. Богато представлены в этой зоне также рдесты (*Potamogeton natans* и др.). Эти заросли С. В. Герд (1946) классифицирует как „сомкнутые заросли мелководья“.

Густые заросли тростника, возвышающиеся на 1—1,2 м над водою, обеспечивают полное затишье в полосе литорали на самом мелководье. Здесь устанавливается особый температурный режим: прогрев и охлаждение воды происходит значительно быстрее, чем в центральном плесе. Высокая температура воздуха обеспечивает в этой зоне температуру воды на 1—2° выше, чем в центральной части.

Для летнего сезона характерно развитие синезеленых на протяжении всего периода. Виды родов *Aphanizomenon*, *Anabaena* и *Mucrocystis* составляют основной фон фитопланктона; в моменты похолодания усиливается значение диатомей (*Melosira*).

Виды, составляющие летний комплекс зоопланктона, достигают максимума своего развития. На протяжении всего периода качественный состав зоопланктона отличается небольшим видовым разнообразием. Количественные данные о зоопланктоне летнего периода по годам исследования приведены в таблице 2.

В открытой части озера на протяжении летнего периода по количеству особей господствующей является группа *Soropoda* с руководящей формой *Mesocyclops oithonoides*; *Diaptomus gracilis* в летние месяцы играет в планктоне второстепенную роль.

## Количественные показатели зоопланктона Миккельского озера в летний сезон

Год исследования	Название отряда	Зоны озера															
		открытая зона				зарослевая зона <sup>1</sup>				заросли тростника				заросли мелководья			
		количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса в мг/м <sup>3</sup>	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса в мг/м <sup>3</sup>	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса в мг/м <sup>3</sup>	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса в мг/м <sup>3</sup>	%
1952	Copepoda . . .	25243	38,6	400	26,5	38340	36,9	573	20,3	—	—	—	—	—	—	—	—
	Cladocera . . .	18633	28,5	981	64,9	56692	54,6	1996	70,8	—	—	—	—	—	—	—	—
	Рачковый планктон . . . . .	43876	67,1	1381	91,4	95032	91,5	2569	91,1	—	—	—	—	—	—	—	—
	Rotatoria . . .	21464	32,9	130	8,6	8802	8,5	252	8,9	—	—	—	—	—	—	—	—
	Всего организмов . . . . .	65340		1511		103834		2821		—	—	—	—	—	—	—	—
1953	Copepoda . . .	24444	49,9	457	30,4	—	—	—	—	16805	27,4	205	5,8	27938	18,3	447	1,9
	Cladocera . . .	16691	34,0	897	59,8	—	—	—	—	33343	54,3	3126	87,9	123986	81,1	23248	98,1
	Рачковый планктон . . . . .	41135	83,9	1354	90,2	—	—	—	—	50148	81,7	3331	93,7	151924	99,4	23695	100,0
	Rotatoria . . .	7893	16,1	147	9,8	—	—	—	—	11276	18,3	224	6,3	975	0,6	12	—
	Всего организмов . . . . .	49028		1501		—	—	—	—	61424		3555		152899		23707	
1954	Copepoda . . .	39438	44,8	693	32,0	—	—	—	—	18777	20,1	340	2,9	46964	21,9	860	3,4
	Cladocera . . .	11118	12,6	929	42,9	—	—	—	—	73422	78,7	11493	96,8	163172	76,3	24255	96,3
	Рачковый планктон . . . . .	50556	57,4	1622	74,9	—	—	—	—	92199	98,8	11833	99,7	210136	98,2	25115	99,7
	Rotatoria . . .	37415	42,6	544	25,1	—	—	—	—	1113	1,2	34	0,3	3848	1,8	64	0,3
	Всего организмов . . . . .	87971		2166		—	—	—	—	93312		11867		213984		25179	

<sup>1</sup> В наблюдениях 1952 г. зона зарослей не подразделялась на заросли тростника и заросли мелководья.

Характерной особенностью летнего планктического комплекса является обилие молодежи — науплиальных и копепоидных стадий. Группа Cladocera, уступая в численности, значительно превосходит копепоид в весовом достоинстве и видовом разнообразии; видовой состав Copepoda исчерпывается 6—7 видами; Cladocera — 15—16 видами.

Самой массовой формой является *Chydorus sphaericus*. Многочисленны *Bosmina obt. lacustris*, *Bosmina gibbera*, *Daphnia cristata* и ювенильные формы этих видов. Но эти сравнительно мелкие формы не дают высокой биомассы. Большую долю биомассы обеспечивают формы, хотя и значительно уступающие в численности, но превосходящие их в размере и весе — *Leptodora kindti*, *Sida crystallina*.

Присутствие последнего вида (взрослые особи, самки и juv.) в открытой части озера констатируется на протяжении всего летнего периода. Возможно, что причиной тому является мелководность озера, большие участки дна которого зарастают рдестом.

Действует здесь также и ветровой фактор: помимо *Sida crystallina* в открытой части озера нередко встречаются и другие типично зарослевые формы (*Polyphemus pediculus*, *Acroporus harpae*). Небольшие размеры озера и кольцевое расположение зарослей способствуют заносу литоральных форм в открытую часть озера при ветрах любого направления.

В прибрежной зарослевой зоне в летний период, благодаря обилию тепла и питательных веществ, создаются чрезвычайно благоприятные условия для развития специального комплекса зоопланктона, близкого к прудовому.

По сравнению с открытой частью озера зоопланктон здесь много богаче как количественно, так и по числу видов. Здесь настоящее царство ветвистоусых, из которых массового развития достигают: *Sida crystallina*, *Polyphemus pediculus*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina obtusirostris*. Последняя форма довольно многочисленна также в планктоне открытой части озера, но в прибрежной зоне она представлена в неизмеримо больших количествах. Некоторые авторы (Рылов, 1941; Муравейский, 1923) относят этот вид к семипелагическим формам. Многочисленны в зарослях также *Chydorus sphaericus*, *Daphnia brachyurum*, *Eurycercus lamellatus*, *Acroporus harpae*.

Меньшую численность, хотя они и относятся к обычным формам, имеют *Peracantha truncata*, *Simoscephalus vetulus*, *Scapholeberis mucronata* и др. Биомасса ветвистоусых в летний период достигает наивысших значений (в среднем 14—16 г/м<sup>3</sup>). Максимум в развитии падает на август.

Группа коловраток в летний период как в открытой части озера, так и в зарослевой зоне очень богата количественно и разнообразна по составу. Доминирующей формой по числу особей и биомассе является *Asplanchna priodonta*: на ее долю приходится свыше 95% всей биомассы *Rotatoria* в зарослевой зоне и 60—70% — в открытой части озера, где остальные 30—40% падают на долю типичной летней формы *Copocichilus unicornis*. Прочие виды, несмотря на довольно высокую численность, дают ничтожную биомассу.

Биомасса зоопланктона открытой части озера в летний сезон может считаться для озер Карелии довольно высокой (1,5—1,6 г/м<sup>3</sup>).

Особенно высокой биомассой отличался летний сезон 1954 г. (2,285 г/м<sup>3</sup>), что, очевидно, стоит в связи с более слабым в этом году развитием синезеленых, цветение которых (особенно *Aphanizomenon flos-aquae*), по мнению некоторых авторов (Мануйлова, 1953; Мордухай-Болтовская, 1954), отрицательно сказывается на развитии бактериальной флоры — кормовой базы планктических ракообразных. Основную долю

биомассы дают ракообразные (кормный планктон), из которых доминирующее значение имеют Cladocera.

В зарослевой зоне биомасса много выше по сравнению с открытой частью озера; Cladocera имеет здесь первостепенное значение.

В зоне внешних зарослей (среди тростников) средняя за летний сезон биомасса колеблется по годам исследования от 2,8 до 11,9 г/м<sup>3</sup>. Особенно высокую биомассу дает зоопланктон в зоне зарослей на мелководье: средняя за летний период величина ее колеблется от 23,7 до 25,2 г/м<sup>3</sup>.

Таким образом, заросли макрофитов, характеризующиеся столь богатым зоопланктоном, на протяжении летнего периода имеют громадную ценность как пастбищные угодья для рыб.

Принимая во внимание обширность зарослевой зоны в Миккельском озере (около 30% всей площади озера), следует считать этот водоем высокопродуктивным.

Величины биомассы зоопланктона в летний сезон для всего озера (по годам) приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Биомасса зоопланктона Миккельского озера в летний сезон (в кг)

Год исследования	Зоны озера		Средняя по озеру
	открытая зона	зарослевая зона	
1952	755,5	1410,0	1082,75
1953	750,5	4550,8	2650,65
1954	1083,0	6029,6	3556,30
Средняя по годам . .	862,8	3996,8	2429,9

Осенний сезон. Переход температур воды от летних к осенним начинается уже в августе. По наблюдениям 1952 г., средняя температура воды в сентябре равнялась 9°; в октябре она колебалась от 3 до 2° для открытой части и от 2 до 0° — в зарослях.

Октябрь 1953 г. был более теплым; температура воды изменялась в следующих пределах: для открытой части озера 6—5°, для зарослей тростника 4,5—2,9°, для зарослей мелководья 2,9—1,0°.

В фитопланктоне синезеленые вновь сменяются диатомовыми. Виды *Melosira* имеют второй, осенний, максимум в развитии, меньший по размеру в сравнении с весенним. Более бедно представлены *Tabellaria*, *Fragilaria*, *Asterionella*.

Понижение температуры воды влечет за собой ухудшение условий обитания в толще воды, а следовательно, количественное и качественное обеднение планктического населения. Летние теплолюбивые формы (главным образом группа Cladocera) из планктона выпадают; резко уменьшается численность молодежи, как результат завершения вегетационного периода.

Из Copepoda ведущая форма летнего зоопланктона — *Mesocyclops oithonoides* становится малочисленной и уступает свое первенство *Diatomus gracilis* — ведущей форме зимнего и весеннего сезона.

Из Cladocera наибольшую численность в этом сезоне имеют *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cristata* и придонный вид *Alonella nana*. Значительно беднеет и группа Rotatoria: летние формы — *Copocilus* и *Braconius* выпадают из ее состава.

Особенно сильно ухудшаются условия обитания в прибрежной зарослевой зоне. С половины сентября начинается процесс отмирания высшей водной растительности, прибойность возрастает, процесс охлаждения на мелководье идет гораздо интенсивнее, чем в центральной части озера. Зоопланктон, отличающийся богатством в летние месяцы, резко беднеет и в количественном отношении и по составу: из 19 видов летних Cladocera остается всего 3 вида. Доминирующей по численности формой является *Vosmina longirostris*.

Количественные показатели зоопланктона в открытой части озера и зарослях за осенний сезон 1952—1953 гг. приводятся в таблице 4.

Таблица 4

Количественные показатели зоопланктона Миккельского озера в осенний сезон

Год исследования	Название отряда	Зоны озера							
		Открытая зона				Зарослевая зона			
		количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%
1952	Copepoda . . . . .	8300	32	257	39,0	6735	7,5	162	5,8
	Cladocera . . . . .	8089	31,1	325	49,2	77874	86,6	2552	92,0
	Рачковый планктон .	16389	63,1	582	88,2	84609	94,1	2714	97,8
	Rotatoria . . . . .	9587	36,9	78	11,8	5304	5,9	62	2,2
	Всего организмов . . . . .	25976		660		89913		2776	
1953	Copepoda . . . . .	8916	19,1	289	17,1	1863	7,2	62	3,0
	Cladocera . . . . .	36743	78,9	1388	82,2	23057	89,3	1991	96,6
	Рачковый планктон .	45659	98,0	1677	99,3	24920	96,5	2053	99,6
	Rotatoria . . . . .	942	2,0	12	0,7	903	3,5	9	0,4
	Всего организмов . . . . .	46601		1689		25823		2062	

Как видно из таблицы 4, биомасса зоопланктона в осенний период в открытой зоне озера в 1952 г. была несколько выше по сравнению с 1953 г., что можно объяснить более низкой температурой в 1953 г.

В зарослевой зоне значение биомассы осенью катастрофически падает по сравнению с летним периодом. Происходит как бы выравнивание в этом отношении между открытой частью озера и зарослевой зоной.

Средние величины биомассы зоопланктона в осенний сезон для всего озера приводятся в таблице 5.

Таблица 5

Биомасса зоопланктона в Миккельском озере в осенний сезон (в кг)

Год исследования	Зоны озера		Всего по озеру
	открытая зона	зарослевая зона	
1952	325	1388	1713
1953	844,5	1031	1875,5

Среднегодовая биомасса зоопланктона по Миккельскому озеру исчисляется в 1254,41 кг.

Вышеизложенный материал показывает, насколько хорошо выражена сезонность в развитии зоопланктона Миккельского озера.

Водная толща озера подвержена значительным колебаниям температур, гидрологический режим ее неустойчив. Помимо значительной амплитуды годовых температурных колебаний, достигающей 20°, температура воды в Миккельском озере меняется на протяжении более или менее коротких сроков в зависимости от похолодания воздуха.

Сильное летнее прогревание обуславливает пышное развитие фитопланктона во всей водной толще и массовое развитие зоопланктона на протяжении летнего сезона.

Осеннее похолодание приводит к отмиранию фитопланктона и резкому обеднению зоопланктона.

Условия обитания в Миккельском озере: тепловодность, неустойчивый термический режим, цветение, обильное зарастание позволяют причислить этот водоем к сильно евтрофированным. Систематический состав и сезонная динамика зоопланктона исследуемого водоема обычны для евтрофных озер.

#### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗООПЛАНКТОНА МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА

Условия обитания в открытой части Миккельского озера, благодаря ровному дну и небольшим размерам озера, весьма однообразны. В силу этого и зоопланктон в качественном и количественном отношении довольно однороден. Отклонения в величине биомассы на отдельных участках озера крайне незначительны.

Иначе обстоит дело в прибрежной зоне, где характер и количественная сторона зоопланктона находятся в зависимости от прибойности, зарослей, влияния притоков и т. д.

Как указывалось выше, прибрежная зона, отличающаяся пышным развитием водной растительности, тянется на протяжении большей части береговой линии исследуемого водоема.

Зоопланктон зарослей, особенно зоны зарослей на мелководье, отличается очень высокой биомассой и видовым разнообразием и носит почти исключительно кладоцерный характер. Наиболее слабым развитием зарослей отличается северо-восточный берег озера (между устьем р. Матчелицы и истоком р. Миккельской). Против деревни Миккелицы сплошное кольцо зарослей макрофитов разрывается; довольно богато представлены на этом участке лишь рдесты.

Северо-восточный берег озера на протяжении почти всего летнего периода характеризуется прибойностью (июнь — август характерны ветрами южных направлений), которая создает неблагоприятные условия для развития зарослевой флоры. Зоопланктон здесь по составу и количественным показателям близок зоопланктону открытой части озера: средняя биомасса его в летний период 1953 г. составила 1,151 г/м<sup>3</sup>, в 1954 г. — 1,295 г/м<sup>3</sup>.

Участок от ручья Каскеноя до истока р. Миккелицы характеризуется слабым зарастанием: заросли тростника здесь довольно редкие, между ними рдест, вклиниваются небольшие пятна *Nymphaea alba*. Средняя за летний период биомасса зоопланктона на этом участке равнялась в 1953 г. 1,905 г/м<sup>3</sup>, в 1954 г. — 2,054 г/м<sup>3</sup>.

Планктический комплекс включает в себя виды как открытой части, так и зарослевые. Начиная от южного конца деревни Миккелицы к устью р. Матчелицы простираются широкой полосой довольно густые заросли тростника. Зоопланктон здесь дает значительно более высокую

биомассу по сравнению с отмеченными выше участками: в 1953 г. — 2,975 г/м<sup>3</sup>, в 1954 г. — 3,529 г/м<sup>3</sup>.

Очень высокую биомассу дает зоопланктон в устьевой части р. Матчелицы, густо заросшей рдестом, кубышкой, кувшижкой и т. д. Господствующей формой является здесь *Sida crystallina*. Местами этот вид образует в летний сезон почти чистую культуру с биомассой до 35 г/м<sup>3</sup>. На самом стрежне реки, свободном от зарослей, зоопланктон качественно идентичен зоопланкtonу открытой части озера, но течением значительно обеднен количественно. Средняя биомасса здесь в летний сезон 0,75 — 1 г/м<sup>3</sup>.

Характерным для зоопланктона р. Матчелицы является обилие взвешенных частиц, в большинстве случаев органического происхождения, что является результатом течения.

Зоопланктон на участке близ истока р. Миккелицы, вытекающей из Миккельского озера и соединяющей его с Шотозером, по составу почти не отличается от зоопланктона центральной части озера, но несколько уступает ему в количественном отношении. Средняя биомасса этого участка за летний период исчисляется в 1,195 г/м<sup>3</sup>.

Зоопланктон ручьев, впадающих в Миккельское озеро, отличается резким обеднением как количественным, так и по числу видов в сравнении с зоопланктоном самого озера.

Ручей Сулгуоя несет чистую, прозрачную воду грунтового происхождения, никаких организмов животного планктона в ней не обнаружено. Влияние ручья на озеро очень незначительно.

Зоопланктон предустьевого участка, обильно заросшего хвощом, который местами оживляется пятнами рдеста и ряски, имеет обычный для прибрежной части озера состав. Средняя биомасса его в летний период составила в 1953 г. 3,204 г/м<sup>3</sup>, в 1954 г. — 2,497 г/м<sup>3</sup>.

Планктический комплекс представлен типично зарослевыми формами, среди которых первостепенное значение имеют *Caridaphnia*, *Ascomopus*, *Chydorus*.

Зоопланктон в ручье Пограноя, вытекающем из болота, представлен единичными экземплярами *Mesocyclops oithonoides*, *Eucyclops serrulatus*, *Chydorus sphaericus* и отличается обилием детрита. Предустьевый участок этого ручья характеризуется пышным развитием макрофитов. Зоопланктон отличается богатством: средняя биомасса его в летний сезон 1953 г. составила 16,861 г/м<sup>3</sup>, в 1954 г. — 18,757 г/м<sup>3</sup>.

#### ПИТАНИЕ МОЛОДИ РЫБ МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА

Материал по питанию молоди рыб, как и зоопланктон, собирался на протяжении всего периода исследований. Собранный материал характеризует все сезоны года с упором на летний период (табл. 6).

Основное внимание уделялось личинкам леща. Питание молоди других видов рыб изучалось главным образом с целью выявления наличия пищевой конкуренции между ними и молодью леща.

Обработка материала производилась счетным методом согласно инструкциям В. Г. Богорова (1934) и П. Л. Пирожникова (1953). Определение организмов велось с помощью таблиц Л. Лиллеборга (*Lilljeborg*, 1900), определителя В. М. Рылова (1930) и определителя *Cyclopidae*, (1948).

Молодь леща. Богатый материал по питанию молоди леща был собран в 1952 и 1953 гг. В 1954 году собран очень небольшой материал, так как в уловах летних месяцев (июнь, июль) личинки леща почти не попадались.

Таблица 6

Распределение материала по питанию молоди рыб  
Миккельского озера (в экз.)

Виды рыб	1952 г.					1953 г.					1954 г.				Всего	
	VI	VII	VIII	IX	X	IV	V	VI	VII	VIII	X	II	V	VI		VII
Лещ сеголетки . . . . .	35	58	15	55	36	—	—	50	24	52	77	—	—	—	9	411
Лещ мальки . . . . .	—	5	10	6	—	24	20	—	—	—	—	37	4	—	—	106
Ерш сеголетки . . . . .	—	6	6	—	—	—	—	—	—	100	24	—	—	—	30	165
Плотва сеголетки . . . . .	—	28	—	—	—	—	10	180	56	52	—	20	—	65	8	419
Щука сеголетки . . . . .	20	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	5	20	—	55
Окунь . . . . .	—	—	—	—	27	—	—	20	23	127	65	—	—	—	25	287
Окунь молодь (1+; 2+; 3+)	—	—	—	—	28	—	—	—	—	—	—	26	6	—	—	60
Судак сеголетки . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	10
Налим . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	3	8	—	16
Уклея . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	10
	55	97	30	61	91	24	40	255	103	351	166	83	18	93	72	1539

В 1953 г. выход из икры личинок на нерестилищах, расположенных вдоль северо-западного берега (от мыса Кивинёкка до ручья Пограноя), наблюдался 3—4 июня. В этом году в подтверждение выводов, сделанных на основании материала 1952 г., установлено, что на протяжении 7—10 дней после выклеывания личинки активно не питаются, а живут за счет питательных веществ, заключенных в желточном мешке, присутствие которого очень хорошо заметно при рассматривании через обыкновенную лупу. Никаких пищевых остатков в пищеварительном тракте личинок в это время обнаружить не удавалось.

К половине июня личинки (средняя длина 7—8 мм, вес 7,4 мг) переходят на активное питание, интенсивность которого еще довольно низка: средний индекс наполнения 18,63, пустых желудков 51,2%, средний вес пищи в кишечном тракте 0,151 мг.

Пищевой спектр личинок этого времени представлен следующими компонентами:

<i>Bosmina</i> ( <i>B. longirostris</i> и <i>B. obtus. juv.</i> )	— 0,093 мг — 61,6%
<i>Chydorus sphaericus</i>	— 0,049 мг — 32,5%
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	— 0,008 мг — 5,3%
Фитопланктон	— 0,001 мг — 0,6%
Фрагменты <i>Soropoda</i>	— следы

Фитопланктон представлен в питании личинок отдельными экземплярами мелких зеленых водорослей из вольвоксовых.

*Soropoda* также почти не играют никакой роли в их питании. Основное значение в питании личинок на первом месяце жизни имеют мелкие виды *Cladocera* с ведущей ролью *B. longirostris* и *Chydorus sphaericus*. В общей биомассе зоопланктона, очень высокой на участках обитания личинок (8—12 г/м<sup>3</sup>), перечисленные выше объекты питания личинок составляют очень небольшую долю: *Bosmina longirostris* — 0,6% (2,6% по числу особей в 1 м<sup>3</sup>); *Bosmina juv.* — 1,9% (11,7% по числу особей); *Chydorus sphaericus* — 0,01% (0,3% по численности). По

частоте встречаемости в кишечниках первое место принадлежит *Chydorus sphaericus* (33,3%). *Bosmina* и фитопланктон делят вторые места (по 26,6%).

В июле личинки отходят от мест нереста и рассеиваются вдоль всего побережья. В значительных количествах они встречались в неводных уловах с берега в северной, северо-восточной (близ деревни Миккелицы) и западной (Ламбисельгская дорожка) частях озера. Средняя длина личинок 22 мм, средний вес 155 мг. Число пустых желудков в этом месяце не велико (8,3%). Количество пищи в желудке в среднем составляет 1,124 мг.

Интенсивность питания по сравнению с прошлым месяцем повышается: средний индекс наполнения 99,85. Соотношение компонентов пищевого спектра характеризуется следующими показателями:

<i>Chydorus sphaericus</i>	— 0,264 г — 23,93%
<i>Bosmina</i> ( <i>B. longirostris</i> и <i>juv. B. obtusirostris</i> )	— 0,260 г — 23,13%
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	— 0,168 г — 14,94%
Водоросли	— 0,163 г — 14,50%
<i>Bosmina gibbera</i>	— 0,101 г — 8,98%
Личинки насекомых	— 0,076 г — 6,76%
Тендипедиды	— 0,052 г — 4,63%
Прочие	— 0,035 г — 3,11%

Доминирующее положение в пище личинок продолжают занимать кладоцеры, но состав их более разнообразен по сравнению с прошлым месяцем. Значительный вес приобретают более крупные виды: *Bosmina gibbera* и *Ceriodaphnia*. Эти же формы преобладают и по частоте встречаемости в желудках.

В биомассе зоопланктона все используемые личинками леща виды составляют только 5—8%. Значительный процент как объекты питания имеют водоросли: планктические формы (*Апабаена*, обрывки нитей *Melosira*, вольвоксовые) и донные, главным образом диатомеи. Кроме того, встречаются бентосные формы (тендипедиды, личинки насекомых).

В конце июля и начале августа 1953 г. (в 1952 и 1954 гг. — в середине июля) личинки из прибрежной зоны откочевывают в открытое озеро и там рассеиваются. Средняя длина личинок в это время 22 мм, средний вес 177 мг, интенсивность питания высокая: средний индекс наполнения 108, вес пищи в желудке в среднем 5,668 мг. Спектр питания и сравнение планктических форм в его составе и составе зоопланктона приводятся в таблице 7.

Таблица 7

Спектр питания личинок леща и состав зоопланктона в июле—августе 1953 г. (в %)

Виды организмов	В спектре питания	В составе планктона
<i>Chydorus sphaericus</i> . . . . .	28,4	2,3
<i>Sida crystallina</i> . . . . .	12,3	8,7
<i>Alona quadrangularis</i> . . . . .	10,2	0,01
<i>Bosmina</i> ( <i>B. longir.</i> , <i>B. obtusir.</i> )	12,4	29,1
<i>Alonella nana</i> . . . . .	2,7	0,4
<i>Leptodora kindti</i> . . . . .	1,6	29,7
Прочие планктеры . . . . .	2,6	29,79
Детрит . . . . .	29,8	—

Личинки в августе достигали длины 36 мм и веса 700 мг. Все обработанные желудки отличались хорошим наполнением. Количество пищи в желудке в среднем составляло 12,625 мг. Состав компонентов пищевого спектра оставался примерно тот же, что и в прошлом месяце, но при несколько ином их соотношении. Значение руководящих форм в питании приобретают *Chydorus* (28,565%) и *Alona* (22,364%). Детрит составляет почти половину пищевого спектра (39,065%). Интенсивность питания в этом месяце высокая: средний индекс наполнения 169,97. Таким образом, начиная со второго месяца жизни, личинки леща почти наполовину бентософаги.

Материал по питанию леща в сентябре 1953 г. не собирался. По данным 1952 г., основные компоненты пищевого спектра леща в этом месяце те же, что и в августе: *Alona quadrangularis*, *Alonella nana* с небольшим дополнением *Chydorus sphaericus* и копепод.

В октябре личинки леща встречались в открытой части озера и в зарослевой зоне (около деревни Миккелицы и мыса Хопуннёкка). Средняя длина личинок 40,4 мм, вес 1165 мг. Интенсивность питания по сравнению с летними месяцами резко снижается: индекс наполнения 5,94, более половины обработанных желудков (58,4%) совершенно пустые, наполнение остальных незначительное. Снаружи желудки и кишечники покрыты слоем жира. Средний вес пищи в желудке 2,134 мг. Соотношение пищевых компонентов следующее:

<i>Chydorus sphaericus</i>	— 1,639 мг — 66,80%
<i>Alona quadrangularis</i>	— 0,242 мг — 11,34%
<i>Alonella nana</i>	— 0,210 мг — 9,84%
Детрит	— 0,040 мг — 10,87%
Тендипедиды	— 0,003 мг — 0,15%

Как видно из приведенных данных, набор пищевых компонентов у мальков леща в октябре почти одинаков с августовским, но соотношение их несколько меняется: *Chydorus sphaericus* приобретает как объект питания руководящее значение, хотя в биомассе зоопланктона на этих участках он составляет лишь 3,7%.

По данным 1952 г., основной состав пищи молоди леща в октябре остается почти неизменным по сравнению с прошлым месяцем: *Alonella nana* и *Alona quadrangularis* составляют 92% пищевого спектра.

Имеющийся в нашем распоряжении материал по питанию молоди леща в условиях зимнего сезона относится к февралю 1954 г. В это время мальки имели длину 42 мм и вес 116 мг. Интенсивность питания очень низка: средний индекс наполнения 1,89, пустых желудков 89,8%, средний вес пищи в желудке 2,316 мг. В составе пищи доминирует *Alonella nana* (75,8%) и *Chydorus sphaericus* (10,8%), остальное составляют копепода *Diaptomus gracilis* (13,39%). В составе планктона названные кладоцеры составляют всего 7—8% от всей его биомассы, копеподы же являются доминирующей группой.

Материал, собранный в апреле 1953 г., характеризует предвесенний период. Мальки леща имели в это время длину 37 мм и вес 620 мг. Интенсивность питания не высока: средний индекс наполнения 18,36, пустых желудков 29,42%, средний вес пищи в желудке 1,931 мг. Соотношение компонентов пищевого спектра следующее:

<i>Acanthocyclops</i> (cop. IV—V)	— 1,292 мг — 66,90%
<i>Diaptomus gracilis</i>	— 0,117 мг — 16,06%
<i>Daphnia cristata</i>	— 0,502 мг — 15,97%
<i>Chydorus sphaericus</i>	— 0,020 мг — 1,04%

В составе пищи мальков в этом месяце явное преимущество имеет группа копепод, что соответствует и составу зоопланктона, который носит также копеподный характер: *Acanthocyclops* sp. и *Diatomus gracilis* составляют свыше 95% всей биомассы.

Материал по питанию молоди леща в весенний период относится к концу мая 1953 г. Мальки имели длину 37—41 мм и вес 500—750 мг. Интенсивность питания по сравнению с предыдущим месяцем резко возрастает: средний индекс наполнения 67, пустых желудков 22%, средний вес пищи в желудке 9,5 мг. Характер питания исключительно бентический: в пищевом спектре на долю детрита с фрагментами панцирей кладоцера, в том числе и *Chydorus sphaericus*, приходится 37%, остальное составляют личинки тендипедид.

На основании сравнительно небольшого материала еще нельзя делать вывод, что лещ в возрасте, близком к году, становится полностью бентософагом. В 1952 г. мы располагали материалом по питанию леща 1+ в летний сезон. Выяснилось, что ведущим компонентом пищевого спектра мальков этого возраста является все тот же *Chydorus sphaericus* (33,2%), остальное составляют *Bosmina gibbera* (10,5%), тендипедиды (5,5%); на остальных компонентах-планктеров приходятся сотые доли процента.

На основании обобщения материала по питанию молоди леща можно считать, что основной пищей личинок леща на первых стадиях является планктон, главным образом животный. Переходя к активному питанию, личинки проявляют резко выраженную избирательную способность: из всего многообразия летнего зоопланктона в качестве кормовых объектов ими используется весьма ограниченное количество форм, принадлежащих исключительно к группе кладоцера. Из числа этих форм первостепенное значение имеют *Bosmina longirostris* и молодые особи *Bosmina obtusirostris* в зарослевой зоне, представители семейства *Chydoridae* — в открытой части озера. Среди последних наиважнейшую роль в питании молоди леща играют мелкие формы: *Chydorus sphaericus*, *Alona quadrangularis* и *Alonella nana*. В общей биомассе зоопланктона, как выяснилось при количественном учете, все названные формы составляют очень небольшую долю.

Использование именно этих форм объясняется, очевидно, их малыми размерами при высокой кормовой ценности. В ряде случаев используются как пища такие формы, как *Ceriodaphnia*, *Leptodora*, *Sida* и некоторые другие, но вес их в пищевом спектре крайне незначителен.

Планктонное питание не остается основным видом питания в течение долгого периода времени. Очень рано лещ переходит частично к донному питанию, используя обитающих в илу кладоцер из семейства *Macrothricidae*, личинок тендипедид. Копеподы в питании личинок почти никакой роли не играют. В питании мальков, особенно в зимний период, ощутимый вес приобретает лишь *Diatomus gracilis*.

Молодь плотвы. Нерест плотвы почти совпадает в сроках с нерестом леща. Общие с лещом нерестилища плотвы расположены вдоль северо-западного берега Миккельского озера (около мысов Кивинёкка, Хаубаннёкка и Хопуннёкка). В течение первой недели по выходе из икры личинки плотвы, как и личинки леща, активно не питаются. По окончании этого срока, обитая в зарослевой зоне близ мест нереста, личинки длиной около 10 мм и весом в 16 мг используют для своего питания в той или иной мере почти весь набор форм зарослевого планктона. Интенсивность питания в этом месяце довольно высокая: средний индекс наполнения 111, пустых желудков 35%, средний вес пищи в желудке 1,75 мг.

Состав пищи отличается большим разнообразием: пищевой спектр представлен 23 видами зоопланктона и 15 видами фитопланктона; в качестве добавления служат водорослевые обрастания, детрит и тендипедида. Из планктических растений наибольший вес имеют зеленые (вольвоксовые, десмидиевые) и диатомовые (*Melosira*, *Tabellaria*). В общей сложности на долю фитопланктона в пищевом спектре приходится около 22%.

Соотношение животных объектов питания характеризуется следующими показателями:

<i>Bosmina</i> ( <i>B. longirostris</i> и <i>B. obtusirostris</i> juv.)	— 29,16%
Tendipedidae	— 18,18%
<i>Chydorus sphaericus</i>	— 13,61%
<i>Sida crystallina</i>	— 6,13%
<i>Eurycercus lamellatus</i>	— 3,38%
<i>Daphnia cristata</i>	— 2,95%
<i>Acroperus harpae</i>	— 1,98%
<i>Cyclops</i> sp.	— 1,48%
Прочие	— 1,13%

Из планктических видов на первом месте стоят *Bosmina* и *Chydorus*. По данным июня 1954 г., *Bosmina* (*B. longirostris* и *B. obtusirostris*) составляют 91,7%, *Chydorus sphaericus* — 8,1%; на долю прочих (молодь *Polyphemus pediculus*, колдоватки, фитопланктон) приходится 0,5%.

В июле 1953 г. личинки плотвы достигали 23 мм длины и 170 мг веса. Интенсивность питания высокая: средний индекс наполнения 226, пустых желудков всего 5,4%. Личинки в массе встречаются в неводных уловах, взятых в береговой зоне.

Аналогично личинкам леща молодь плотвы в это время распространяется вдоль всей береговой линии. Список пищевых компонентов, как и в прошлом месяце, отличается большим разнообразием с ведущей ролью *Chydorus sphaericus* (40,07%). Виды *Bosmina* составляют 13,21%, бентические формы (личинки насекомых, детрит) — 12,5%, фитопланктон — 11%; остальное распределяется между многочисленными планктерами.

В июле 1954 г. материал по питанию личинок плотвы был взят в открытой части озера. Личинки длиной около 22 мм и весом в 166 мг отличались очень высокой интенсивностью питания: средний индекс наполнения 537, вес пищи в желудке 8,53 мг.

Пища личинок в открытой части озера очень сильно разнится по составу от пищи личинок в прибрежных участках. Здесь объектами питания являются чисто пелагические формы, что подтверждается следующими данными:

<i>Leptodora kindti</i>	— 54,5%
<i>Bosmina gibbera</i>	— 35,9%
<i>Daphnia cristata</i>	— 7,16%
<i>Chydorus sphaericus</i>	— 1,5%
Фитопланктон	— 0,5%

Доминирующими формами являются *L. kindti* и *B. gibbera*, играющие видную роль и в планктическом комплексе этого месяца.

В августе 1953 г. личинки плотвы достигали 35 мм длины и 590 мг веса. Пустые желудки отсутствовали совершенно; средний индекс наполнения 183, что указывает на высокую интенсивность питания и в этом месяце. Вес пищи в желудке в среднем 83,5 мг. Личинки в этом месяце рассеяны по всему озеру.

В нашем распоряжении имелся материал из неводных уловов, взятых и в открытой части озера, и в прибрежных зарослевых участках. Основной питания на обоих биотопах являются водорослевые обрастания — перифитон, составляющие 80—85% пищевого спектра. Из планктонических организмов личинками используются в основном лишь *Chydorus sphaericus* (12%), остальные (*Alonella nana*, *Alona quadrangularis* и др.) составляют незначительную долю пищевого спектра; небольшой вес имеют и тендипедиды. По частоте встречаемости в желудках доминируют перифитон и *Chydorus*.

В октябре 1953 г. в открытой части озера личинки плотвы имели длину 36 мм и вес 732 мг. Интенсивность питания низкая: средний индекс наполнения 6,35, средний вес пищи в желудке 1,24 мг. Состав пищи представлен всего двумя видами: *Chydorus sphaericus* — 87,90% и *Alonella nana* — 12,10%.

О питании молоди плотвы в зимний сезон можно судить на основании материала из сборов в феврале 1954 г. Мальки достигли к этому времени 47 мм длины и 1250 мг веса. Интенсивность питания в этом месяце очень низкая: средний индекс наполнения 1,45, пустые желудки составляют 73%, средний вес пищи в желудке 0,55 мг. Состав пищи тот же, что и в октябре, но при несколько ином соотношении компонентов: *Alonella nana* — 63,63% и *Chydorus sphaericus* — 36,37%.

Резюмируя весь изложенный выше материал по питанию молоди плотвы, можно отметить, что основную роль в питании плотвы в первые месяцы ее жизни играют *Cladocera*. В качестве кормовых объектов используются формы, служащие основой питания и для личинок леща, а именно: *Bosmina longirostris*, *Bosmina obtusirostris* — молодые особи, *Chydorus sphaericus*; в меньшей степени *Alonella nana* и *Alona quadrangularis*.

Численность личинок плотвы в Миккельском озере превосходит численность личинок леща в 19 раз (Потапова, 1956); выживаемость икры в том и другом случае близка к 100%.

На основании этого можно судить о громадном количественном превосходстве молоди плотвы над молодой леща. Потребление личинками плотвы идентичных с лещом кормовых объектов делает молодь плотвы очень серьезным конкурентом молоди леща на первом месяце их жизни.

Литературные данные о большей активности и добычливости личинок плотвы по сравнению с личинками леща (Иванова, 1951) подтверждаются и нашими наблюдениями. Так, в июне 1953 г. процент пустых желудков у личинок леща составил 51,2; интенсивность питания была очень низка — средний индекс наполнения равнялся 18,6. У личинок же плотвы пустые желудки составляли 35%; интенсивность питания была намного выше — средний индекс наполнения равнялся 111.

Сильное истощение кормовой базы, уменьшение численности видов, потребляемых личинками, подтверждается также следующими данными наблюдений на нерестилищах леща и плотвы в районе мыса Хопуннекка:

Виды организмов	В середине июня	В начале июля
<i>Bosmina longirostris</i> . . . . .	4796 экз.	1700 экз.
<i>Bosmina obtusirostris</i> juv. . . . .	22600 „	120 „
<i>Bosmina obtusir. obtusir.</i> . . . .	19256 „	9753 „

Обеднение кормовой базы, естественно, вызывает гибель известной доли молоди леща и снижает численность этой ценной в промысловом отношении рыбы.

Уничтожение плотвы является одним из необходимых условий увеличения численности леща в Миккельском озере.

Молодь окуня. Имеющийся в нашем распоряжении материал охватывает все сезоны года, что позволяет судить о динамике в питании окуня в Миккельском озере.

Наиболее полно отражены в сборах летние месяцы (с VI по VIII) и осень (октябрь). Сборы июня (1953 г.) захватывают конец месяца (27—30 июня).

Лов производился в прибрежной зоне вдоль северного берега между деревней Лахтой и р. Миккельской. Личинки имели длину около 25 мм, вес 170 мг. Интенсивность питания весьма высокая: средний индекс наполнения 228, пустые желудки отсутствовали, средний вес пищи в желудке 4,76 мг. Состав пищи отличался разнообразием компонентов:

<i>Diaptomus gracilis</i>	— 52,89%	Copepoda — 60,87%
<i>Cyclops</i> sp.	— 7,98%	
<i>Sida crystallina</i>	— 19,80%	Cladocera — 33,57%
<i>Bosmina obtusirostris</i>	— 13,03%	
<i>Chydorus sphaericus</i>	— 0,74%	
Фрагменты воздушных насекомых	— 5,56%	

Избирательная способность окуня проявляется в отношении группы копепода, в частности *Diaptomus gracilis*. Этот вид в пищевом спектре составляет 52,8%, тогда как в пробах планктона, взятых одновременно на месте лова личинок, встречается единичными экземплярами.

Из Cladocera личинки оказывают предпочтение *Sida crystallina*. Этот рачок имеет первостепенное значение в зоопланктоне на местах лова личинок (около 77%). Отлов материала по питанию молоди окуня в июле производился на тех же участках побережья, что и в июне (между деревней Лахтой и р. Миккельской). Личинки в этом месяце достигали длины в среднем 34,5 мм и веса 556 мг.

Интенсивность питания очень высокая: средний индекс наполнения 323; средний вес пищи в желудке 14,98 мг. Процентное соотношение компонентов пищевого спектра следующее:

<i>Sida crystallina</i>	— 81,58%	Cladocera — 87,52%
<i>Bosmina obtusirostr. lacustris</i>	— 5,94%	
<i>Diaptomus gracilis</i>	— 4,14%	Copepoda — 5,94%
<i>Cyclops</i> sp.	— 1,80%	
Tendipedidae	— 4,34%	Insecta — 6,54%
Фрагменты воздушных насекомых	— 2,20%	

В июле избирательная способность мальков окуня проявлялась слабо: основным пищевым компонентом оказалась *S. crystallina*, доминирующая в окружающем планктическом комплексе (76,5%). В июле 1954 г. материал взят из уловов в открытой части озера. Личинки значительно уступают прошлогодним в длине (26,5 мм) и весе (305 мг). Интенсивность питания очень высокая: средний индекс наполнения 812, средний вес пищи в желудке 20,6 мг.

Характер питания в открытой части озера иной, чем в прибрежной зоне, и представлен исключительно формами пелагического комплекса зоопланктона. Резкого выражения избирательной способности здесь

также нет. Формы, используемые в качестве кормовых объектов, богато представлены и в планктоне.

В качестве иллюстрации приводится следующее сравнение состава пищи и планктона в середине июля в открытой части озера:

Виды организмов	В составе пищи	В составе планктона
<i>Leptodora kindti</i> . . . . .	61,8%	22,59%
<i>Bosmina gibbera</i> . . . . .	18,7%	18,1%
<i>Diaptomus gracilis</i> . . . . .	13,2%	10,01%
<i>Limnoscia frontosa</i> . . . . .	5,8%	3,46%
<i>Daphnia cristata</i> . . . . .	0,5%	7,85%
Прочие . . . . .	—	37,99%

Заметное предпочтение личинки оказывают рачку *Leptodora kindti*. Возможно, причиной этому являются более крупные по сравнению с другими планктерами размеры этого вида, привлекающие личинок.

В августе 1953 г. в нашем распоряжении имелся материал из прибрежных участков (около ручья Каскеноя — заросли тростника, рдеста, кувшинок) и из открытой части озера. Личинки в открытой части озера имели длину 43 мм и вес 1137 мг; в зарослях — длину 44,5 мм, вес 1221 мг. Интенсивность питания личинок на обоих участках высокая: средний индекс наполнения около 150. Список пищевых объектов в зарослях тот же, что и в прошлом месяце, но при несколько ином их соотношении:

Личинки Tendipedidae	— 49,21%
Личинки поденок	— 2,01%
Фрагменты воздушных насекомых	— 1,93%
<i>Sida crystallina</i>	— 33,63%
<i>Chydorus sphaericus</i>	— 12,19%
Прочие зарослевые формы	— 1,03%

Как видно из процентного соотношения, наибольший вес в питании окуня в зарослях имеют Tendipedidae (виды, обитающие на поверхности листьев и стеблей водных растений). Из кладоцер основную долю составляет *S. crystallina*, хотя ее роль как пищевого объекта по сравнению с июлем месяцем снижается в связи с появлением новых компонентов. Состав пищи в открытой части озера более разнообразен, чем в прошлом месяце. Соотношение планктонных форм в пищевом спектре близко к составу планктона. Значение *Leptodora kindti* несколько снижается (49,1%) за счет включения новых объектов: *Chydorus sphaericus* (13,65%), *Mesocyclops oithonoides* (3,87) и прочих планктеров из копепоид и кладоцер. Небольшую долю пищевого спектра (4,1%) составляет донное население (личинки поденок и тендипедид).

В октябре 1953 г. личинки имели в среднем длину 56 мм и вес 1540 мг. Встречались они, как и в прошлом месяце, в прибрежной полосе и в открытой части озера. Интенсивность питания значительно ниже, чем в летние месяцы, но еще довольно высокая: средний индекс наполнения 81,6, средний вес пищи в желудке для открытой зоны озера 10,77 мг, в зарослевой зоне — 18,46 мг.

Процентное соотношение организмов в пищевом спектре и зоопланктоне следующее:

Виды организмов	В составе пищи	В зоопланк- тоне
<i>Bosmina gibbera</i> . . . . .	33,99	31,45
<i>Chydorus sphaericus</i> . . . . .	20,52	16,25
<i>Leptodora kindti</i> . . . . .	11,98	3,41
<i>Diaptomus gracilis</i> . . . . .	11,70	12,80
<i>Alona quadrangularis</i> . . . . .	10,22	3,74
<i>Mesocyclops oithonoides</i> . . . . .	8,36	3,74
Прочие . . . . .	3,23	28,61

В октябре 1953 г. резко уменьшилась в планктоне численность *L. kindti*; *B. gibbera* и *Ch. sphaericus*, наоборот, в этом месяце имеют осенний максимум в развитии, численность их в планктоне возрастает. Это отражается и на составе пищи: *L. kindti* свое первенство уступает *Bosmina gibbera*, *Chydorus sphaericus*. В зарослевых участках в этом месяце наблюдается резкое несоответствие между составом пищи и окружающим зоопланктоном.

В качестве иллюстрации приводится следующее сравнение пищевого спектра личинок и взятого одновременно зоопланктона на участке около ручья Каскеноя:

Виды организмов	В составе пищи	В зоопланк- тоне
<i>Sida crystallina</i> . . . . .	43,07	3,70
<i>Pleuroxus uncinatus</i> . . . . .	20,64	1,30
<i>Chydorus sphaericus</i> . . . . .	7,46	51,00
<i>Alona quadrangularis</i> . . . . .	6,13	8,20
<i>Bosmina gibbera</i> . . . . .	1,46	13,50
<i>Acroperus harpae</i> . . . . .	1,14	0,80
<i>Diaptomus gracilis</i> . . . . .	0,20	7,20
Tendipedidae . . . . .	18,80	—
Прочие . . . . .	—	14,3

Особенно заметно несоответствие в отношении *Sida* и *Pleuroxus*. Являясь основными компонентами пищи мальков, эти рачки в планктоне представлены чрезвычайно редко. Для *Sida* это можно объяснить тем, что рачки в это время находятся не в толще воды, а прикрепляются с помощью присасывательного аппарата к стеблям и листьям водных растений (главным образом *Nymphaea*), с которых и поедаются мальками, подобно личинкам обитающих здесь же зеленых *Tendipedidae*. *Pleuroxus* держится на дне или в самых придонных слоях воды и почти не улавливается планктонной сетью.

Питание молоди окуня в зимний период отражено сборами февраля 1954 г. Мальки длиной 47—49 мм и весом около 1700 мг взяты из уловов на середине озера. Интенсивность питания очень низка: индекс наполнения 1,58, средний вес пищи в желудке 3,72 мг. Состав пищи почти идентичен с окружающим планктоном: основным компонентом в обоих случаях является *Diaptomus gracilis*, который составляет в планктоне 57,2% биомассы, в пищевом спектре — 79,51%. *Daphnia cristata* составляет около 10% и в планктоне и в составе пищи.

Небольшой материал из сборов мая 1954 г. позволяет судить о питании окуня в возрасте около года. Планктонные формы в

составе пищи занимают ничтожно малое место — единичные экземпляры *Chydorus* и *Ascoropus*. Основу пищевого спектра (99,7%) составляют *Tendipedidae*. Судя по материалам 1952 г., в летние месяцы (июнь) планктон играл в питании этой возрастной стадии гораздо более видную роль: 62,6% пищевого спектра приходилось на его долю, 47,6% из которых составляла *Bosmina obtusirostris*. Осеннее питание (сентябрь, октябрь) окуня в возрасте 1+ в прибрежной зоне, по данным 1952 г., на 80% составляли *Cladocera*, из которых 58% приходилось на долю *Eurycecus*. У более старших возрастных категорий (2+, 3+) в зарослях (данные относятся к сентябрю 1952 г.) 91% пищевого спектра составляют *Sida crystallina*.

Считать закономерным подобное преобладание планктонных форм в составе пищи двухлеток и трехлеток окуня на основании сравнительно небольшого материала не следует, так как в этом возрасте окунь обычно переходит к хищничеству или питанию донными формами, и планктонное питание носит вынужденный характер.

В качестве обобщения о питании молоди окуня следует отметить, что состав пищи молоди окуня отличается большим разнообразием. Резко выраженной избирательной способности здесь нет, пищевой спектр по составу компонентов близок к планктону. В летний период доминирующей в пище является группа *Cladocera*, из которой в открытой части озера на первом месте стоит *Leptodora*. Из *Copepoda*, имеющих в питании окуня большее значение, чем в питании молоди других пород рыб, в большей мере потребляется *Diaptomus gracilis*.

Среди зарослей господствующее положение в питании окуня занимают обитающие на стеблях и листьях *Tendipedidae* и *Sida crystallina*. Последняя форма является пищевым объектом также для окуня в возрасте двух и трех лет.

Молодь ерша. Материал по питанию личинок ерша раннего возраста относится к середине июля 1954 г. Сборы проводились в открытой части озера. Орудием лова служил невод. Личинки имели длину в среднем 26 мм и вес около 850 мг, отличались очень высокой интенсивностью питания: средний индекс наполнения 1005, количество пищи в желудке в среднем составляло 35,30 мг.

Пищевой спектр личинок характеризуется следующими показателями:

<i>Tendipedidae</i>	— 72,8%
Детрит	— 20,0%
<i>Leptodora kindti</i>	— 4,5%
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	— 1,1%
<i>Alona quadrangularis</i>	— 0,9%
<i>Drepanothryx dentata</i>	— 0,7%

Как видно из приведенных данных, планктонные формы в питании личинок ерша имеют очень небольшой вес. Основу питания составляет донное население, что подтверждается нашими наблюдениями и за 1952 г. (Филимонова, 1954).

Материал 1953 г. характеризует питание молоди ерша в августе и октябре следующим образом:

Средние размеры и вес личинок

Месяцы	Длина (в мм)	Вес (в мг)
Август . . . . .	35,4	814
Октябрь . . . . .	40,8	1268

## Процентное соотношение объектов в пищевом спектре

Виды организмов	Август	Октябрь
Детрит . . . . .	39,33	31,14
Tendipedidae . . . . .	38,05	43,77
Alona quadrangularis . . . . .	11,01	4,77
Cyclops sp. . . . .	7,26	2,71
Chydorus sphaericus . . . . .	2,35	1,64
Leptodora kindti . . . . .	0,85	3,58
Pleuroxus uncinatus . . . . .	0,59	7,86
Bosmina gibbera . . . . .	0,33	4,53
Прочие . . . . .	0,03	—

Основной фон питания составляют донные объекты. На основании имеющихся данных можно заключить об отсутствии пищевой конкуренции в потреблении зоопланктона молодью ерша и молодью леща.

Молодь щуки. Значительный в количественном отношении материал по питанию щуки в очень раннем (личиночном) возрасте собран в самых прибрежных участках озера (около мыса Хопуннёкка, у устья ручья Пограноя) и в р. Матчелице среди зарослей осоки, водяной гречихи, рдеста в конце мая и начале июня 1953—1954 гг.

Размеры и вес личинок, выловленных в реке, намного превосходят размеры и вес личинок, выловленных в озере. Так, речные личинки имели длину 15—17 мм и вес 19—33 мг; одновременно выловленные озерные личинки имели длину 10—11 мм и вес 9—10 мг.

Объяснить это обстоятельство можно, очевидно, только более ранними сроками выклёвывания их в реке. Интенсивность питания более крупных личинок чрезвычайно велика: средний индекс наполнения 800—1200, у мелких личинок индекс 240.

Пища молоди щуки отличается большим разнообразием; ею используются почти все формы зарослевого планктона: главным образом Cladocera и Copepoda, а также Tendipedidae.

Соотношение пищевых компонентов в спектре питания личинок из различных мест вылова следующее (в %):

Виды организмов	Река	Река	Ручей
	Матчелица	Матчелица	Пограноя
	31.V-1953 г.	2.VI-1954 г.	31.V-1954 г.
Eurycercus lamellatus . . . . .	32,28	—	—
Acroporus harpae . . . . .	26,00	—	0,60
Cyclops (Macro-, Eu-) . . . . .	20,01	23,20	0,30
Alona quadrangularis . . . . .	9,42	—	—
Polyphemus pediculus . . . . .	5,61	—	98,50
Bosmina obtusirostris . . . . .	5,38	30,10	0,40
Mesocyclops oithonoides . . . . .	1,30	21,50	—
Личинки . . . . .	—	25,20	—
Daphnia cristata . . . . .	—	—	0,20

Из форм, потребляемых молодью леща, личинками щуки отчасти используются *Bosmina* и *Alona*; но так как места обитания молоди обеих пород рыб не совпадают, то говорить о наличии пищевой конкуренции не приходится.

Молодь налима. Самые ранние личинки налима длиной около 7 мм и весом 9 мг были взяты из уловов в зарослях р. Матчелицы 31 мая 1954 г. Средний индекс наполнения (357) характеризует высокую интенсивность питания молоди; средний вес пищи в желудках 0,215 мг.

Соотношение пищевых компонентов в спектре питания следующее:

<i>Mesocyclops oithonoides</i>	0,064 мг — 29,8%
<i>Diaptomus gracilis</i>	0,052 мг — 24,2%
<i>Daphnia cristata</i>	0,056 мг — 30,7%
<i>Eucyclops</i> sp.	0,028 мг — 13,0%
Науплии	0,005 мг — 2,3%

Личинки длиной 15—20 мм и весом 45—50 мг питаются подобно щурятм всеми формами зарослевых кладоцер и копепод (число видов, встречаемых в желудках личинок налима, доходило до 25), а также тендипедами и детритом; в весовом отношении детрит составляет в ряде случаев свыше 70% всего пищевого спектра.

Небольшой материал по питанию молоди судака относился к августу и октябрю 1953 г. Мальки имели длину 55—65 мм и вес 1500—3500 мг. Основной род питания — хищничество: мальки других рыб составляют в пищевом спектре до 90%; остальное — жуки, водяные клопы и т. д. Из планктических форм в составе пищи молоди судака встречались лишь единичные экземпляры *Leptodora kindti*.

Материал по питанию молоди уклей собран в августе 1953 г. Личинки имели длину 26—31 мм и вес 200—300 мг. Интенсивность питания высокая: средний индекс наполнения 312.

Соотношение пищевых компонентов в спектре питания следующее:

<i>Chydorus sphaericus</i>	— 43,97%
Фрагменты воздушных насекомых	— 26,26%
Фитопланктон	— 21,68%
<i>Bosmina</i> ( <i>B. gibbera</i> , <i>B. obtusirostris</i> )	— 8,09%

То обстоятельство, что личинки уклей поедают основной объект питания молоди леща (*Chydorus sphaericus*), делает их до некоторой степени пищевым конкурентом молоди леща.

В качестве заключения о питании молоди рыб в Миккельском озере можно сказать следующее.

Молодь леща, самой ценной в промысловом отношении рыбы, использует из всего богатого видами комплекса планктических животных только мелкие формы *Bosmina* и *Chydoridae*. Эти формы в общей биомассе зоопланктона составляют очень незначительный процент.

Пищевым конкурентом личинок леща в первые месяцы их жизни являются личинки плотвы. Объектами питания для тех и других служат одни и те же формы, что приводит к быстрому выеданию кормов и гибели известной доли личинок леща.

Для увеличения численности стада леща в Миккельском озере необходимым условием является всемерное уничтожение плотвы.

Ценный в кормовом отношении зоопланктон (кладоцерная часть его) в Миккельском озере выедается малоценной рыбой — окунем.

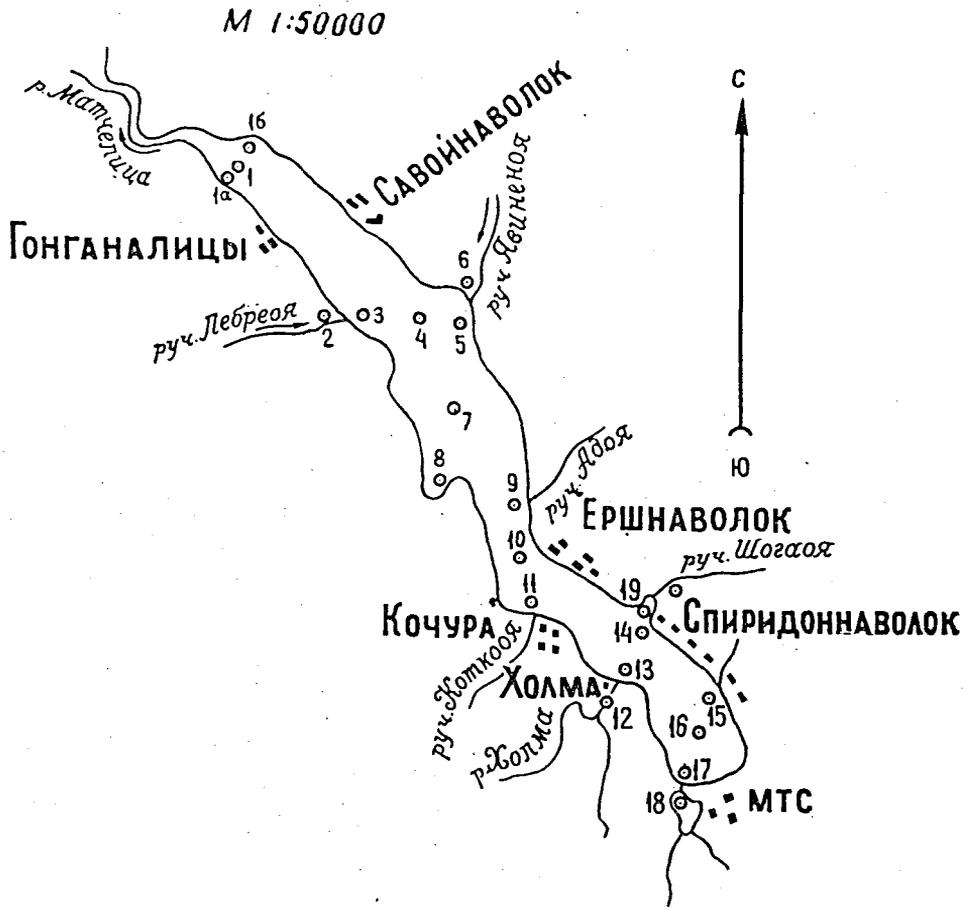


Рис. 2. Расположение гидробиологических станций на Крошнозере в 1953—1954 гг.

В качестве реконструктивного мероприятия на водоеме следовало бы провести вселение в Миккельское озеро более ценной в промышленном отношении рыбы — потребителя зоопланктона.

Нежелательный в некоторой степени компонент ихтиофауны Миккельского озера — укля, молодь которой является пищевым конкурентом молоди леща.

Молодь прочих пород рыб в исследуемом водоеме (ерш, щука, налим) использует в своем питании главным образом зарослевые формы зоопланктона. Обитая на отдаленных от нерестилищ леща участках зарослевой зоны, эта молодь не является пищевым конкурентом молоди леща.

## 2. ОЗЕРО КРОШНОЗЕРО

Планктонологические наблюдения на Крошнозере (рис. 2) проводились в период с апреля 1953 г. по август 1954 г. Наиболее полно освещен весенне-летний период (май—август). Осень представлена сборами октября 1953 г.; зима — началом апреля 1953 г., февралем и мартом 1954 г.

Всего была собрана и обработана 371 проба, из них 303 количественных и 68 качественных.

Распределение материала по годам и месяцам дано в табл. 8.

Таблица 8

Распределение планктонных проб из Крошнозера

Год исследования	Характер проб	Месяцы												Всего
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1953	Качественные пробы	—	—	—	—	10	15	8	—	11	—	—	44	
	Количественные пробы . . . . .	—	—	27	21	50	41	56	—	42	—	—	237	
1954	Качественные пробы	—	—	—	3	8	5	8	—	—	—	—	24	
	Количественные пробы . . . . .	16	3	—	12	11	12	12	—	—	—	—	66	
Всего проб . . .		16	3	27	36	79	73	84	—	53	—	—	371	

В планктоне Крошнозера встречены все формы, перечисленные для Миккельского озера, а также отсутствующий в Миккельском озере *Notoreidium gibberum*. Молодой экземпляр этого рачка был обнаружен в южной части озера близ протоки, соединяющей озеро с небольшой ламбой, из которой, очевидно, и был занесен этот вид в Крошнозеро.

Постоянному обитанию *N. gibberum* в Крошнозере, как и в Миккельском озере, препятствует высокое значение pH в летний период.

*Bythotrephes cederstroemi*, встречающийся в зоопланктоне Миккельского озера редко, единичными экземплярами, заносимыми р. Матчелицей, в Крошнозере является обычным компонентом летнего планктона. С начала июня до конца августа этот вид встречается в пробах со всех станций открытой части озера; максимум в развитии его имел место в первой половине августа.

Зарослевые формы зоопланктона в Крошнозере в количественном отношении не играют той важной роли, как в Миккельском озере, в силу того, что здесь водная растительность имеет очень ограниченное распространение. В южной и центральной части озера она сосредоточена в самых кутовых участках заливов и губ, пространственно очень небольших. Довольно большие заросли тростника с включением камыша расположены лишь в северо-западной мелководной части озера в предистоке и истоке р. Матчелицы.

На основании визуальных наблюдений за развитием фитопланктона следует отметить более интенсивное по сравнению с Миккельским озером цветение синезеленых на протяжении всего летнего периода.

Основной фон фитопланктона дает *Arhanizomenon Pos-aquae*. Эта водоросль покрывает все зеркало озера, распространяясь до самого дна. В ветреные дни, в зависимости от направления ветра, к тому или другому берегу озера прибывает такую массу синезеленых, что пользование водой становится совершенно невозможным.

### СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА КРОШНОЗЕРА

Центральная и особенно юго-восточная части Крошнозера значительно отличаются от его северо-западной части как глубинами, так и термико-химическим режимом.

Условия обитания в северо-западной части, очень мелководной и более евтрофной, близки к условиям в Миккельском озере. Зоопланктон по составу и количественным показателям близок зоопланктону Миккельского озера.

Зоопланктон центральной и особенно южной части озера имеет существенные отличия качественного и количественного характера.

Зимний сезон (подледный период). Температура на поверхности (подо льдом)  $0,6^{\circ}$ ; обратная стратификация: на глубине 7,8 м температура  $3,15^{\circ}$ .

Фитопланктон в середине зимы (февраль) не развит. В марте и особенно в апреле, когда температура поверхностных слоев воды в результате солнечной радиации, проникающей через прозрачный лед, повышается до  $1,6-1,8^{\circ}$ , фитопланктон развит и представлен многочисленными нитями *Melosira*.

Зоопланктон в середине зимы (февраль) беден качественно и количественно. В конце сезона (апрель) под прозрачным льдом численность зоопланктона возрастает (табл. 9).

Более высокое значение биомассы зоопланктона в 1954 г. объясняется тем, что данные относятся к концу зимы (конец марта — начало апреля).

Как видно из таблицы 9, доминирующей группой в зоопланктоне являются копеподы, представленные в основном двумя видами: *Diatomus gracilis* (наиболее многочисленный вид) и *D. graciloides* — в виде взрослых особей (самки с яйцевыми мешками, самцы) и молоди — копеподитные стадии II—IV.

Многочисленны и науплиальные стадии этого рода, особенно в конце зимы (в апреле 1954 г. в  $1 м^3$  насчитывалось 1953 науплиуса). Прочие виды *Copepoda*: *Mesocyclops oithonoides*, *Acanthocyclops capillatus* очень малочисленны. Из *Cladocera* более или менее значительную роль играет *Daphnia cristata*; другие виды этой группы: *Alonella* папа, *Bosmina obtusirostris lacustris* — крайне малочисленны.

Несколько богаче по числу видов группа коловраток: *Notholea longispina*, *Filinia longiseta*, *Keratella* (*K. cochlearis*, *K. quadrata*) — обычных компонентов зимнего планктона.

Биомасса зоопланктона в северной части много ниже по сравнению с южным плесом. Объясняется это тем, что *Diatomus gracilis* как основной компонент зимнего планктического комплекса, обеспечивающий основную долю биомассы, обитает в основном в южной части озера, придерживаясь более глубоких и теплых горизонтов. На мелководье взрослые формы этого вида, отличающиеся высокими весовыми коэффициентами, почти не встречаются.

Средние показатели биомассы зоопланктона для всего озера в зимний сезон составили в 1953 г. 5130 кг (1863 кг в северном плесе и 3267 кг в южном); в 1954 г. — 10 228 кг (3542 кг в северном плесе и 6686 кг в южном).

Весенний сезон. Изменение температуры воды в Крошнозере на протяжении весеннего сезона характеризуется следующими показателями:

Годы	Южный плес		Северный плес	
	температура поверхностного слоя	температура у дна	температура поверхностного слоя	температура у дна
1953	5,4—11°	5,6—8,9°	8,4—13,4°	7—11,2°
1954	6,7—7,7°	5,8—6,4°	13,4—15,4°	11,2—12,4°

Таблица 8

Количественные показатели зоопланктона Крошнозера в зимний сезон

Год исследования	Название отряда	Зоны озера								Среднее по озеру			
		глубоководная зона				мелководная зона							
		количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%
1953	Copepoda . . . . .	3675	96,2	119	98,4	3770	69,18	71	87,4	3722	80,4	95	94,1
	Cladocera . . . . .	15	0,4	2	1,6	260	4,77	10	12,4	132	2,9	6	5,9
	Рачковый планктон .	3690	96,6	121	100,0	4030	73,95	81	99,8	3860	83,3	101	100,0
	Rotatoria . . . . .	131	3,4	—	—	1420	26,05	0,3	0,2	775	16,7	—	—
	Всего организмов .	3821		121		5450		81,3		4635		101	
1954	Copepoda . . . . .	4993	80,4	204	82,3	2730	67,66	143	92,9	3861	75,4	173	86,1
	Cladocera . . . . .	910	14,7	39	15,7	105	2,6	7	4,5	507	9,9	23	11,4
	Рачковый планктон .	5903	95,1	243	98,0	2835	70,26	150	97,4	3964	85,3	196	97,5
	Rotatoria . . . . .	303	4,9	5	2,0	1200	29,74	4	2,6	751	14,7	5	2,5
	Всего организмов .	6206		248		4035		154		5120		201	

Фитопланктон представлен видами рода *Melosira* (*M. islandica*, *M. varians*), который в этом месяце имеет первый максимум в своем развитии. Зоопланктон обогащается и в качественном и в количественном отношении (табл. 10).

Зоопланктон сохраняет копепоидный характер. Доминирующей формой по биомассе остается *Diatomus gracilis* (в 1953 г. — 81,3%, в 1954 г. — 58,8%); по численности — *Mesocyclops oithonoides* — взрослые особи и копепоидитные стадии (3,5 — 4,5 тыс. экз. в 1 м<sup>3</sup>). Появляются *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops vicinus*, довольно многочислен *Acanthocyclops capillatus*. Обильны науплии. Из *Cladocera* доминирование сохраняется за *Daphnia cristata* (взрослые особи и молодь); *Chydorus sphaericus* и *Bosmina obtusirostris* количественно бедны.

Количественное значение коловраток возрастает по сравнению с зимним сезоном.

В середине мая 1953 г. в планктоне появились летние теплолюбивые формы: *Daphnia cucullata* из *Cladocera* и *Copocichilus unicornis* из коловраток. В мае 1954 г. ввиду более низкой температуры воды эти формы отсутствовали.

В мелководной части озера температура воды много выше, чем в глубоководной части. Это обстоятельство сильно отражается и на развитии зоопланктона: его численность и биомасса в северном плесе много выше, чем в южном.

Биомасса зоопланктона в весенний сезон для всего озера составила в 1953 г. 22 122 кг (6624 кг в глубоководной части и 15 498 кг в мелководной); в 1954 г. — 26 326 кг (4347 кг в глубоководной части и 21 979 кг в мелководной).

Летний сезон. Это период максимального нагрева воды во всей толще: в поверхностных слоях температура колеблется от 17 до 22°, на глубине 8 м — от 12 до 17°.

На протяжении всего летнего периода наблюдается интенсивное цветение синезеленых, главным образом *Aphanizomenon flos-aquae* и в меньшей степени *Anabaena* и *Microcystis*. Зоопланктон характеризуется видовым разнообразием и богат количественно (табл. 11).

Доминирование на протяжении всего летнего сезона остается за группой *Sopropoda*. Самой многочисленной формой является *Mesocyclops oithonoides* (20—26% от общего числа особей). По биомассе доминирующей формой является *Diatomus gracilis*. Высокую численность имеют науплиальные и копепоидитные стадии. Довольно видное место в планктоне занимает *Mesocyclops leuckarti*. Месяцем максимального развития *Sopropoda* является август.

Группа *Cladocera* на протяжении летнего сезона характеризуется разнообразием видового состава, которое вносят теплолюбивые формы — компоненты летнего планктического комплекса: *Leptodora*, *Liaphanozoma*, *Limnospida*, *Bythotrephes*, *Bosmina gibbera*.

По численности руководящими формами летнего периода являются: *Daphnia cristata*, взрослые и молодые партеногенетические формы, *Bosmina obtusirostris lacustris*. Июнь 1953 г. отличался пышным развитием *Liaphanozoma*, которая в июле и августе была очень малочисленна. Июнь и август 1954 г. отличались большой численностью *Chydorus sphaericus*.

В биомассе зоопланктона в южной и центральной частях озера первостепенное значение имеет *Leptodora kindtii*; большую роль играет также *Bythotrephes cederstroemi*.

В северо-западной мелководной части озера доля *Leptodora kindtii* в общей биомассе зоопланктона невелика; этот вид здесь малочислен

Таблица 9

## Количественные показатели зоопланктона Крошнозера в весенний сезон

Год исследования	Название отряда	Зоны озера								Среднее по озеру			
		глубоководная зона				мелководная зона							
		количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%
1953	Copepoda . . . . .	15 991	83,6	234	81,2	29 785	83,4	488	85,0	22 888	83,4	361	83,8
	Cladocera . . . . .	965	5,0	29	10,1	1412	4,0	48	8,4	1188	4,3	38	8,8
	Рачковый планктон .	16 956	88,6	263	91,3	31 197	87,4	536	93,4	24 076	87,7	399	92,6
	Rotatoria . . . . .	2182	11,4	25	8,7	4519	12,6	38	6,6	3350	12,3	32	7,4
	Всего организмов .	19 138		288		35 716		574		27 427		431	
1954	Copepoda . . . . .	7751	81,2	171	90,5	56 818	94,2	720	92,7	32 284	92,4	446	90,9
	Cladocera . . . . .	457	4,8	18	9,5	390	0,6	44	5,7	423	1,2	31	6,3
	Рачковый планктон .	8208	86,0	189	100,0	57 208	94,8	764	98,4	32 707	93,6	477	97,2
	Rotatoria . . . . .	1332	14,0	—	—	3120	5,2	13	1,6	2226	6,4	14	2,8
	Всего организмов .	9540		189		60 323		177		34 933		491	

Таблица 10

## Количественные показатели зоопланктона Крошнозера в летний сезон

Год исследования	Название отряда	Зоны озера								Среднее по озеру				
		глубоководная зона				мелководная зона								
		количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	
1953	{	Copepoda . . . . .	89 935	72,6	1571	63,9	25 813	63,9	666	67,7	57 874	68,2	1118	65,8
1954		81 039	64,4	860	52,7	62 029	64,6	888	61,2	71 534	65,0	874	57,1	
1953	{	Cladocera . . . . .	6299	5,3	514	24,1	4365	15,1	142	23,6	5332	10,2	328	23,8
1954		24 565	18,4	832	46,7	9870	11,9	365	22,7	17 217	15,1	598	34,7	
1953	{	Рачковый планктон .	96 235	77,9	2085	88,0	30 179	79,0	808	91,3	63 207	78,4	1446	89,6
1954		105 603	82,8	1692	99,4	71 900	76,5	1253	83,9	88 751	80,1	1472	91,7	
1953	{	Rotatoria . . . . .	33 125	22,1	361	12,0	12 817	21,0	700	8,7	22 971	21,6	215	10,4
1954		30 174	17,2	8	0,6	10 977	23,5	905	16,1	20 575	19,9	456	8,3	
1953	{	Всего организмов .	129 360		2446		42 996		878		86 178		1662	
1954		135 776		1700		82 877		1349		109 326		1524		

и представлен лишь молодыми особями; то же относится и к *Bythotrephes cederstroemi*.

Группа коловраток на протяжении всего летнего сезона имеет высокие количественные показатели по всему озеру. Максимум в ее развитии имел место в начале июня и конце августа; минимум — в июле.

К руководящим формам следует отнести *Asplanchna* и *Brachionus*; эти два рода, в особенности первый, обеспечивают почти полностью биомассу *Rotatoria*. Доля прочих видов, численно довольно богатых в планктоне (*Notholca longispina*, *Keratella cochlearis*), в биомассе ничтожно мала.

Биомасса зоопланктона в летний сезон 1953 г. для всего озера составила 89 964 кг, из них в глубоководной части 56 258 кг и в мелководной 33 706 кг; в 1954 г. — 74 523 кг, в том числе в глубоководной части 39 100 кг и в мелководной 35 423 кг.

Осенний сезон. Представлен сборами, сделанными в середине октября 1953 г.

Осенняя гомотермия: на станции с максимальной глубиной (11,3 м) температура в поверхностном слое и у дна равнялась 5°. Колебания температуры поверхностного слоя воды за период наблюдений были незначительны (от 4,9 до 6°).

Фитопланктон представлен диатомовыми (виды *Melosira*, *Fragilaria*, *Tabellaria*). Для зоопланктона характерно резкое обеднение в сравнении с летним периодом (табл. 12).

Таблица 12

Количественные показатели зоопланктона Крошнозера в осенний сезон 1953 г.

Название отряда	Зоны озера								Среднее по озеру			
	глубоководная зона				мелководная зона							
	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%	количество экземпляров в 1 м <sup>3</sup>	%	биомасса (в мг/м <sup>3</sup> )	%
Copepoda . . . . .	25 400	67,5	795	59,9	8353	70	372	73,3	16 876	68,1	583	63,5
Cladocera . . . . .	8752	23,2	500	37,7	2869	24	126	24,8	5810	23,4	313	34,1
Рачковый планктон . . . . .	34 152	90,7	1295	97,6	11 222	94,0	498	98,1	22 687	92,5	896	97,6
Rotatoria . . . . .	3486	9,3	32	2,4	715	6,0	10	1,9	2100	8,5	21	2,4
Всего организмов . . . . .	37 638		1327		11 937		508		24 787		917	

Доминирующей группой остается Copepoda. Ведущая роль принадлежит *Diatomus gracilis* (10 134 экз. в 1 м<sup>3</sup> с биомассой 632 мг). Значение господствующей летом формы *Mesocyclops oithonoides* резко снижается; уменьшается число молоди (науплии, копеподитные стадии). Количественное значение *Cladocera* почти не меняется по сравнению с летним периодом; качественно группа беднеет; типично летние формы: *Diaphanosoma brachyurum*, *Limnoscida frontosa* и другие из планктона исчезают; резко снижается численность *Leptodora kindtii*, *Daphnia cucullata*.

Максимального развития достигают виды *Bosmina obt. lacustris*, *Bosmina gibbera*, *Daphnia cristata*, половое размножение которых происходит в этот период (в планктоне встречаются самцы и самки).

Видовой состав коловраток тот же, что и летом, но в количественном отношении эта группа сильно беднеет. Особенно резко снижается численность летних форм (*Copochilus*, *Brachionus*).

В мелководной северо-восточной части озера температура воды ниже, чем в южной глубоководной ( $4,2^{\circ}$  на поверхности,  $4,9^{\circ}$  у дна).

Количественное значение зоопланктона здесь также много ниже, чем в центральной и южной частях озера. Ведущие формы — *Diaptomus gracilis* и *Daphnia cristata*; прочие компоненты представлены очень бедно.

Биомасса зоопланктона в осенний сезон для всего озера равна 44 237 кг, из них в глубоководной части 30 521 кг и в мелководной 13 716 кг.

Среднегодовая биомасса зоопланктона для всего озера в целом исчисляется в 40 361 кг.

Судя по величине биомассы, зоопланктон Крошнозера может считаться богатым. На протяжении летнего периода Крошнозеро, как и Миккельское озеро, отличается высокой продуктивностью (средняя биомасса по годам исследований колеблется от 5 до  $1,7 \text{ г/м}^3$ ).

Продуктивнее следует считать южный, более глубоководный, плес с биомассой зоопланктона в летний период  $1,7-2,4 \text{ г/м}^3$ . Северный плес мелководней и отличается более низкой биомассой зоопланктона ( $0,9-1,3 \text{ г/м}^3$ ). В отличие от зоопланктона Миккельского озера зоопланктон Крошнозера на протяжении всего года носит копеподный характер. Доминирующей в летний сезон по численности и биомассе является группа *Copepoda* с *Diaptomus gracilis* в качестве руководящей формы, тогда как в Миккельском озере летом господствует группа *Cladocera*.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАНКТОНА КРОШНОЗЕРА

Специальных исследований по питанию молоди рыб на Крошнозере не проводилось. Собран и обработан небольшой материал (107 проб) по питанию взрослой ряпушки и окуня в возрасте 1—2 лет.

Питание ряпушки. Материал по питанию ряпушки собран в период ее массового лова (середина августа) в центральной части озера. Всего обработано 50 экземпляров.

Средняя длина ряпушки 11,5 см, средний вес 12,2 г. Общий индекс наполнения 29,13; средний вес пищи в желудке 83,85 мг.

Состав пищи ряпушки характеризуется следующими компонентами:

<i>Leptodora kindti</i>	— 72,78%	} <i>Cladocera</i> — 85,41%
<i>Bythotrephes cederstroemi</i>	— 11,79%	
<i>Daphnia cucullata</i>	— 0,84%	
<i>Diaptomus gracilis</i>	— 10,59%	} <i>Copepoda</i> — 14,59%
<i>Cyclops</i> sp.	— 4,00%	

Как видно из приведенных данных, основной пищей ряпушки является *Leptodora kindti*. Выедание этого рачка в период массового скопления ряпушки протекает весьма интенсивно: если 4 августа в районе лова ряпушки биомасса *Leptodora kindti* исчислялась в  $117 \text{ мг/м}^3$ , то 25 августа она составила только  $42 \text{ мг/м}^3$ .

Питание окуня. Материал по питанию окуня в возрасте 1 года и 1+ относится к июлю—августу 1953 г. Всего обработано 40 проб. Средний вес сеголетков 840 мг; средняя длина 40 мм.

В прибрежной зоне озера, среди зарослей, планктонное питание составляет менее половины всего пищевого спектра окуня (44,6%), из них:

<i>Bosmina</i> ( <i>B. obt.</i> и <i>B. gibbera</i> )	— 14,3%	} Cladocera — 32,9%
<i>Leptodora kindti</i>	— 10,9%	
<i>Sida crystallina</i>	— 6,7%	
Прочие Cladocera	— 1,0%	
<i>Diaptomus</i>	— 9,7%	} Copepoda — 11,7%
<i>Cyclops</i> sp.	— 2,0%	

Остальную часть пищевого спектра составляют личинки *Tendipedidae* (28,7%) и личинки поденок (26,7%). Интенсивность питания высокая: средний индекс наполнения 218.

В открытой части озера (середина озера) планктонное питание составляло 100%:

<i>Leptodora kindti</i>	— 42,2%	} Cladocera — 51,2%
<i>Bosmina gibbera</i>	— 4,0%	
<i>Daphnia cuculata</i>	— 3,6%	
<i>Limnoscida frontosa</i>	— 1,4%	
<i>Diaptomus gracilis</i>	— 48,8%	Copepoda — 48,8%

В зимний период (декабрь 1953 г.) пища окуня в возрасте 1+ длиной 45 мм и весом 1365 мг на 31% состоит из *D. cristata*; остальное составляют личинки *Tendipedidae* (57,5%) и детрит (11,5%). Интенсивность питания окуня в это время очень низка — 3,4.

В конце зимы (март 1953 г.) окунь 2-летнего возраста длиной 79 мм и весом 5400 мг также использует в своем питании зоопланктон, в основном группу *Copepoda* (99,13%), из них: *Cyclops*, *Acanthocyclops* — 75,61%, *Diaptomus* — 23,52%.

Основным потребителем зоопланктона в Крошнозере является ряпушка. Окунь в возрасте 1—2 лет, выедающий планктон (главным образом *Leptodora*), является серьезным пищевым конкурентом ряпушки, этой ценной в промысловом отношении рыбы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Богоров В. Г. 1934. Инструкция по сбору и обработке материала по исследованию питания планктоноядных рыб. ВНИРО.
- Герд С. В. 1946. Планктические комплексы больших озер Карелии и вопрос о летних миграциях ряпушки. Ученые записки Карело-Финского госуниверситета, т. I. Петрозаводск.
- Гресе Б. С. 1948. Материалы по продуктивности зоопланктона в Валдайском озере. Известия ВНИОРХ, т. XXVI, в. 2.
- Иванова Л. Д. 1951. Выживание некоторых карповых (плотвы, леща, карпа) на ранних стадиях развития. Тр. Моск. техн. института рыбной промышленности и хоз. им. Микояна, в. 4. Москва.
- Лепнева С. Г. 1950. Жизнь в озерах. Жизнь пресных вод, т. III.
- Мануйлова Е. Ф. 1953. К вопросу о связи развития с пищевым фактором. ДАН СССР, ХС, № 6.
- Мордухай-Болтовский Ф. Л. 1954. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. Тр. проблемных и тематических совещаний, в. II. Проблемы гидробиол. внутр. вод, 2.
- Мордухай-Болтовская Э. Д. 1954. Предварительные данные о распределении и сезонной динамике зоопланктона Рыбинского водохранилища. ДАН СССР, т. 94, № 2.
- Муравейский С. Д. 1923. К вопросу о горизонтальном распределении планктонных организмов в прибрежной зоне. Тр. гидробиол. ст. на Глубоком озере, т. VI, в. I.

Пирожников П. Л. 1953. Инструкция по сбору и обработке материалов по питанию рыб.

Потапова О. И. 1956. Условия размножения леща в Миккельском озере (печатается в настоящем сборнике).

Рылов В. М. 1930. Пресноводные Calanoida СССР. Определенные организмов пресных вод, в. I, изд. Академии сельскохоз. наук им. В. И. Ленина.

Рылов В. М. 1941. Зоопланктон Учинского водохранилища. Тр. зоологич. института, т. VII, в. I. Изд. АН СССР.

Уломский С. Н. 1951. Роль ракообразных в общей биомассе планктона озер. Тр. Всес. гидробиол. об-ва, т. III, изд. АН СССР.

Филимонова З. И. 1954. Зоопланктон Миккельского озера и его роль в питании молоди рыб. Материалы совещания по проблеме повышения рыбной прод. внутр. водоемов КФССР. Госиздат КФССР. Петрозаводск.

Фауна СССР. 1948. Ракообразные, т. III, в. 3.

Lilljeborg L. 1900. Cladocera Sueciae. Nova acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis ser., 3 v., 19.

В. А. СОКОЛОВА

**КОРМОВЫЕ РЕСУРСЫ БЕНТОСА ДЛЯ РЫБ  
МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА****1. МИККЕЛЬСКОЕ ОЗЕРО**

**Общая характеристика бентоса.** Донная фауна Миккельского озера довольно разнообразна. Здесь представлены: 1) губки (*Spongia*), 2) ресничные черви (*Turbellaria*), 3) круглые черви (*Nematodes*), 4) пиявки (*Hirudinea*), 5) малощетинковые черви (*Oligochaeta*), 6) мшанки (*Bryozoa*), 7) моллюски (*Mollusca*), 8) равноногие раки (*Isopoda*), 9) водяные клещи (*Hydracarina*), 10) стрекозы (*Odonata*), 11) веснянки (*Plecoptera*), 12) поденки (*Ephemeroptera*), 13) водяные клопы (*Hemiptera*), 14) большекрылые (*Megaloptera*), 15) ручейники (*Trichoptera*), 16) жуки (*Coleoptera*), 17) двукрылые (*Diptera*).

Первые шесть групп бентоса: губки, ресничные черви, круглые черви, пиявки, олигохеты и мшанки в пище рыб отмечены редко, как случайно заглоченные. Спикулы губок обнаружены в пищевом комке плотвы; нематоды попадают вместе с иловыми частицами в пищу леща.

Олигохеты являются характерным элементом фауны и составляют значительный процент донных бионтов. Благодаря легкой перевариваемости остатки олигохет редко обнаруживаются в пробах питания рыб, и поэтому трудно судить о их кормовой ценности.

Пиявки связаны с литоралью и глубже 1,9 м не встречены; они иногда заглатываются рыбами, но перевариванию не подвергаются. Наиболее часто отмечена двуглазая пиявка *Helobdella stagnalis* L.

Моллюсками Миккельское озеро бедно. К зоне зарослей приурочены *L. stagnalis* L., *R. ovata* Drap., *Gyraulus gredleri* (Bielz.) Gredler, *Anisus* (*Spiralina*) *vortex* L., *Sphaerium* sp., *Pisidium* sp.; на илистом грунте — *Pisidium*, *Sphaerium*, *Valvata piscinalis* Müller, *Anodonta* (*Anodonta*) *anatina* L.

Мелкие формы моллюсков, которые в условиях карельских озер являются преобладающими, служат обычно пищей рыбам. Беззубка обнаруживается большей частью в виде пустых раковин, реже отмечены молодые живые экземпляры. Кормового значения для рыб беззубка не имеет.

Личинки стрекоз из семейств *Aeschnidae*, *Coenagrionidae* и *Libellulidae* приурочены к прибрежной зоне зарослей. Особенно массовое количество их наблюдалось в мае и начале июня. Со второй половины июня происходит вылет имаго.

Поденки и веснянки также являются обитателями береговой зоны. Из поденок наиболее крупной формой является *Ephemera vulgata* L.,

обитающая часто в зарослях высшей водной растительности. Второй формой, встреченной в зоне тростника, была *Ordella horaria*, связанная с песчано-илистой литоралью; она входит в биоценоз *Ordella horaria* — *R. ovata*. Поедается окунем, в желудке которого ее насчитывается иногда до 40 экз. Из поденок следует отметить также *Syphlonurus aestivalis*.

Личинки ручейников распространены от уреза воды до глубины 2,25 м, от грубодетритной гиттии до мягких грунтов. В зоне зарослей можно чаще увидеть ручейников из сем. *Phryganeidae* и *Limnophilidae*.

Из двукрылых особенно большое значение приобретает группа тендипедид, из которых *T. f. l. semireductus* является ведущей формой в Миккельском озере. Крупные красные личинки *T. f. l. semireductus* чаще встречены на серозеленом иле; по своему весу и размерам они резко выделяются среди мелких тендипедид и других бионтов ила. В пище рыб такие крупные тендипедиды отмечены очень редко, были случаи заглатывания их ершом, у леща они отмечены только в зимнее время.

Личинки симулид массового развития достигают в р. Миккельской и в ее истоке. Они служат основным кормом леща, идущего из Шот-озера.

Личинки коретры (хаоборус) большого развития здесь не получают. Повидимому, они являются пришельцами из Крошнозера, так как встречены вблизи устья р. Матчелицы, соединяющей Крошнозеро с Миккельским озером. В меньшем количестве коретра распространена здесь вдоль северо-восточного берега. В биомассе дна коретра имеет совсем ничтожный вес.

Миккельское озеро, представляющее мелководный блюдцевидный водоем с равномерным распределением глубин, имеет литоральную зону с зарослями макрофитов и с грубодетритной гиттией. Для середины озера с глубинами порядка 2,5—2,9 м, выстланной мягкими серозелеными илами, характерны отдельные пятна рдестов. Если рдесты заходят даже на середину озера, как это имеет место в данном случае, то это уже озеро — пруд, где отсутствует профундаль, и открытая от зарослей часть озера может считаться нижней литоралью.

**Зона зарослей и ее фауна.** Миккельское озеро близко к типу евтрофных озер, которые характеризуются преобладанием мелких глубин, хорошей прогреваемостью и сильным развитием зарослей. В 1952 г. водная растительность занимала всего лишь 0,6 км<sup>2</sup> от общей площади озера в 6,6 км<sup>2</sup>. В 1954 г. площадь зарастания озера значительно увеличилась.

Высшая водная растительность начинает развиваться в конце мая. Из макрофитов следует отметить: камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.), камыш малоцветковый (*Scirpus rauciflorus* Lightf.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.), стрелолист стрелолистный (*Sagittaria sagittifolia* L.), частуху подорожниковую (*Alisma plantago aquatica* L.), гречиху земноводную (*Polygonum amphibium* L.), кувшинку чистобелую (*Nymphaea candida* Presl.), кубышку желтую (*Nuphar luteum* L. sm.), рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.), рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), рдест злаколистный (*Potamogeton graminifolius* Fr.), хвощ иловатый (*Equisetum heleocharis* Ehrh.), ежеголовник родственный (*Sparganium affine* Schnizl.), ряску маленькую (*Lemna minor* L.), шилицу озерную (*Isoetes lacustris* L.).

Характерной особенностью карельских озер, в том числе и Миккельского озера, является отсутствие отдельного пояса растений с плавающими листьями. Так, кубышка, кувшинка, гречиха и др. не образуют чистых ассоциаций и размещаются в зоне тростника или камыша.

Экологические условия зарослевой зоны существенно отличаются от открытой части озера. Значительная прогреваемость водной толщи до дна, благоприятные кислородные условия, отсутствие волнений водных масс, возможность прикрепления и укрытия бионтов, обеспеченность пищей — все это дает возможность селиться здесь массе гидробионтов и делает зарослевую зону наиболее богатой в кормном отношении для рыб. Рыбы здесь находят прекрасные места для нереста и нагула.

Развитие макрофитов в озере сказывается на биомассе дна, которая возрастает с увеличением площади зарастания. В 1952 г. (июнь—август) при незначительных зарослях биомасса составляла 29,8 кг/га, в 1954 г. при максимуме развития водной растительности — 100,1 кг/га.

Наиболее богато здесь представлены личинки насекомых (поленки, стрекозы, ручейники, тендипедида). Из ракообразных особенно многочисленны в прибрежной зоне водяные ослики, которые на глубину не заходят и на мелководье служат добычей леща. На поверхности воды можно видеть массу водомерок.

Из ручейников в зарослевой литорали преобладают лимнофильные формы (сем. *Limnophilidae*, *Trypanidae*), которые составляют один из важнейших видов корма плотвы и других рыб.

Из поленок в зоне зарослей отмечены все перечисленные ранее формы. Личинки *Sialis* чаще связаны с грубодетритной гиттией и мелководьем. Своими крупными размерами среди обитателей зарослей выделяются личинки стрекоз и сем. *Aeschnidae*, *Libellulidae*, *Coenagrionidae*.

Особенно разнообразна и обильна в зарослевой зоне фауна тендипедид. Крупные личинки *T. semireductus* значительно уступают мелким формам, количество которых явно сказывается как на дне, так на поверхности и внутри макрофитов, где они минируют стебли. Водные жуки представлены плавунцами и вертячками. Рыбой они заглатываются редко и вследствие твердости своих покровов трудно перевариваются.

Водяные клещи, несмотря на малые размеры, легко отличимы благодаря своей красивой яркой, иногда пестрой окраске. Крупные *L. stagnialis* L. и другие моллюски дополняют разнообразие фауны зоны зарослей.

Для количественного учета фауны зарослей брались пробные площадки. На площади 1 м<sup>2</sup> растительность срезалась под корень и тщательно просматривалась, бионты выбирались, а площадка грунта очищалась скребком. Бионты с растительности и грунта фиксировались отдельно, подсчитывались и взвешивались. В результате такого метода сбора выявлено, какие формы бентофауны характерны для тех или иных зарослей.

Наблюдения показали, что на малоцветковом камыше фауна отсутствует, а на грунте среди его зарослей на 1 м<sup>2</sup> насчитывается до 123 организмов, биомасса которых составляет 3,43 г/м<sup>2</sup>; отмечено до 58 ракушек пизидиум, *R. ovata* — 28, *Anisus* (*Spiralina*) *vortex* — 17, другие формы (*Ephemerella ignita*, *Sialis*, *Asellus aquaticus*) единичны.

Заросли пронзеннолистного рдеста по своей фауне отличаются от предыдущих. Главной группой бентоса здесь являются тендипедида, которые по своему обилию также преобладают и в других типах зарослей. Из моллюсков встречены *L. stagnialis* L., из поленок — *Syphlonurus aestivalis*, из ручейников — *Cyprinus flavidis*, из пиявок — *Helobdella stagnalis*. На листьях и стеблях рдеста плавающего встречаются преимущественно тендипедида (на 34 стеблях мы насчитывали до 243 тендипедид).

Наиболее разнообразна фауна грунта среди зарослей хвоща. Плотность организмов здесь достигает 448 на 1 м<sup>2</sup>, а биомасса — 4,1 г/м<sup>2</sup>.

Как и среди зарослей малоцветкового камыша, основная группа бентофауны — моллюски. Своей массовостью выделяются мелкие пизидиум — до 343 экз. на  $1 \text{ м}^2$ , *Anisus vortex* — до 45 экз., *Radix ovata* — до 25 экз. Ручейники в основном представлены *Phryganea striata*.

Смешанные заросли кубышки и плавающего рдеста дают высокую биомассу дна, достигающую до  $4,39 \text{ г/м}^2$  при плотности организмов 1236 на  $1 \text{ м}^2$ . Тендипедиды и олигохеты преобладают над пизидиум и личинками двукрылых.

В зарослях водяной гречихи на заиленном песке наблюдается довольно разнообразная фауна, среди которой по количеству выделяются моллюски и водяной ослик. Фауна листьев бедна. Так, на площади  $1 \text{ м}^2$  насчитывалось всего 23 стебля, с которых было собрано *Phryganea striata* — 1, *L. stagnalis* — 1, личинки Diptera — 1.

Небольшие заросли стрелолиста приурочены к мелководью ( $0,3—0,4 \text{ м}$ ) и связаны с заиленным песком. На площади  $1 \text{ м}^2$  было обнаружено 15 корней, причем с растениями были связаны лишь одни тендипедиды, количество которых доходило всего до 36 экз. На грунте отмечены тендипедиды (64 экз.), пизидиум (42 экз.), *Physa fontinalis* (1 экз.), *Valvata piscinalis* (1 экз.), личинки Diptera (1 экз.).

Особенно богата фауна мха *Fontinalis*, который служит в большинстве случаев субстратом для выметанной икры леща. По нашим материалам, на лещовом нерестилище на  $1 \text{ м}^2$  *Fontinalis* число бionтов доходило до 13413 экз., в том числе тендипедид 10900, водяных осликов — 133, клещей — 70, пизидиум — 170, поденок — 100, личинок двукрылых — 200, ручейников — 370, катушек — 740, личинок стрекоз — 100 экз. Молодь леща, питающаяся бентосом, находит на таких участках вполне достаточную пищу.

Менее богат кормом участок с прошлогодней осокой, где реже наблюдалась выметанная икра. Так, нерестилище № 5 в небольших зарослях гравилата речного уже не отличалось богатой донной фауной. Здесь были встречены единичные формы поденок, мелких жуков, ручейников, тендипедид, немного больше личинок стрекоз.

Итак, литораль в Микельском озере в основном представлена затишной зарослевой зоной, где преобладает грубодетритная гиттия, отличающаяся высокими показателями бентоса от центральной части озера, высланной серозелеными илами.

Нами прослежена динамика и плотность биомассы в этой зоне. В июне 1952 г. биомасса достигала  $67,3 \text{ кг/га}$  при плотности 2525 организмов на  $1 \text{ м}^2$ . Основной группой являются тендипедиды. За счёт вылета в июне и июле ручейников, стрекоз и других личинок насекомых биомасса в августе резко упала до  $18,19 \text{ кг/га}$  при плотности 1428 организмов на  $1 \text{ м}^2$ . В сентябре на отдельных станциях биомасса достигала  $56,7 \text{ кг/га}$ . Такой высокий показатель объясняется большим количеством моллюсков. В октябре наблюдается повышение биомассы за счет роста личинок новой генерации до  $119,9 \text{ кг/га}$ .

Зарослевая зона имеет существенное рыбохозяйственное значение: здесь нерестуют рыбы, кормятся первое время мальки и молодь рыб, сюда заходят поживиться мелкой рыбой и хищники — щука, окунь. Наиболее типичны для зарослевой зоны плотва, лещ, язь, укля, окунь, щука.

**Биотоп серозеленого ила.** При тщательном просмотре проб бентоса среди иловых частиц можно найти кладоцерный хитин, хитиновые головные капсулы тендипедид, спикулы губок, статобласты мшанок, илстые домики олигохет и тендипедид.

Фауна ила бедна. Руководящей группой являются тендипедиды, несколько меньше — олигохеты. Из личинок насекомых с илстым дном

связана *Ephemera vulgata*, которая является наиболее крупной из донных форм, улавливаемых дночерпателем. Количество мелких форм тендипедид уступает крупным личинкам *T. f. l. semireductus*, которые составляют значительный процент биомассы и в то же время редко потребляются в пищу рыбой. Этим личинок можно отнести к малопродуктивному бентосу. В конце ледового периода личинки достигают максимального веса (до 53 мг).

Молодь *T. f. l. semireductus* появляются в июле, имея средний вес 4,5 мг. В поверхностных слоях ила часто встречаются мелкие ракушки пизидиум. Наибольшая плотность пизидиум наблюдается в июне, после чего она резко снижается за счет выедания этого моллюска рыбой. Вследствие своей светлой окраски пизидиум хорошо заметны и заглатываются рыбами; перевариванию они подвергаются медленно: в пищевом комке можно часто обнаружить множество пустых, но цельных раковин.

Нами наблюдалась смена бионтов серозеленого ила в различное время года. В июне 1952 г. средняя биомасса достигала 28,3 кг/га, из которых 80,6% составляли тендипедиды, 15,8% — олигохеты, 1% — моллюски; остальные формы — незначительный процент. В июле произошел массовый вылет тендипедид, и в августе биомасса ила резко снизилась до 8,52 кг/га. В октябре вновь наблюдалось увеличение биомассы до 18,15 кг/га.

Зимние исследования 1954 г. показали, что в феврале биомасса серозеленого ила значительно выше, чем в литоральной зоне, составляя 42,7 кг/га по сравнению с 21,2 кг/га в литорали. Это объясняется миграцией бионтов из мелководий, которые промерзают до дна на расстоянии 100 м от берега. Однако полоса промерзания неравномерна, у истока и устья реки наблюдаются полыньи.

В апреле, когда лед становится тоньше и температура воды несколько повышается, наблюдается уже частичная миграция бентофауны в зону литорали. Плотность бионтов в литорали на грубодетритной гитти повышается до 506 организмов на 1 м<sup>2</sup> при биомассе 31,41 кг/га, в то время как серозеленый ил обедняется: плотность бионтов его составляет 353 организма на 1 м<sup>2</sup> при биомассе 25,7 кг/га. Обогащение фауны литорали озера происходит с апреля, биомасса продолжает оставаться здесь высокой до наступления ледостава.

От изменения температуры воды зависят сезонные изменения в составе населения дна. При сравнении средней летней биомассы дна Миккельского озера за три года были получены различные показатели, которые объясняются метеорологическими условиями, развитием зоны зарослей и целым рядом других факторов (рис. 1).

Низкие показатели биомассы в июле и августе 1952 г. объясняются дружным, массовым вылетом имаго насекомых вследствие теплой и сухой погоды. В эти же месяцы в 1953 г. биомасса была значительно выше, чем в предыдущий год. Вылет насекомых был прерван летними дождями, а позже, то есть в июле, происходил в небольших количествах. Личинки насекомых на последних стадиях метаморфоза частично зимовали. Похолодание и дожди явились препятствием, которое затянуло период вылета. Благоприятные метеорологические условия и сильное развитие зарослей макрофитов в 1954 г. приводят к высоким показателям биомассы.

Условия для обитания донной фауны в Миккельском озере в отдельных участках различны. Северо-западный участок побережья характеризуется более низкими значениями pH, более низким содержанием кислорода и повышенной гумификацией, что объясняется заболоченностью этого берега и большими торфяными отложениями в районе

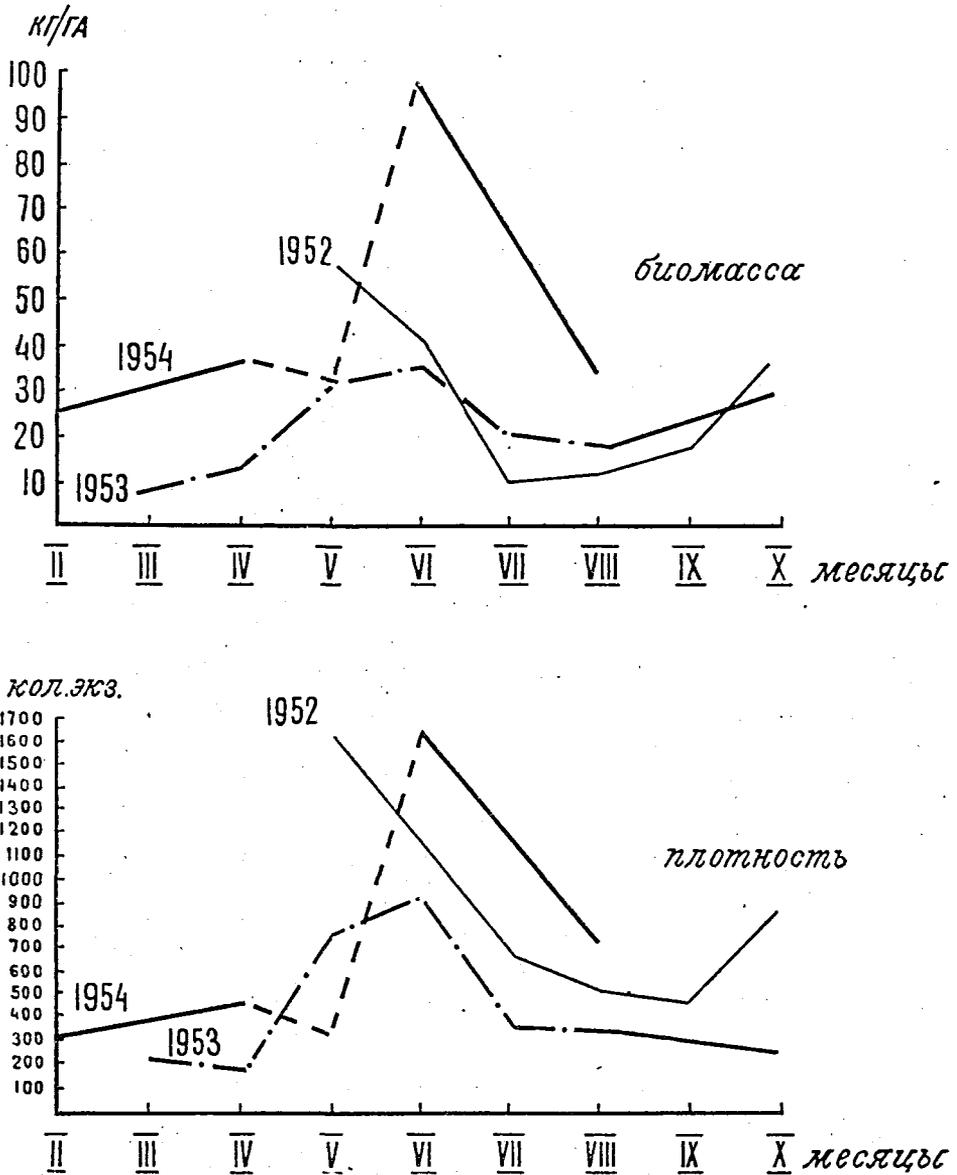


Рис. 1. Показатели средней биомассы (кг/га) и плотности бентоса (колич. экз. на 1 м<sup>2</sup>) Миккельского озера в разные годы.

ручья Пограноя. Фауна дна вблизи ручья Пограноя, воды которого сильно гумифицированы, представлена в основном тендипедами, которые нетребовательны к кислороду; однако численность их невелика.

Средняя биомасса за 1953 г. в районе ручья Пограноя составила всего 9 кг/га; ведущее место принадлежало тендипедам — 7,5 кг/га; олигохеты, ракушки пизидиум и личинки Heleidae заняли небольшое место. Средняя плотность бентоса здесь равнялась 195 особям на 1 м<sup>2</sup>, причем на первом месте стояли также тендипеды — 120 особей на 1 м<sup>2</sup>, затем пизидиум — 42, олигохеты — 22, личинки двукрылых — 11 особей.

Фауна дна района ручья Пограноя очень бедна как в видовом, так и в количественном отношении. Кислые болотные воды ограничивают здесь в первую очередь развитие моллюсков.

По сравнению с коричневой водой Пограноя ручей Сулгуоя несет бесцветную, но тоже бедную кислородом воду. Однако средняя биомасса в период открытой воды за 1953 г. здесь была значительно выше, чем в районе ручья Пограноя, и достигала 33,3 кг/га при плотности 496 бионтов на 1 м<sup>2</sup>. Первое место по удельному весу в биомассе дна принадлежит моллюскам (*Radix ovata*, *Pisidium*, *Sphaerium*); на втором месте стоят тендипедицы.

Видовой состав донной фауны района ручья Сулгуоя несколько богаче и насчитывает уже 6 форм. Высокие показатели биомассы объясняются присутствием моллюсков. Личинки вислоккрылых, двукрылых и олигохеты представлены в незначительном количестве.

Малая численность бионтов и бедность бентоса в видовом отношении свойственна северо-западному побережью вблизи ручьев Сулгуоя и Пограноя. На расстоянии 500 м от них в сторону озера влияние гуминовых вод не сказывается, вода уже озерная, и фауна беспозвоночных заметно обогащается.

Район мыса Хопуннэка, богатый зарослями, ограждающими его от прибоя, имеет биомассу 26,9 кг/га при средней плотности 775 бионтов на 1 м<sup>2</sup>. Большой удельный вес имеют олигохеты, пиявки и нематоды (10,9 кг/га), которые рыбами не употребляются в пищу и могут быть отнесены к некормному бентосу. Тендипедицы занимают второе место, затем пизидиум. Появляется водяной ослик. По численности преобладают тендипедицы (409 особей на 1 м<sup>2</sup>).

Совершенно другая картина наблюдается на восточном побережье Миккельского озера, где расположены пахотные земли. Летом этот берег озера характеризуется высоким содержанием кислорода, фосфора и азота, величина рН выше, чем в других участках. Однако это относится лишь к истоку или устью рек, прибрежные же участки озера от устья ручья Каскеноя до р. Матчелицы, лишенные зарослей высшей водной растительности и открытые прибою, характеризуются бедностью донной фауны. Здесь преобладают мелкие тендипедицы, на долю которых приходится 10,1 кг/га при биомассе данного участка в 12,46 кг/га. Из моллюсков преобладают затворки. Редкие поросли *Sparganium* у самого берега не могут служить защитой от прибоя, поэтому целый ряд форм, свойственных затишной литорали, здесь отсутствует. Средняя плотность бионтов на 1 м<sup>2</sup> достигает всего 378 особей.

Наиболее богатыми для нагула рыбы следует считать районы: исток р. Миккельской, участок у деревни Лахты и устье р. Матчелицы. Густые заросли широкой полосой окаймляют эти участки, сила прибоя здесь совершенно не сказывается, имеется обилие корма — все это привлекает массу пищевых для рыб бионтов. Вблизи устья р. Матчелицы летняя биомасса на отдельных станциях доходит до 16,5 г/м<sup>2</sup>. Фауна дна насчитывает до 12 форм.

Несмотря на то, что большей удельный вес составляют олигохеты, нематоды и пиявки, на долю кормового бентоса приходится 25 кг/га. Богато представлены здесь моллюски: *L. stagnalis*, *R. ovata*, мелкие катушки, затворки, сфериум и пизидиум. Средняя биомасса этого участка достигает 46,5 кг/га при плотности 669 организмов на 1 м<sup>2</sup>. Как и по всему озеру, здесь численно берут перевес тендипедицы.

Зимой в озере ощущается дефицит кислорода, и наиболее богатым кислородом следует считать в зимний период участок вблизи устья р. Матчелицы.

Река Матчелица, густо поросшая макрофитами, дает высокие показатели кормового бентоса (54 кг/га). Особого развития достигают здесь моллюски. Средняя плотность бионтов в период открытой воды равняется 2012 особям на 1 м<sup>2</sup> (май — октябрь 1953 г.).

Исток р. Миккельской, как и участок, связанный с р. Матчелицей, характеризуется развитием олигохет и тендипедид. Моллюски и личинки насекомых играют меньшую роль. На 1 м<sup>2</sup> площади дна насчитывается до 969 организмов при биомассе 3,2 г/м<sup>2</sup>. В мае 1953 г. на этом участке наблюдалась биомасса в 89,6 кг/га при плотности 2223 бionта на 1 м<sup>2</sup>.

Середина озера, почти лишенная зарослей (за исключением отдельных пятен рдестов), может быть названа областью тендипедид, которые дают 16,6 кг/га при биомассе 17,7 кг/га. Олигохеты, нематоды, личинки двукрылых составляют ничтожно малую часть бентофауны. При невысокой плотности (206 экз. на 1 м<sup>2</sup>) на долю тендипедид приходится 185. Среди тендипедид доминируют крупные личинки *T. f. I. semireductus*, которые, как уже указывалось, в пищу рыбами употребляются редко. Следовательно, участок открытой от зарослей воды не отличается высокой кормностью (рис. 2).

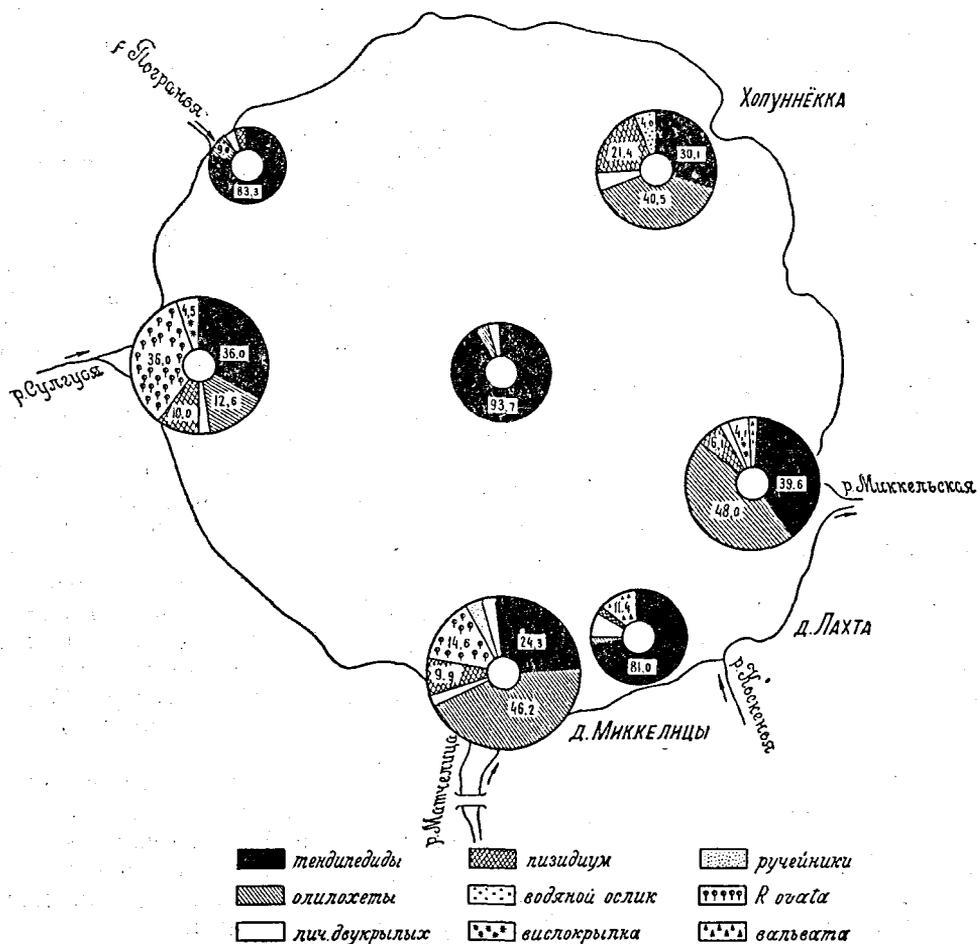


Рис. 2. Биомасса дна в различных участках Миккельского озера в период открытой воды (май — октябрь 1953 г.).

Основной группой бентоса донной фауны Миккельского озера являются *T. semireductus*, которые составляют значительную часть биомассы дна и приурочены главным образом к открытой части озера.

Кормной зоной для рыб служат зарослевые защитные участки, где рыбы-бентософаги находят достаточно корма. Высокая плотность донного населения и значительная биомасса зарослевой литоральной зоны в летнее время делают ее ценной в рыбохозяйственном отношении.

В зимний период, когда наблюдается промерзание литорали и миграция ее обитателей на более глубокие участки, рыбы питаются здесь в малом количестве.

С развитием зарослей фауна Миккельского озера обогатится еще больше, и оно сможет служить не только нерестовым, но и нагульным водоемом для крупного леща.

## 2. КРОШНОЗЕРО

Донная фауна Крошнозера в отличие от Миккельского озера богата не столько в видовом, сколько в количественном отношении. Здесь представлены те же бионты, но в Крошнозере хаоборус получает свое максимальное развитие, особенно в южной части озера. В небольшом количестве отмечен гаммарус.

Состав бентоса и его распределение в различное время года в Крошнозере отличаются от Миккельского озера. Ввиду слабого развития литорали (глубины до 1 м занимают всего 8,4% площади Крошнозера), незначительных зарослей, сосредоточенных в истоке реки и в губах озера, бентофауна глубин значительно богаче. Об этом свидетельствуют как плотность бионтов, так и биомасса на различных глубинах.

Так, в зоне глубин свыше 6 м средняя плотность в октябре достигает 7698 особей на 1 м<sup>2</sup>, в то время как на глубине 0,3 м она равна 986. Максимальная плотность бионтов (2150) наблюдается в июне на мелководье, но к осени заметно падает (рис. 3).

В летний период (июнь—август) на глубине 0,3 м в фауне явно преобладают олигохеты, прочие бионты представлены очень бедно. С глубины выше 3 м наблюдается превосходство тендипедид. На глубине более 6 м в различные месяцы доминирует та или иная группа бентоса. Например, в июне 42,9% плотности бионтов составляют личинки хаоборуса; в июле главная роль в фауне дна на этой глубине принадлежит тендипеидам и олигохетам; в августе, аналогично июню, перевес имеют личинки коретры (рис. 3).

Глубоководная зона отличается от мелководной не только численностью бионтов, но и высокими показателями биомассы, что объясняется присутствием крупных личинок *T. semireductus* на серозеленых илах (средний вес личинки наблюдался от 25 до 38 мг).

В июне 1953 г. на глубине 0,3 м биомасса равнялась 172,1 кг/га площади дна, в то время как биомасса в глубоководной части доходила до 394,6 кг/га. В июле после вылета имаго насекомых наблюдается общее снижение биомассы по всему водоему: в мелководье — до 72,7 кг/га, на глубине 6—11 м — до 146,9 кг/га (рис. 4).

В Крошнозере, как и во всех озерах Карелии, имеет место осенняя миграция форм бентоса из верхней литорали в нижние горизонты (октябрь), а также весенняя миграция бионтов из глубины в литораль (апрель).

По биономическому характеру Крошнозеро, согласно классификации С. В. Герда (1949), относится к тендипединовой группе озер, в которых руководящей формой бентоса являются *T. semireductus*. Эти

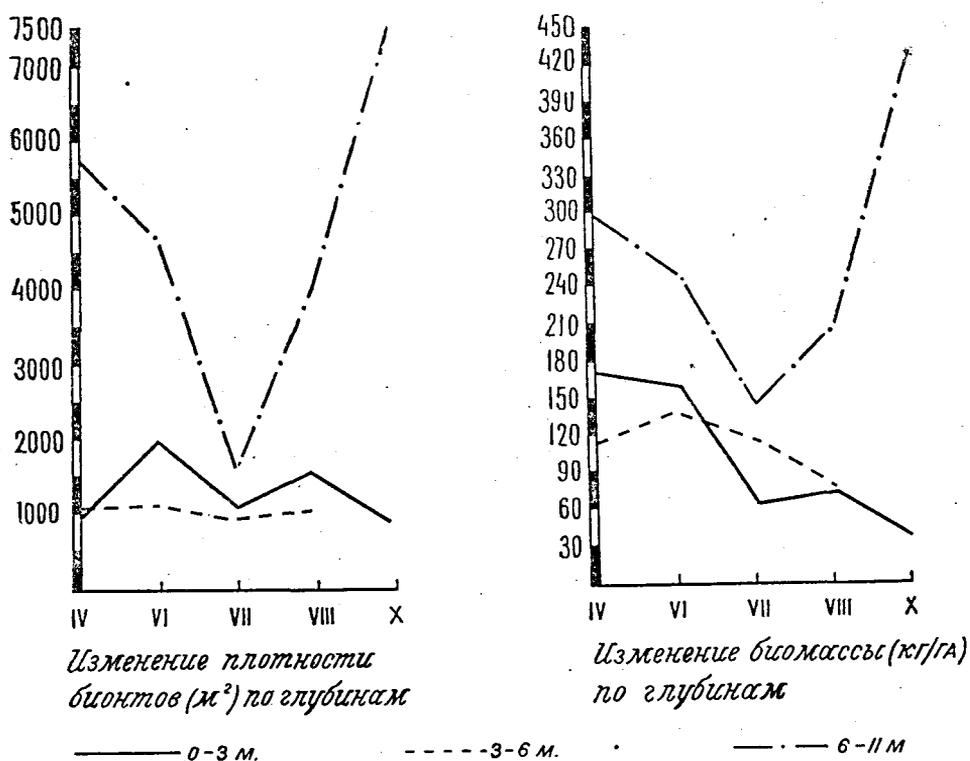


Рис. 3. Изменение плотности бионтов ( $m^2$ ) и биомассы ( $кг/га$ ) Крошнозера по глубинам.

крупные личинки в летней биомассе за 1954 г. составляли 80,6%. Несмотря на то, что значительный процент в донной фауне приходится на *T. semireductus* (*Procladius*, *Tanytarsus* и др. отмечены реже), в питании рыб они не играют большой роли, хотя встречались чаще, чем у рыб Миккельского озера. Их можно встретить в пище ерша, леща (только зимой) и окуня.

Для тендинеиновых озер характерно ничтожное развитие, а иногда и полное отсутствие олигохет, в то время как в бентофауне Крошнозера олигохеты занимают большое место. В июне 1954 г. олигохеты составляли здесь 39,2% биомассы, плотность их достигала 865 экз. на  $1 m^2$ .

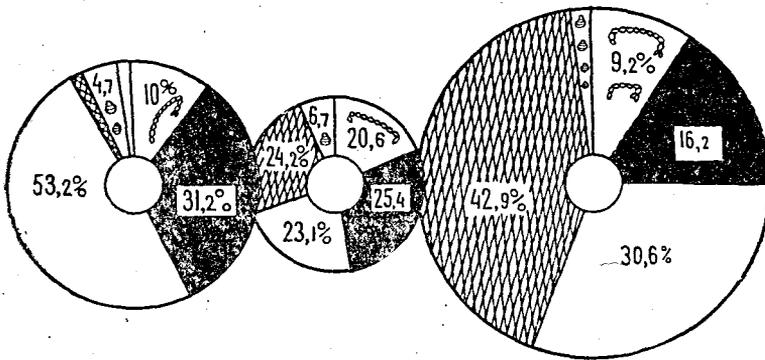
Значительная роль в фауне Крошнозера принадлежит коретре, которая занимает глубоководные участки. В октябре 1953 г. ее насчитывалось до 2763 экз. на  $1 m^2$  при глубине свыше 6 м. Сильного развития коретра достигает в более глубоководной южной части озера. Резкой разницы в химизме воды южной и северной частей озера нет.

Обилие коретры позволило проследить вылет комаров и выход молоди. В марте 1954 г. на последних стадиях метаморфоза средний вес коретры достигал 3,8 мг при плотности 1989 особей на  $m^2$ . К середине июня численность коретры упала, что объясняется начавшимся вылетом комаров. В конце июня появились молодые формы весом до 1,3 мг, при этом количество их значительно увеличилось. В июле и августе при росте личинок сократилась их численность, что вызвано поеданием коретры рыбой: в июне средняя плотность личинок коретры

составила 466 организмов на 1 м<sup>2</sup>, в июле — только 133. В большом количестве личинки коретры отмечены в летнее время в пище окуня.

Из моллюсков наиболее часто в пище рыб встречаются ракушки пизидиум. Максимальная плотность их и минимальный вес объясняются выходом молоди, что было отмечено в мае — июне, когда средняя плотность пизидиум достигала 305 ракушек на 1 м<sup>2</sup>, а средний вес молоди — 0,2—0,3 мг, в то время как крупные экземпляры имеют вес до 6,9 мг. В связи с выеданием рыбами плотность пизидиум падает до 48.

Как видно из приведенных примеров, развитие молоди пизидиум и коретры происходит в мае — июне; интенсивность питания рыб в летнее время сказывается на плотностях бионтов.



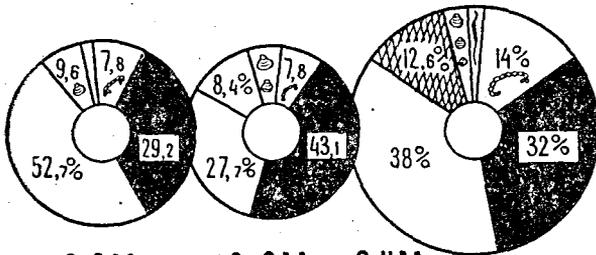
0-3М

3-6М

6-11М

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

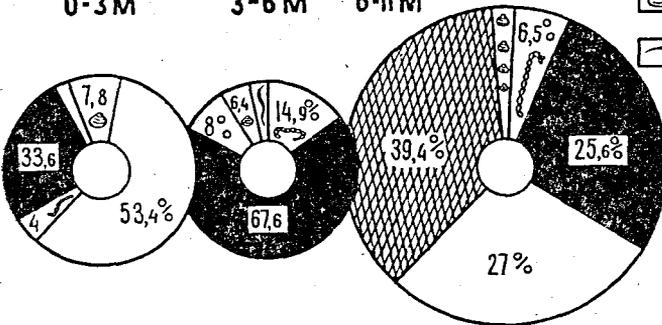
-  *Tsemireductus*
-  *sp. Tendipedidae*
-  *Oligochaeta*
-  *Chaoborus*
-  *Pisidium*
-  *прочие*



0-3М

3-6М

6-11М



0-3М

3-6М

6-11М

Рис. 4. Соотношение групп бентоса Крошнозера в плотности (на м<sup>2</sup>) в связи с глубиной.

Богатая в количественном отношении фауна дна Крошнозера не отличается большим разнообразием видов, однако значительная часть их составляет высококормный и средnekормный бентос. Крошнозеро относится к прекрасным нагульным водоемам, где не только рыбы-бентософаги находят себе достаточно корма, но и хищники долгое время питаются донными организмами (окунь — до 9 лет).

Среди водоемов южной Карелии Крошнозеро выделяется высокими показателями биомассы дна. В этом отношении Миккельское озеро уступает ему во много раз. В 1948 г. максимальная величина биомассы в Крошнозере достигала 695 кг/га площади дна при количестве особей, доходившем до 16 200 экз. на 1 м<sup>2</sup>. Минимальная величина биомассы составляла не менее 98 кг/га (Александров, 1951). По данным М. Б. Зборовской (1948), средняя биомасса Крошнозера для летнего периода 1947 г. была равна 156,7 кг/га.

За исследуемый период (1952—1954 гг.) максимальная биомасса, по нашим данным, наблюдалась в марте 1954 г. и составляла 468,8 кг/га при плотности бионтов 5810 на 1 м<sup>2</sup>. Значительная часть бионтов (309,3 кг/га) приходится на *T. semireductus*. Средняя годовая биомасса за 1953 г. равнялась 143,9 кг/га, что редко отмечается для карельских озер.

По высоким показателям биомассы дна и кормности почти всего бентоса Крошнозеро может считаться нагульным водоемом для рыб не только самого озера, но и ближайших водоемов.

Мало используемые и составляющие значительный процент биомассы *T. semireductus* могут послужить прекрасным кормом для сазана, которого можно ввести в Крошнозеро.

### 3. ПИТАНИЕ РЫБ-БЕНТОСОФАГОВ

**Лещ.** Нами определялось питание леща не только Миккельского озера, но также Шотозера и Крошнозера, откуда лещ шел на нерест. В мае и июне 1952 г. мережа была поставлена устьем по течению р. Миккельской, что дало возможность собирать материал по шотозерскому стаду леща, идущему на нерест.

Основной пищей поднимающемуся шотозерскому лещу служили личинки симулид, которые в р. Миккельской получают массовое развитие. На втором месте по частоте встречаемости стоит детрит и личинки насекомых (ручейников, поденок, тендипедид). Кишечники леща хорошего наполнения. При питании симулидами средний индекс наполнения доходит до 120. Отмечено, что у шотозерского леща, идущего на нерест, личинки мошек и детрит служат пищей лишь до 8—9 лет. С 9 лет у этого леща отмечены в питании главным образом личинки насекомых, однако индекс наполнения гораздо ниже. До 9 лет шотозерский лещ питается более интенсивно, чем старше. Это вызвано тем, что для нерестового леща (в Карелии лещ созревает к 8—9 годам) характерна пониженная активность питания.

Самки и самцы леща на первых стадиях развития половых продуктов, а также ювенильные лещи питаются более интенсивно по сравнению с лещом V и VI стадий зрелости половых продуктов. Заметна разница даже в том, что самки и самцы одной стадии развития относятся различно к тому или иному корму. Например, у самцов стадии I—II виден перевес в пище ручейников и детрита, однако сохраняется главная роль куколок и личинок симулид. Самки в пищевом рационе помимо симулид, ручейников и детрита имеют ракушки пизидиум и тендипедид.

Интенсивность питания леща в реке возрастает в связи с прогреванием воды (табл. 1).

Таблица 1

Средний индекс наполнения у леща в связи с изменением температуры воды

Пол	май (+6,5°)	июнь (+16,9°)
юв.	66,5	109,0
♀ ♀	71,2	113,9
♂ ♂	80,6	164,1

Осенью лещ питается в реке личинками насекомых, детрит в пище отсутствует. Покатный лещ имел кишечник слабого наполнения, так как в холодное время лещ питается меньше.

В самом озере характер питания леща несколько иной. Пищевыми компонентами служат тендипедиды, ручейники, водяной ослик, пизидиум, детрит. По частоте встречаемости первое место занимают тендипедиды и детрит, затем пизидиум.

Наибольшая активность миккельского леща отмечена в августе (данные 1952 г.) при средней температуре воды 16,5°. В связи с похолоданием воздуха и охлаждением водоема в сентябре (средняя температура воды 10,3°) и в октябре (средняя температура воды 2,1°) индекс наполнения резко сокращается: с 84,5 в августе до 43,5 — в сентябре и 7,5 — в октябре. Понижение температуры воды снижает общую жизнедеятельность рыбы, а следовательно, и ее поисковую способность. В летнее время число пищевых компонентов гораздо больше. К осени оно уменьшается. Зимой лещ питается очень мало. По наблюдениям В. Я. Никитинского (1929), в центральных водоемах качественный состав пищи леща также сильно меняется во времени.

На характере питания сказывается возраст леща. На ранних этапах развития лещ питается планктоном, мелкие формы тендипедид появляются на первом году жизни леща. У леща 2—4 лет к придонному планктону в значительной степени прибавляются личинки тендипедид, ручейников, детрит. У леща 5—6 лет наблюдается более активное питание, в пище заметно преобладают тендипедиды над детритом, придонные формы планктона встречаются единично.

Выяснено, что при переходе на питание личинками насекомых лещ растет быстро, что было отмечено нами у 5- и 7-леток. В пище леща 7—8 лет большой вес имеют пизидиум, возрастает значение личинок ручейников, однако тендипедиды остаются основной пищей. Старшая возрастная группа (свыше 9 лет) выделяется крупными и более грубыми пищевыми компонентами. Личинки ручейников, водяной ослик, пизидиум, вальвата, прудовики несколько снижают роль тендипедид и детрита. Среди иловых частиц пищевого комка леща в массовом количестве отмечены придонные планктонные формы, как например *Leydigia*, *Alona*, *Alonella*.

Как показывают данные обработки большого материала, с возрастом леща увеличивается видовой состав пищи: в 2—4 года насчитывается до 5 компонентов, в 9 лет и старше у леща их отмечено до 9.

Значительная роль детрита в пище миккельского леща объясняется, вероятно, тем, что на поверхности дна, в непосредственной близости над ним, существует своеобразная микрizona, где организмы микро-

бентоса достигают значительной концентрации. Лещ, питаясь мелкими донными формами этой зоны, заглатывает вместе с ними и частицы ила.

На ранних стадиях развития миккельский лещ является монофагом, на более поздних стадиях — полифагом. Согласно данным Г. В. Никольского (1949), обеспеченность пищи леща будет меньше на старших возрастах. Отсюда можно сделать вывод, что молодь леща Миккельского озера лучше обеспечена кормом.

Что касается питания леща в связи с созреванием половых продуктов, то можно отметить, что молодые неполовозрелые формы питаются более интенсивно, чем половозрелые. По мере созревания половых продуктов активность в питании леща несколько падает. Так, у ювенильных форм средний индекс наполнения равен 95,3, у самок стадии II—III — 70 (табл. 2).

Таблица 2

Изменение индекса наполнения в связи со стадией зрелости половых гонад у самок миккельского леща

Стадии зрелости половых продуктов			
II—III	IV	V	VI—II
70	31,2	25	32

Самки с текущей икрой питаются очень мало и редко. По интенсивности питания первое место занимают ювенильные формы, затем взрослые самцы и самки.

Миккельский лещ (мелкий лещ) питается в основном донными кладоцерами и тендипедидами, заглатывая при этом массу детрита. Крошнозерский лещ подобно миккельскому лещу питается тендипедидами, заглатывая детрит, донных кладоцер, мелких нематод. Здесь также наблюдается различие в пищевом спектре в летнее и зимнее время.

Летом пища леща в видовом отношении более разнообразна; отмечены тендипедиды, ручейники, макрофиты, иногда личинки стрекоз. До 64,5% пищи крошнозерского леща составляют детрит и придонный планктон.

Осенью и зимой в пище леща обнаружены только тендипедиды и детрит, причем роль тендипедид возрастает в холодное время: в октябре личинки тендипедид составили 60%, в апреле — 95% пищи. Как редкое явление в Карелии следует отметить питание леща в Крошнозере зимой крупными личинками *T. semireductus*, которые были отмечены у лещей весом свыше 1 кг.

За счет увеличения числа пищевых компонентов и большой интенсивности питания в летнее время у леща отмечен высокий индекс наполнения: если в апреле он был равен 16,9, то в июле — 51,7. В одной из проб найден гаммарус.

Характер пищи леща с возрастом изменяется. У леща в 2—4 года пища состоит из детрита с богатой фауной придонного планктона, тендипедиды играют незначительную роль. В возрасте 5—6 лет число пищевых компонентов заметно увеличивается, основное значение приобретают тендипедиды, однако среди них можно встретить крупных личинок стрекоз и остатки высшей водной растительности (редко).

По мере роста леща в его пище значительно возрастает роль тендипедид. По частоте встречаемости тендипедиды составляли в возрасте 1—4 лет 10,5%, в возрасте 5—6 лет — 45%, 7—8 лет — 52%, 9 лет и старше — 58%.

Одновременно снижается значимость детрита в питании леща. Так, в младшей возрастной группе на детрит с донными кладоцерами приходится 46,5%, у леща в 5—6 лет — 13%, в более старшем возрасте — только 7%.

Пизидиум в пище крошнозерского леща отмечен редко. Можно сказать, что лещ Крошнозера питается преимущественно тендипедами, заглатывая детрит. Сравнивая пищевой спектр леща и ерша, можно убедиться в том, что тендипеды являются основным кормом как для ценной рыбы — леща, так и для малоценной рыбы — ерша.

Характерно отметить, что у леща в различных водоемах Карелии и за ее пределами наблюдается разнообразное питание.

Лещу Нюкозера свойственно питание тендипедами, в несколько меньшей степени — моллюсками (вальвата, катушки, сфериум, пизидиум). Излюбленной пищей леща Гимольского озера служат личинки ручейников и мелкие ракушки пизидиум, с 8 лет у этого леща в пище преобладают тендипеды. Существенную роль в питании сяозерского леща играют двустворчатые моллюски; личинки ручейников, поденок, тендипедид встречаются реже. Из тендипедидной фауны Сямозера лещ использует мелкие зеленые формы верхних слоев ила: *Procladius* и *Orthocladinae*. Среди иловых частиц как у сяозерского леща, так и у миккельского можно найти массу сильно переваренных хидорид, цельные *Alona*, *Leydigia*, *Alonella*, *Eurycerus*.

Питание миккельского леща бентофауной указывает на то, что в озере для него достаточно корма, учитывая, что взрослый лещ сюда приходит только на нерест. Здесь не наблюдается такой картины, как в озере Туусула, где взрослый лещ из-за недостатка пищи вынужден переходить на питание планктоном (Järnefelt, 1921).

Во многих озерах Финляндии, бедных кормами, лещ всю жизнь должен удовлетворяться, как „вынужденным“ питанием, планктоном (Valle, 1934).

В Псковском и Чудском озерах лещ во всех возрастных группах питается преимущественно животными организмами: моллюсками, ракообразными и насекомыми. Водяные насекомые в пище леща представлены главным образом личинками *Chironomus* (Домрачев, 1929).

В озерах центральной полосы лещ питается тендипедами, причем большое значение имеют крупные личинки *Tendipes*.

В озерах Карелии (Гимольское, Сямозеро, Нюкозеро, Миккельское) *T. semireductus* и *T. plumosus* в пище леща, как правило, отмечены очень редко или вовсе отсутствуют.

Явное преобладание детрита и придонного кладоцерного планктона в пище леща Миккельского озера объясняется доступностью этого корма для младших возрастных групп. Более взрослый лещ питается моллюсками и личинками насекомых.

Питание леща обследованных нами водоемов характеризуется следующими особенностями:

1) питание миккельского и крошнозерского леща находится в прямой связи с температурой воды: при прогревании водоема интенсивность питания возрастает и увеличивается число пищевых компонентов, при похолодании лещ питается меньше;

2) лещ Миккельского озера и Крошнозера в раннем возрасте имеет больший индекс наполнения, чем его старшие возрастные группы;

3) в связи с ростом леща увеличивается число пищевых компонентов, изменяется характер питания;

4) основным кормом леща озер Миккельского и Крошнозера является детрит с обильным населением придонного слоя и мелкие тендипеды;

5) по мере созревания половых продуктов активность в питании леща несколько снижается. Во время нереста лещ почти не питается;

6) главная пища леща в р. Миккельской состоит из личинок симулид, причем лещ, идущий из Шотозера, имеет более наполненный пищеварительный тракт, чем покатный лещ.

**Ерш.** Ерш, питающийся в самые ранние стадии своего развития зоопланктоном, является типичным бентософагом.

В Миккельском озере ерш питается главным образом тендипедидами, однако *T. semireductus*, дающий высокий показатель биомассы дна, в пище ерша встречается очень редко.

У миккельского ерша наблюдается полное соответствие интенсивности питания с максимальным развитием донной фауны. Ранним летом, когда перед вылетом имаго насекомых в озере наблюдается высокая биомасса дна, ерш питается усиленно. То же было отмечено и в момент возрастания биомассы за счет роста личинок новой генерации.

Пищеварительный тракт ерша всегда хорошего наполнения. Пищевой спектр его не остается стабильным. В мае в пище ерша было отмечено всего 5 компонентов, в июне — уже 10, однако доминирующая роль все время принадлежит тендипедам. В октябре пища ерша однообразная и состоит преимущественно из тендипедид и ракушек пизидиум.

В пищевом спектре ерша можно отметить разницу в различные периоды его роста. Неполовозрелые ерши почти в равной степени питаются ручейниками и тендипедами, которые составляют около 60% всей пищи, другие бионты представлены в меньшей степени. Высокий индекс наполнения у ювенильных форм объясняется присутствием большого количества песка от разрушенных домиков *Leptoceridae* и *Limnophilidae*.

В связи с созреванием половых продуктов ерша возрастает роль тендипедид в его пище. В пищевом рационе самцов тендипедида составляют 64,6%, одновременно увеличивается содержание детрита с придонным кладоцерным планктоном, ручейники играют незначительную роль.

Ракушки пизидиум отмечены только у самок и самцов, а водяные ослики чаще характерны для неполовозрелых ершей. Половину пищи самок ерша составляют тендипедида, значительный процент приходится на детрит. Личинки ручейников чаще отмечены у самок, чем у самцов.

Что касается линейных размеров, то у ершей, имеющих длину тела (по *ad*) 21—50 мм, высокий индекс наполнения объясняется большим количеством ручейников и их домиков. Крупные ерши (*ad* свыше 50 мм) питаются преимущественно тендипедами, и средний индекс наполнения в этом случае ниже.

В питании различных возрастных групп ерша имеются свои отличия: до 7 лет в пище ерша тендипедида составляют до 68,5%; у ершей в 2—3 года ручейники имеют больший вес, чем в старших возрастных группах; роль пизидиум как пищевого компонента возрастает с 4—5 лет; с 4 лет в пище ерша появляются водяные ослики, значимость которых с возрастом ерша увеличивается; крупные личинки *Sialis* обнаружены в старшей возрастной группе ершей (с 8 лет).

Главной и основной пищей ерша Миккельского озера служат мелкие зеленые тендипедида. Возможно, что переход ерша на питание тендипедами объясняется отходом более крупных ершей вглубь.

У ерша отмечена высокая поисковая способность, что приводит к мнению о существовании конкуренции в питании ерша и леща при локальном совпадении пастбищ и сходстве их пищевых спектров; у леща в таких случаях наблюдается плохой, голодающий экстерьер.

В условиях Миккельского озера говорить о резко выраженной конкуренции в питании ерша и леща нельзя, так как взрослый лещ здесь не держится по ряду причин, не связанных с кормом.

Крошнозерский ерш питается различными бентическими организмами, но предпочитает тендипедид. В пищевой рацион крошнозерского ерша входят тендипедида, детрит с кладоцерным планктоном, ручейники, водяной ослик, вислокрылки, пизидиум. В одном случае был найден гаммарус. Как и в Миккельском озере, пища крошнозерского ерша становится разнообразнее в связи с прогревом водоема и развитием в нем жизни. Если в мае ерш питается почти одними тендипедидами, то в летние месяцы при доминирующем положении последних появляются новые формы.

В раннем возрасте ерш в Крошнозере питается личинками тендипедид, заглатывая детрит. После 5 лет ерш переходит на питание уже крупными бентическими формами: личинками ручейников, вислокрылок, водяными осликами.

По мере роста у ерша, как и у всех рыб, возрастает число пищевых компонентов, изменяется также и интенсивность питания. При одинаковом пищевом спектре ерша 2—4 и 4—5 лет отчетливо выявляется наибольшая активность в питании более старших возрастных групп. У половозрелых ершей интенсивность питания выше, чем у ювенильных форм, причем самки питаются более активно, чем самцы.

Сравнивая питание миккельского и крошнозерского ерша, можно отметить, что: 1) в обоих озерах основную пищу ерша составляют личинки мелких зеленых тендипедид; 2) в связи с прогреванием водоема пища ерша становится разнообразней, богаче; 3) в октябре ерш в обоих озерах переходит на питание главным образом тендипедидами.

В Миккельском озере личинки ручейников и водяной ослик в отдельные месяцы имеют большой удельный вес в пище ерша. В Крошнозере они такого значения уже не имеют. В одно и то же время ерш обоих озер питается различными формами бентоса, однако преобладающей группой всегда остаются тендипедида.

**Плотва.** Пища плотвы Миккельского озера состоит в основном из водорослевого обрастания с богатым пищевым фондом микрофауны. Следует отметить, что растительные организмы в составе перифитона преобладают над животными. Здесь в большом количестве можно встретить *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Pinnularia*, в несколько меньшем количестве *Pediastrum*, *Scenodesmus*, *Melosira*, *Sphaeronostoc*, *Cosmarium*, *Closterium*. Из зоопланктона довольно часто отмечены *Alona* и *Sida*.

В зависимости от того, с каких макрофитов был перифитон, в пище плотвы преобладают растительные или животные формы. В перифитоне плавающих листьев кубышки, кувшинки, плавающего рдеста и водяной гречиши явно преобладают животные формы. На стеблях тростника, хвоща, камыша перифитон носит растительный характер. Довольно часто в обрастаниях находим мелких тендипедид, нематод, олигохет.

Помимо обрастаний пищей плотве служат личинки ручейников, пизидиум, вальвата, молодь *Radix ovata*, тендипедида, детрит, поденки. Доминирующее положение среди ручейников в пище плотвы занимают *Phryganea striata*, число которых в ее кишечнике доходит до 15. Из зоопланктона отмечены *Cyclops*, *Bosmina*, *Alona*, *Sida*.

До 3-летнего возраста миккельская плотва питается исключительно водорослевым обрастанием, после 3 лет добавляются ручейники. В 6 лет и старше у плотвы наблюдается более разнообразная пища; но все бионты, отмеченные в пище плотвы, относятся к зарослевым формам. Иногда в пищевом комке плотвы встречаются листья рдеста и шиль-

ницы. Тендипедида плотвой употребляются очень редко. Ил является препятствием, ослабляющим возможность конкуренции плотвы с лещом.

Как и у других рыб, у плотвы отмечена сезонная динамика питания. В мае, когда еще слабо развита зона зарослей макрофитов, у плотвы средний индекс наполнения был равен 45, в июне — 107. Появляются такие новые компоненты, как личинки стрекоз и поденок (до 72 экз. *Ordella horaria* в кишечнике). Перифитон с богатой фауной и обильными диатомовыми в июне занимает ведущую роль в пище плотвы. К июлю средний индекс наполнения (136,3) возрастает за счет появления в пищевом рационе плотвы макрофитов и ручейников.

Осеннее питание плотвы носит несколько иной характер, чем летом. Макрофиты уже не встречаются, а водяной ослик, вальвата и личинки ручейников отмечаются довольно часто.

Свойственные плотве низкая пищевая активность и широкая пищевая пластичность указывают на то, что плотва избегает конкуренции в питании и использует в качестве пищи те организмы, которые не потребляются другими рыбами. По пищевому спектру плотвы можно судить о том, какие группы животных менее всего служат пищей для других рыб. В случае интродукции в водоем какого-либо нового вида плотва не будет оказывать ему сопротивления, а займет свободную нишу.

Составной частью пищи миккельской плотвы на протяжении всей ее жизни являются фауна и флора водорослевых обрастаний.

У миккельской плотвы, как и у плотвы Гимольского озера, в младших возрастных группах отмечена растительная пища. В отличие от гимольской плотвы, у которой из ручейников чаще встречаются *Molanna palrata*, для миккельской плотвы характерны *Phryganea striata*.

В Нюкозере растительная пища у плотвы составляла 67%, а ручейники — 33%. В пищевом спектре тикшезерской плотвы ручейники составляют 66,7%, макрофиты — 10,3%, *Radix ovata* — 5,1%, фитопланктон — 5,1%; остальные формы встречены спорадически. Из ручейников преобладают *Leptoceridae* и *Limnophilidae*.

В Энгозере ручейники также являются основной пищей плотвы (97%), лишь незначительная часть приходится на кладоцерный хитин. Макрофиты в пище энгозерской плотвы отсутствуют из-за очень слабого их развития в озере.

И. И. Грезе (1953) указывает, что для сибирской плотвы в олиготрофных водоемах характерно преимущественно растительное питание (фитопланктон и макрофиты), в евтрофных — зообентос.

В Глубоком озере взрослая плотва не столько бентософаг, сколько потребитель обрастаний и планктона. Потребление большого количества водорослей начинается здесь у плотвы с самого раннего возраста (Кривобок, 1952).

В Карелии растительная пища у плотвы отмечена в водоемах с признаками евтрофии; зообентос в пище плотвы чаще встречается в олиготрофных озерах (Тикшезеро) или озерах, бедных макрофитами (Крошнозеро).

Состав пищи и степень интенсивности питания плотвы Миккельского озера зависит от места ее обитания (табл. 3).

На участках с зарослями макрофитов, достигающими максимального развития, плотва находит больше корма (средний индекс наполнения превышает 120). На середине озера, где отсутствуют береговые формы бентоса и заросли представлены отдельными пятнами рдестов, плотва питается исключительно перифитоном.

Таблица 3

Питание плотвы в различных районах Миккельского озера  
(частный индекс наполнения)

Пищевые компоненты	Исток реки Миккельской	Река Матчелица—ручей Сулгуоя	У деревни Лахты	Район мыса Холунёкка	Середина озера
Ручейники . . . . .	40,4	33,0	2,3	21,5	—
Valvata . . . . .	9,4	—	—	—	—
Pisidium . . . . .	5,5	12,0	—	—	—
Radix. ovata . . . . .	—	18,0	22,1	1,3	—
Макрофиты . . . . .	12,2	—	—	10,9	—
Иловые частицы с кладоцерным хитином . . . . .	14,8	27,2	36,0	75,0	—
Перифитон . . . . .	—	30,5	13,0	15,0	60
Общий индекс наполнения . . . . .	82,3	120,7	73,4	123,7	60

Состав пищи плотвы настолько разнообразен в различных водоемах, что ее можно считать то растительной (Нюкозеро), то бентосоядной (Тикшезеро, Энгозеро).

В Крошнозере основным кормом для плотвы служит детрит с богатой фауной придонного планктона. По мере развития зарослей макрофитов, которые отмечены в истоке р. Матчелицы и в отдельных заливах, пища крошнозерской плотвы обогащается личинками ручейников, тендипедами, водяными осликами, хаоборусом, перифитоном, моллюсками. Среди иловых частиц пищевого комка плотвы можно найти мелкие тендипеды, олигохеты, нематоды, кладоцерный хитин, фитопланктон.

Плотва Крошнозера, не достигшая половой зрелости, питается более интенсивно. Средний индекс наполнения у ювенильных форм 103, у самцов — 87, у самок — 71. У самок пища более разнообразна и насчитывает до 9 форм. По мере созревания половых продуктов активность питания крошнозерской плотвы снижается: у плотвы в стадии половой зрелости II—III средний индекс наполнения равен 66, после нереста плотва начинает усиленно питаться, и индекс наполнения возрастает до 102.

Питание плотвы двух соседних озер, Миккельского и Крошнозера, отличается тем, что миккельская плотва потребляет в основном водорослевое обрастание, листья макрофитов, а затем уже ручейников; у крошнозерской плотвы на первое место выступает детрит с придонным планктоном. Различие в питании объясняется тем, что в Крошнозере зона зарослей очень бедна и приурочена лишь к отдельным заливам, литораль развита слабо, в то время как в Миккельском озере густые заросли макрофитов опоясывают все берега, где плотва находит себе обильный корм.

**Окунь.** Окунь Миккельского озера, как и в других водоемах, на ранних стадиях развития питается планктоном. Чисто планктонное питание свойственно личинкам окуня, у сеголеток встречаются уже мелкие тендипеды, с возраста 1+ наряду с планктонными формами встречаются бентические (ручейники, тендипеды, поденки, водяные ослики). На третьем году жизни в пище окуня в незначительном количестве

появляется рыба; из зоопланктона отмечены *Bosmina*, *Leptodora*, *Sida*, *Eurycercus*, *Bythotrephes*, *Chydorus*. Еще на 3 году жизни планктон играет большую роль в питании окуня.

На питание только одной рыбой миккельский окунь переходит после 7 лет. Поздний переход окуня на хищничество доказывает обеспеченность его бентосным кормом. В самом младшем возрасте в пище окуня отмечен только планктон, в 2—3 года насчитывается 9 компонентов, у окуня в возрасте 4—5 лет — 15 видов бионтов. Среди донных форм в пище окуня преобладают ручейники и тендипедиды.

Пищевой спектр миккельского окуня сходен с окунем Гимольского озера. В обоих случаях в пище виден явный перевес ручейников. Переход с планктонного питания на бентосное и с бентосного на хищное в обоих озерах у окуня происходит почти одинаково. Из рыб пищей окуню служат как мальки, так и взрослые формы плотвы, ерша, окуня. В значительной степени окунь питается своими собратьями. Отмечены случаи заглатывания икры рыбы вместе с субстратом.

Неполовозрелый миккельский окунь отличается однообразием пищи, небольшим числом ее компонентов. Самки на ранних стадиях развития половых желез питаются интенсивно, в их пище отмечено до 13 различных форм бентоса с преобладанием тендипедид и ручейников.

По мере созревания икры пища у окуня в видовом отношении несколько обедняется. То же явление наблюдается и у самцов: в пище их чаще отмечены остатки макрофитов, число пищевых форм только 7. Самцы III стадии зрелости гонад питаются тендипедидами, значительный процент пищи составляют донные кладоцеры и поденки. У самцов V—VI стадии зрелости гонад доминируют ручейники.

Крошнозерский окунь является в основном потребителем тендипедид, которые составляют до 64% его пищи. Другие формы бентофауны отмечены в меньшем количестве. По мере роста окуня хищничество в питании его занимает все большее место. Так, в питании окуня в 2—3 года рыба составляла 5%, в 4—5 лет — 7%, в 6—9 лет — 20%. Только после 10 лет крошнозерский окунь становится исключительно хищником. Довольно часто у окуня Крошнозера можно отметить крупных личинок *T. semifreductus*, однако мелкие зеленые формы личинок комаров превалируют над крупными. Окунь в течение долгого периода жизни может считаться конкурентом в питании леща, потребляя корм последнего.

У крошнозерского окуня в разное время года наблюдается различное потребление тех или иных компонентов. Наблюдения показали, что сразу после ледохода, когда водоем еще не прогрелся и жизнь в литорали начинает только развиваться, пища окуня бедна. В мае отмечено всего лишь 5 форм. По частоте встречаемости значительный процент составляют тендипедиды. Средний индекс наполнения в мае равен 78. В июне, когда появляется масса бионтов и окунь находит себе обильный корм, число пищевых компонентов доходит до 10. Если в мае преобладают личинки тендипедид, то в июне перевес берут их куколки. В пищевом рационе окуня появляются зарослевые формы: личинки ручейников, стрекозы, прудовики.

В июле после вылета имаго многих форм насекомых водоем обедняется донной фауной, и это сказывается на питании окуня. Содержание тендипедид в его пище несколько уменьшается, но возрастает роль детрита, рыбы и личинок хаборус. Сокращение численности хаборус в июле объясняется массовым потреблением его окунем.

Окунь Миккельского озера и Крошнозера в течение долгого времени является потребителем бентоса, лишь в старших возрастных груп-

пах (около 10 лет) он становится типичным хищником. Обилие корма в озерах дает возможность окуню долгое время оставаться бентософагом. В северном озере Карелии—Тикшезере излюбленным кормом окуня являются сиги и ряпушка, которые составляют около 70% его пищи. С 6 лет окунь Тикшезера переходит исключительно на хищное питание. Ранний переход окуня на хищничество вызван бедностью бентофауны озера. У окуня Ньюозера на бентос в пище приходится 91%, хищничество развито слабо.

Окунь Энгозера также рано начинает питаться рыбой, которая в его пищевом рационе составляет 83%. Из бентоса отмечены ручейники, понтопорея, мизиды. В озерах, где донная фауна бедна и не обеспечивает кормом рыб-бентософагов, окунь рано переходит на хищное питание, что наблюдается в Тикшезере и Энгозере.

**Сиг.** Потребителем бентоса в обоих озерах является сиг. В Миккельское озеро заходит шуйский сиг — *Coregonus lavaretus lavaretoides* p. *schuensis*. Пищей этому сигу в Миккельском озере служат личинки ручейников *Limnophilidae* вместе с их домиками, *Ordella horaria*, реже — жуки.

В Крошнозере отмечены две формы сегов — *Coregonus lavaretus lavaretoides* p. *schuensis* и *C. lavaretus karelicus* (typ.). Первый сиг в основном питается личинками *Chaoborus*; среди пищевых компонентов второго сига можно отметить личинок ручейников, пизидиум, водяных клещей, тендипедид (материал по питанию сегов относится главным образом к июлю — августу).

В северных озерах, где бентос богат реликтами, сии питаются *Mysis* и *Pontoporeia* (Тикшезеро). В Миккельском озере пищей сигу служат ручейники из сем. *Limnophilidae* и поденки, например, *Ordella horaria*.

**Язь.** На основании небольшого материала по питанию миккельского язя можно считать, что язь в р. Миккельской питается преимущественно личинками мошек, в меньшей степени он поедает водяных осликов и ручейников.

Изучение кормовых ресурсов озер Миккельского и Крошнозера дает основание для следующих выводов:

1. Миккельское озеро является нерестилищем карповых рыб и главным образом леща, который приходит сюда на нерест из Крошнозера и Шотозера. Заросли макрофитов, площадь которых с каждым годом увеличивается, служат местом кормежки рыб и субстратом для выметанной икры.

Лещ в Миккельском озере обеспечен кормом, учитывая, что взрослый лещ здесь не держится. Молодь леща находит корм в виде детрита с обилием придонного планктона и личинок насекомых, в основном тендипедид.

Для большей обеспеченности кормом крупного леща, который не сразу скатывается после нереста из Миккельского озера, необходим отлов ерша, в значительной степени конкурирующего с лещом в питании. Это даст возможность и туводному лещу питаться в значительной степени бентосом, что положительно скажется на его росте.

2. Крошнозеро представляет собой нагульный водоем. Обилие корма в нем приводит к тому, что хищники (в основном окунь) долгое время являются потребителями бентоса. Крупные личинки *T. semifiductus*, составляющие основную группу бентофауны и придающие биомассе высокие показатели, рыбами используются недостаточно. Можно рекомендовать введение в Крошнозеро сазана из средней полосы Союза, так как попытки акклиматизации южного сазана не дали результатов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александров Б. М. 1951. О биомассе донной фауны в озерах южной части Карело-Финской ССР. Труды Карело-Финского отделения ВНИОРХ, т. III. Петрозаводск.
- Герд С. В. 1949. Биоценозы бентоса больших озер Карелии. Госиздат КФССР. Петрозаводск.
- Грезе И. И. 1953. О некоторых закономерностях в питании сибирской плотвы. Труды Томского гос. университета им. Куйбышева, т. 125. Томск.
- Домрачев П. Ф. 1929. Питание и темп роста леща в Псковском и Чудском озерах. Изв. Отд. прикл. ихтиологии ГИОА, т. IX, в. 3.
- Зборовская М. Б. 1948. Озеро Крошнозеро и перспективы его хозяйственного освоения. Тезисы доклада на III научной сессии Гос. университета КФССР. Петрозаводск.
- Кривобок М. Н. 1952. Использование пищи молодью некоторых рыб. Доклад по биологии, системат. и питанию рыб, по химии моря и сетеконсервированию. Пищепромиздат, в. 1.
- Никитинский В. Я. 1929. Питание некоторых озерных рыб в нерестовый период. Русск. гидробиол. журнал, т. VIII, 6—7.
- Никольский Г. В. 1949. О закономерностях внутривидовых пищевых отношений у пресноводных рыб. Бюлл. Моск. общ. испыт. природы. Новая серия, LIV, 1.
- Järnefelt H. 1921. Untersuchungen über die Fische und ihre Nahrung im Tuusulasee. Helsingfors.
- Vaile K. I. 1934. Suomen kalat. Helsingissä.

О. И. ПОТАПОВА

## УСЛОВИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ ЛЕЩА В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ

Массовый нерест леща в различных водоемах в зависимости от гидрологического режима начинается при различных температурах. По литературным данным, икрометание леща происходит при температуре воды от 9 до 23°. В низовьях Волги массовое икрометание леща происходит при температуре воды от 17 до 23° (Терещенко, 1917), в низовьях Дона при 15—20° (Сыроватский, 1940), в низовьях Днепра при 10—18° (Великохатко, 1941), в средней Волге, близ Куйбышева, при 12—18° (Шапошникова, 1948), в озерах средней и южной Финляндии при 9—18° (Valle, 1934).

Характерно, что в период массового нереста леща колебания температуры незначительны и ограничиваются 3—4°. В связи с этим сроки икрометания леща изменяются во времени в широтном направлении: на юге — конец апреля и начало мая; в средней полосе — май; в карельских озерах — вторая половина мая и первая половина июня.

Продолжительность икрометания уменьшается с юга на север. Эта продолжительность у леща в Аральском море равна четырем—четырем с половиной месяцам, в низовьях Волги и в водоемах средней полосы Советского Союза — месяцу, в озерах Карелии — двум, трем, иногда одной неделе. Бóльшая продолжительность икрометания леща в южных водоемах связана с порционным икрометанием (Аральское море). Кратковременность нереста леща в карельских озерах является приспособительным свойством, связанным с целым комплексом условий среды, которые являются оптимальными для воспроизводства.

Несмотря на то, что среди лещей различается только два подвида: *Abramis brama brama* и *Abramis brama orientalis* (Берг, 1952), лещ имеет весьма широкое распространение, населяя различные по экологическим условиям водоемы. Широкое распространение леща связано с изменением основных биологических черт в его размножении. Населяя водоемы с различным гидрологическим и термическим режимом, лещ приспособляется к размножению в начале вегетационного периода, что обеспечивает наиболее благоприятные условия для выживания молодежи в первый год ее жизни.

Порционное икрометание с длительным сроком и многократными кладками на юге, где условия среды соответствуют развитию личинок в течение длительного вегетационного периода, сменяется на севере одновременным нерестом, заканчивающимся в короткий срок. Икрометание леща приурочено к началу весны, что при столь коротком вегетационном периоде с малым количеством теплых дней обеспечивает наиболее благоприятные условия для развития икры, питания и роста молодежи.

В озерах Карелии сроки наступления половой зрелости у леща поздние: лещ впервые нерестится здесь в 8, 9 и 10 лет, как исключение в 7-годовалом возрасте, но сохраняет половую воспроизводительность до „предельного“ возраста. Позднее созревание карельского леща связано с биологической особенностью северного леща с его замедленным темпом роста.

Нерестовые миграции карельского леща выражены слабее, чем у полупроходных лещей, но они имеются. Передвижения леща с мест зимовок на места икрометания связаны с физиологическим состоянием организма и созреванием половых продуктов. Процесс созревания половых продуктов у впервые созревающих лещей длительный и зависит от условий обитания леща. Созревание половозрелых лещей для повторного нереста в будущем году длится около года и определяется температурным режимом водоема в преднерестовый период.

В некоторых озерах Карелии нерестовые миграции леща ограничиваются передвижениями леща к местам нереста внутри самого водоема (Онежское озеро, Ладожское озеро, Ондозеро и др.). Имеются озера, в которые лещ входит на нерест из других озер, например, из Шотозера и Крошнозера — в Миккельское озеро, из оз. Гимольского — в оз. Кудомгубское, из Сязозера — в оз. Лакшярви и Сязозеро и др. Нерестилища леща приурочены к строго определенным и ограниченным участкам литорали, богатой водной растительностью; во многих озерах это предустьевые участки рек и залитые весенними водами прибрежные места.

В ихтиофауне озер Карелии, в которых обитает лещ, преобладают плотва, окунь и ерш. Нерест плотвы обычно бывает ранее нереста леща, поэтому нерестовые площади плотвы и леща часто совпадают. В Миккельском озере нерест плотвы предшествует нересту леща или происходит одновременно с ним. В таких случаях создаются благоприятные условия для образования гибридов между плотвой и лещом. На одновременный нерест плотвы и леща для водоемов Финляндии указывает Хаккарайнен (Hakkarainen, 1951). Он же пишет о частой встречаемости гибридов между плотвой и лещом, объясняя это одновременностью нереста этих рыб.

Для обитания леща в карельских водоемах необходимы следующие условия. Озера должны иметь умеренные глубины с илистым и песчаным дном, где расположены пастбища для откорма молоди и взрослого леща, и глубоководные участки, пригодные для зимовки леща. В озерах должна быть хорошо развитая литоральная зона с богатой водной растительностью, необходимая для размножения леща. Вся водная толща озера должна хорошо прогреваться в летний период.

В лещовых озерах должны преобладать серозеленые илы, богатые донной фауной и микробентосом, обеспечивающие кормом взрослого леща и молодь. Кроме того, необходим благополучный кислородный режим, исключающий заморные явления, а также отсутствие загрязнений остатками лесосплава и стоками промышленных вод.

### НАСТУПЛЕНИЕ ПОЛОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ЛЕЩА

Как указывалось выше, сроки наступления половой зрелости леща в озерах Карелии поздние. Ход созревания яичников леща из Миккельского озера нами наблюдался по изменению коэффициента зрелости. Коэффициент зрелости, т. е. отношение веса яичников к весу тела рыбы, выраженное в процентах, является весьма наглядным показателем хода созревания и стадий зрелости яичников. При определении стадии зрелости леща использована шестибальная шкала зрелости.

В I стадии зрелости (ювенильной) половые железы имеют вид тонких прозрачных тяжей, пол невооруженным глазом не различим; коэффициент зрелости 0,07—0,12% (0,30%). Эта стадия у леща из Миккельского озера встречается в возрасте до 3—4 лет. Увеличение веса яичников в такой стадии происходит очень медленно и значительно отстает от увеличения веса рыбы.

II стадия зрелости яичников у леща из Миккельского озера характеризуется наличием тонкого кровеносного сосуда, который тянется вдоль яичника и отчетливо виден невооруженным глазом. Эта стадия продолжительная и встречается у лещей 4, 5, 6, 7, 8 и 9-годовалого возраста, т. е. до наступления половой зрелости. Коэффициент зрелости во II стадии от 0,5 до 1,14%. Увеличение веса яичников происходит сравнительно медленно.

Средние показатели изменения коэффициента зрелости во II стадии (для всех возрастных групп) следующие: февраль — 0,31—1,13%, май — 0,84%, июнь — 0,81%, июль — 0,78%, август — 0,75—0,95%, октябрь — 0,83%.

У лещей, которые в будущую весну будут нереститься, яичники переходят в III стадию зрелости в июле или начале августа. Вес яичников в этой стадии начинает увеличиваться, что видно из средних показателей коэффициента зрелости по месяцам. В июле коэффициент зрелости в III стадии 1,11% ( $n=20$ ); в августе — 3,68% ( $n=5$ ), в сентябре — 5,79% ( $n=12$ ), в октябре — 6,21% ( $n=4$ ), в феврале — 6,27% ( $n=7$ ).

Созревание яичников в III стадии происходит наиболее интенсивно в период нагула леща, т. е. в теплое время года. Поздней осенью яичники леща заполняют всю полость тела, и икринки хорошо заметны (в октябре диаметр икринок около 1 мм). Переход яичников в III стадию зрелости у впервые созревающих лещей наблюдается в массе в 8-годовалом возрасте, частично в 7-годовалом и, как исключение, в возрасте 6+ (в нашем материале 2 экз.); первый нерест соответственно на год старше — весной следующего года.

По данным Л. А. Леви, у леща из Рыбинского водохранилища продолжительность третьей стадии зрелости от июня до февраля при коэффициенте зрелости от 4 до 7%. Лещ из Миккельского озера по ходу созревания яичников сходен с лещом из Рыбинского водохранилища (Леви, 1953).

IV стадия зрелости характеризуется сильным увеличением объема яичников, которые занимают всю брюшную полость самки. Икринки неправильной многогранной формы. Со второй половины зимы (с марта, иногда с февраля) начинают встречаться лещи с яичниками в IV стадии зрелости. Продолжительность IV стадии определяется с марта (иногда с февраля) и до начала икрометания, т. е. со второй половины мая и до второй половины июня. В преднерестовый период в мае месяце коэффициент зрелости в IV стадии от 5,7 до 16,5%, в среднем 10,9% ( $n=58$ ); диаметр икринок от 0,96 до 1,37 мм, в среднем 1,13 мм (для крупной икры).

Переход из IV в V стадию у леща наблюдается перед самым началом его нереста и характеризуется появлением прозрачных икринок. При полной зрелости яичника икра вытекает при легком надавливании на брюшко рыбы. V стадия зрелости текучая и длится от нескольких часов до нескольких дней. В V стадии происходит вымет яиц, и яичники переходят в VI стадию зрелости. Яичники в этой стадии сильно уменьшаются, становятся дряблыми и мягкими на ощупь, багрово-красного цвета, с небольшим количеством остаточной икры. Коэффициент зрелости в VI стадии (сразу после вымета яиц) в среднем 1,78%. Мы наблюдали у двух лещей в возрасте 15 и 16 лет коэффициент зрелости в VI стадии

3,14% и 3,49%, т. е. остаточная икра содержалась в значительном количестве. Продолжительность VI стадии около 1,5—2 месяцев. За это время происходит рассасывание остаточной икры, и начинается созревание яичников для последующего нереста (в будущем году).

П. А. Дрягин (1949, 1952) на основе фактических наблюдений и гистологических данных приходит к выводу, что после VI стадии у повторно созревающих рыб начинается новая волна овогенеза. Поскольку же у впервые созревающих особей не выделяется переходной стадии II—III, то и у повторно созревающих особей подобное состояние яичников следует отнести к стадии III или условно обозначать как стадию II—III.

У отнерестовавших особей в посленерестовый период мы отмечали стадию VI. Коэффициент зрелости у таких особей в июле составлял в среднем 1,25% — минимальный в посленерестовый период. С конца июля и в августе нами ставилась у повторно нерестующих особей стадия III. В третьей стадии зрелости бывает трудно отличать яичники впервые созревающих особей от повторно нерестующих. Непосредственные наблюдения за ходом созревания яичников миккельского леща показывают, что коэффициент зрелости во второй стадии у впервые созревающих самок обычно менее 1%, в то время как у повторно созревающих в посленерестовый период коэффициент зрелости во всех случаях более 1%.

С целью установления сроков первого нереста крайне необходимо обратить самое серьезное внимание на фактические наблюдения за ходом созревания яичников и широко использовать материалы по коэффициенту зрелости. Нужно ежемесячно собирать материалы для определения коэффициента зрелости для половозрелого и неполовозрелого стада отдельно (по 25 экз.) и соблюдать единую методику определения стадии зрелости, руководствуясь при этом коэффициентом зрелости, величиной икринок, цветом яичников, их величиной и другими доступными для макроскопических наблюдений признаками.

Приведенные материалы по ходу созревания яичников миккельского леща дают возможность следующих заключений:

I стадия зрелости длится у леща до трехгодовалого возраста. Коэффициент зрелости 0,07—0,12% (0,30%). Пол невооруженным глазом не определяется.

II стадия зрелости наблюдается с 3—4-годовалого до 7, 8 и 9-годовалого возраста. Это самая продолжительная по времени стадия. Яичники имеют вид светлых тяжей, кровеносный сосуд тянется вдоль всего яичника. Коэффициент зрелости 0,5—1,14%.

III стадия зрелости у впервые созревающих особей (с июля и до февраля—марта) встречается у лещей в возрасте между 6 и 7 годами (единично), в массе — между 7—8 и 8—9 годами жизни. При этом происходит быстрое увеличение объема яичников и диаметра икринок.

Коэффициент зрелости от 3,68% (в августе) и до 6,27% (в феврале).

IV стадия — икринки в яичнике хорошо отделяются друг от друга; коэффициент зрелости от 5,7 до 16,5%, при среднем 10,9%; диаметр икринок от 0,96 до 1,37 мм, при среднем 1,13 мм.

V стадия — вымет яиц. Стадия кратковременная (от нескольких часов до нескольких дней), наблюдается обычно в период со второй половины мая до второй половины июня.

VI стадия — яичники багрово-красного цвета, воспалены, масса кровеносных сосудов, есть остаточная икра. Коэффициент зрелости 1,27—3,49%; при среднем 1,78%. Продолжительность VI стадии около 1,5—2 месяцев. Минимальный средний коэффициент зрелости в VI стадии (в июле) 1,25%.

После VI стадии необходимо обозначать начало нового созревания (П. А. Дрягин, 1949) как стадию VI—III (только для особей повторно созревающих).

I и II стадии зрелости миккельского леща длятся в течение шести, семи и восьми лет жизни, а III, IV, V и VI — в течение одного года. Остается невыясненным вопрос о лещах, у которых яичники в возрасте 9, 10, 11 лет и старше перед нерестом находятся во второй или в третьей стадии зрелости. Эти лещи в силу каких-то условий в данном году не будут нереститься. В литературе имеются указания (Леви, 1953) на то, что если лещ по каким-либо неблагоприятным условиям не нерестится в этом году, то и в последующем году он к нересту не будет готов.

В Миккельском озере и Крошнозере в июле и августе встречаются лещи с невыметанной икрой. В августе 1945 г. на Сямозерский рыбпункт была привезена большая группа крупного леща из Вагадозера в возрасте 12 лет и старше с невыметанной икрой. У самок яичники заполняли всю брюшную полость тела, икринки легко отделялись друг от друга и имели сероватую окраску. Процесс резорбции остаточной (преимущественно мелкой) икры длится от 1,5 до 2 месяцев, резорбция невыметанной икры длится значительно дольше (в конце вегетационного периода заметных изменений яичников леща не видно). В зимний же период изменения яичников весьма малы, поэтому вполне правильно считать, что в последующий нерест такие лещи не будут нереститься.

При неблагоприятных экологических условиях, препятствующих икрометанию, особи с невыметанной икрой пропускают два нерестовых сезона. Крайне необходимо обратить внимание на эти факты, представляющие интерес при обсуждении причин, оказывающих влияние на воспроизводство запасов леща.

Лещ карельских озер поздно достигает половой зрелости, но сохраняет половую воспроизводительность до „предельной“ старости. „Предельный“ возраст выгозерского леща отмечен в 23—25 лет при длине тела 50 см и весе 3,29 кг (самец в IV—V стадии зрелости половых продуктов). Возраст самого крупного леща в Онежском озере отмечен в 17 лет. Наиболее крупный лещ в Пяозере оказался самкой в возрасте 21 года (Мельянцева, 1954). В Сямозере самая крупная самка в IV стадии зрелости половых продуктов отмечена в возрасте 26 лет (*ad* 52 см, вес 4,4 кг). В апреле 1953 г. в Крошнозере добыта самка в IV стадии развития половых продуктов в возрасте 26 лет (*ad* 60 см, вес 4,6 кг).

„Предельный“ возраст половой воспроизводительности для леща Аральского моря — 8 лет для самцов и 10 лет для самок (Морозова, 1952). Для азовского леща „предельный“ возраст определен в 9—10 лет (Дмитриев, 1931), для волго-каспийского — 8 лет для самцов и 12 лет для самок (Терещенко, 1917). В озерных водоемах лещи более крупные и старовозрастные. В Псковском озере часто встречаются лещи 10—12-летнего возраста, единично 17-летние, обнаружен также лещ в возрасте 22—23 лет длиной 59 см и весом 5 кг (Морозова, 1952).

Сохранение запасов леща обеспечивается участием в нересте большого количества производителей различных возрастных групп, многократным икрометанием каждой самки в течение жизни. Нормальное пополнение запасов леща при благоприятных экологических условиях нереста в водоеме обеспечивается при условии нормального размножения ежегодно большого количества производителей различных возрастных групп. Если промысел из года в год изымает большое количество

крупных лещей до нереста, то это ведет к ежегодному снижению количества икры и уменьшению запасов в последующем.

Нерациональный промысел леща в Миккельском озере, при котором основная масса производителей вылавливается на подступах к местам нереста, привел к подрыву запасов леща.

### ПЛОДОВИТОСТЬ ЛЕЩА

Плодовитость леща определена нами по 58 пробам от самок IV стадии зрелости, собранным в Миккельском озере в 1952—1954 гг. Яичники взвешивались с точностью до 0,1 г; для просчета бралась навеска в 1, 2, 3 и 5 г и фиксировалась 2% раствором формалина. При просчете учитывалась зрелая икра, измерялся диаметр икринок. Плодовитость определена у рыб в возрасте от 9 до 16-летнего возраста (табл. 1).

Таблица 1

Плодовитость леща Миккельского озера в зависимости от возраста

Возраст (в годах)	Среднее количество икринок	Колебания	Длина тела (в см)	Вес рыбы (в г)	Количество рыб
9	76 191	59 288—97 675	32,5—34,8	640—875	3
10	80 699	60 423—100 975	31,1—33,8	625—917	2
11	87 180	58 733—104 198	34,2—39,0	875—1210	8
12	154 311	77 130—247 863	36,8—40,5	855—1950	16
13	167 366	119 980—230 185	38,0—48,0	1380—2050	8
14	190 418	99 054—295 803	37,0—48,0	920—2360	9
15	243 907	139 469—501 380	39,0—57,0	1070—3300	9
16	139 897	93 078—216 435	42,0—46,4	1520—2100	3

Среди озерных лещей Карелии наибольшая средняя абсолютная плодовитость приводится для леща Миккельского озера (пришедшего из Крошнозера и частично из Шотозера)—158 000 икринок, для леща Сямозера—149 000, для леща Гимольского озера—142 000, для леща Гомсельгского озера—97 000 и наименьшая для Выгозера—69 000 икринок.

Колебания абсолютной плодовитости в каждой возрастной группе чрезвычайно велики. Среднее количество икринок возрастает с увеличением размеров и веса рыбы.

Увеличение абсолютной плодовитости миккельского леща несколько отстает от увеличения веса. Наибольшая абсолютная плодовитость у леща весом 3,3 кг. Для леща средней Волги указывается более быстрое увеличение абсолютной плодовитости по сравнению с возрастанием веса. Продуцирующая способность самок миккельского леща с возрастом не уменьшается, а увеличивается. Среднее количество икринок на 1 г веса очень близко в различных возрастных группах.

В литературе имеются указания на наибольшую продуцирующую способность каспийских лещей 5, 6 и 7-годовалого возраста, а лещи старше и моложе этого возраста имеют меньшее количество икринок на 1 г веса (Терещенко, 1917). Это, вероятно, является особенностью полупроходного леща и связано с условиями нагула и темпа роста. Видимо, питательные вещества, получаемые в процессе обмена, в пер-

вую очередь расходуются на рост самого организма. Поэтому для увеличения плодовитости какого-либо поколения необходимо резкое улучшение условий питания.

Относительная плодовитость леща, взятого из Миккельского озера, изменяется в связи с возрастом не столь резко. Средняя относительная плодовитость для всех возрастных групп 105 икринок на один грамм веса, или 105 000 икринок на 1 кг веса. Наибольшая относительная плодовитость 128 икринок на 1 г веса для возрастной группы 15; наименьшая — 77 икринок на 1 г веса для возрастной группы 16.

Относительная плодовитость миккельского леща меньше по сравнению с лещом из других водоемов. Для средней Волги указывается относительная плодовитость 125 000 икринок на 1 кг веса (Шапошникова, 1948); для ярового леща р. Днепра — 113 000 икринок на 1 кг веса. Наибольшая относительная плодовитость присуща лещам с порционным икрометанием, например, для аральского леща 264 000 икринок на 1 кг веса. Продуцирующая способность леща находится в зависимости от условий обитания и кормовых условий.

Сохранение и устойчивость запасов леща в озерах Карелии обеспечивается устойчивой плодовитостью и сохранением воспроизводительной способности до „предельного“ возраста. Это является приспособительным свойством вида в условиях северных водоемов, для которых характерен замедленный темп роста леща и связанная с этим позднеспелость.

Для лещей южных водоемов характерно порционное икрометание (Аральское море и др.), как тип икрометания, свойственный теплолюбивым видам рыб. С расселением леща в широтном направлении шла адаптация к условиям климата с коротким вегетационным периодом, что вело к изменению типа икрометания, именно к единовременному и кратковременному нересту, который происходит весной, т. е. в начале вегетационного периода. Изменение типа икрометания обеспечило сохранение потомства, а следовательно, и возможность обитания вида в наших северных водоемах. Черты порционности икрометания сохранились у некоторых озерных лещей. Для леща озера Ильмень П. А. Дрягин указывает на наличие порционного икрометания примерно у 5% самок.

У значительного количества лещей Миккельского озера диаметр икринок в различных участках яичника в преднерестовый период (конец мая — начало июня) однороден: от 0,96 до 1,37 мм, при среднем 1,13 мм. У девятилетних лещей в нашем материале диаметр икринок менее 1 мм, а у более старовозрастных во всех случаях более 1 мм. Из 58 яичников, взятых для определения плодовитости, у 17 лещей обнаружена мелкая и крупная икра. Диаметр мелкой икры от 0,5 до 0,8 мм, в среднем 0,67 мм. Количество мелких икринок составляет от 1,6 до 48,7% общего количества икринок в навеске (в штуках). В сборах 1952 г. была обнаружена мелкая икра у 5 лещей, в 1953 г. — у 12 лещей, в 1954 г. лещей с мелкой икрой не встречено (табл. 2).

В. А. Мейен (1944) пишет о порционности икрометания у отдельных самок леща в дельте р. Волги. В северных озерах обитает лещ с единовременным икрометанием. (Дрягин, 1949).

Нахождение лещей с мелкой икрой в Миккельском озере недостаточно для суждения о наличии черт порционного икрометания, так как нам неизвестна роль мелкой икры в процессе воспроизводства. Мы вправе предположить, что мелкая икра является резервной, остаточной икрой, которая после нереста рассасывается. При изменении экологических условий и улучшении кормовых условий эта икра может созревать, увеличивая абсолютную плодовитость и продуцирующую способность, что улучшает рыболовные качества леща.

Таблица 2

Данные по лещам Миккельского озера с мелкой и крупной икрой

Длина рыбы <i>ad</i> (в см)	Вес рыбы (в г)	Возраст (в годах)	Вес яичников (в г)	Количество икры в навеске 5 г			% мелкой икры (штук)
				крупная	мелкая	всего	
33,0	640	9	45,8	2529	60	2589	2,3
33,8	917	10	87,8	5747	125	5872	2,1
38,0	1190	11	91,7	5238	496	5734	8,6
36,5	760	11	65,1	4511	1805	5816	22,4
42,0	1410	12	150,0	4286	75	4361	1,7
38,0	1400	12	121,0	5245	359	5604	6,0
38,0	1050	12	149,7	4209	58	4267	1,3
43,0	1795	12	222,0	2132	101	2233	4,5
38,0	1480	13	140,0	4285	870	5155	1,6
48,0	1900	13	165,0	4503	290	4793	6,0
48,0	2000	13	190,0	1988	435	2423	17,9
48,0	2360	14	144,1	3437	3272	6709	48,7
43,2	1937	15	234,3	5256	62	5317	1,6
39,0	1070	15	136,7	4783	384	5167	7,4
42,0	1520	16	120,0	4591	2650	7241	36,5
43,5	1620	16	118,0	3944	370	4314	8,5
45,0	1950	12	272,0	2166	132	2298	4,8

Иногда мелкая икра в отдельных случаях составляет значительное количество. Так, в 1953 г. у двух лещей в возрасте 14 и 15 лет коэффициент зрелости в VI стадии (после нереста) составлял 3,14 и 3,49%. Основная масса леща в посленерестовой стадии имеет коэффициент зрелости менее 2,5%, в среднем 1,78%.

П. А. Дрягин (1949) указывает, что у единичных особей леща в первый срок нереста запас незрелой икры значительный, составляя от 2,6 до 3,6% и даже до 4% от веса тела; в таких случаях икротетание может быть и порционным. У лещей с единовременным икротетанием коэффициент зрелости в посленерестовой стадии от 1 до 2%, иногда до 2,5%. Предки карельских лещей имели порционное икротетание и являлись обитателями более южных мест с длительным вегетационным сезоном. В мелководных водоемах в теплое лето и зиму создаются благоприятные условия для развития крупной и мелкой икры.

#### УСЛОВИЯ И ХОД НЕРЕСТА ЛЕЩА В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ

Миккельское озеро<sup>1</sup> является естественным нерестилищем для леща, идущего на нерест из Крошнозера, а также для леща, поднимающегося из Шотозера. Из Крошнозера лещ идет на нерест по протоку —

<sup>1</sup> Гидрологическая характеристика приводится в статье В. А. Фрейндлинга, гидрохимическая — в статье Н. С. Харкевич, помещенных в настоящем сборнике.

р. Матчелице вниз по течению. Из Шотозера он поднимается по р. Миккельской (длина 1,5 км), преодолевая небольшие пороги. Нерестовые площади леща в Крошнозере расположены в двух заливах, прилегающих к истоку р. Матчелицы (залив между деревней Плекка и истоком р. Матчелицы — восточный берег, и залив между деревней Гонганалицы и р. Матчелицей — западный берег). Площадь этих нерестилищ около 2 тыс. м<sup>2</sup>. Здесь нерестятся небольшие стаи леща, а в основной своей массе нерестовые стада крошнозерского леща идут на нерестилища, которые из года в год приурочены к определенным местам в Миккельском озере.

Имея в виду особенности размножения леща, необходимо согласиться, что решающее значение в воспроизводстве запасов крошнозерского леща имеют нерестилища в Миккельском озере. Также несомненно, что ежегодно лещ из Шотозера по р. Миккельской входит на нерест в Миккельское озеро. Это можно доказать ловом леща в мережи, устанавливаемые в р. Миккельской.

Наши наблюдения по скату леща (1952 г.) из Миккельского озера указывают, что скат молодежи и взрослого леща в Шотозеро происходит в течение всего летнего периода. Осенью усиливается скат крупного леща. Материалы по зимнему распределению леща показывают, что основные места зимовки взрослого леща находятся в южном плесе Крошн-озера и в его глубоководных участках между деревнями Ершнаволок и Гонганалица.

С общим весенним потеплением начинаются передвижения леща к местам нереста.

Начало нерестовых миграций и нереста находится в прямой зависимости от гидрометеорологических условий данной весны. Многолетние данные по уловам нерестового леща в Миккельском озере показывают, что нерест бывает во второй половине мая и в первой половине июня. В 1949 г. нерест леща в Миккельском озере наблюдался между 16 и 20 мая и частично продолжался до 1 июня; в 1951 г. — между 6—9 июня; в 1952 г. — 1—4 июня при температуре воды 12,5—15,3°. В преднерестовый период (конец мая) температура воды колебалась в пределах от 8 до 13° (средняя 10,5°). Нерест длился четыре дня. За эти дни было выловлено 6358 экз. леща, в том числе 2802 самца (44%). Половой состав производителей в первый день нереста (с 31/V на 1/VI) характеризовался преобладанием самцов (64,5%) над самками, таким образом, на нерестилища первыми подходят самцы. С ходом нереста количество самок значительно возрастает, достигая в последний день 86,4%. Общее соотношение самок к самцам за весь нерестовый период (1952 г.) близко 1:1.

В 1953 г. прогревание Миккельского озера<sup>1</sup> происходило следующим образом. В первой декаде мая температура воздуха оставалась низкой, что задерживало прогревание водной массы: средняя придонная и поверхностная температура была 5,4—5,6°, т. е. наблюдалась гомотермия. В середине мая температура воздуха значительно повысилась, что вызвало прогревание всей водной толщи. Поверхностная температура воды 16 мая была 11,8°, придонная (на глубине до 2 м) — 7,1°; 17 мая — 14,8° и 15,4°. Столь быстрое прогревание всей водной толщи связано с мелководностью Миккельского озера (средняя глубина 1,4 м).

Первый нерестовый подход леща в Миккельском озере наблюдался с 18 мая, т. е. на две недели раньше, чем в 1952 г. Поверхностная температура воды в прибрежной зоне была 14—15°. В 1953 г. на бере-

<sup>1</sup> Миккельское озеро вскрылось ото льда 3 мая, Крошнозеро — 4—5 мая.

стилицах в Миккельском озере можно было различить две группы нерестовых лещей: первый подход с 18 по 23 мая при температуре воды 14—15°, второй — со 2 по 5 июня при поверхностной температуре 18—20°. В нерестовом стаде леща в 1953 г. соотношение полов в нерестовый период было непостоянным. В первые дни нереста преобладают самцы, так как они первыми приходят на нерестилища. В разгар нереста соотношение самцов и самок выровнялось и было близко 1:1. В конце нереста количество самок превосходило количество самцов. За весь нерестовый период 1953 г. соотношение самцов к самкам составило 1:2.

Во многих работах существенное значение придается влиянию паводка на размножение леща. Так, Г. Х. Шапошникова (1948) считает, что разгар нереста леща в р. Волге совпадает с пиком паводка при благоприятных температурных условиях. В озерах Карелии это явление имеет более слабое влияние на нерестовую миграцию леща и на увеличение нерестовых площадей. В Миккельском озере, по данным В. А. Фрейндлинга (1956), наибольший весенний подъем воды по отношению к низкому предвесеннему наблюдался в 1952 г. (0,75 м); наименьший весенний подъем уровней воды наблюдался в 1954 г. (0,5 м над предвесенним уровнем). Разгар нереста не совпадает с максимальным значением уровня воды, обычно пик паводка предшествует началу нереста. Уровни воды в озере имеют прямое отношение к размерам возможных нерестовых площадей.

Нерестовые площади в 1953 г. уменьшились в связи с более низким уровнем воды по сравнению с весной 1952 г. Некоторые нерестилища (около ручья Сулгуоя) в 1953 г. оказались совсем не залитыми весенней водой. Малый уровень воды отрицательно сказывается на подъеме шотозерского леща на нерест в Миккельское озеро. В 1953 г. на р. Миккельской плотина у мельницы оставалась над водой и служила препятствием для прохода нерестового леща из Шотозера в Миккельское озеро. Размножение леща и других весенненерестующих рыб совпадает с периодом высокого стояния весенних вод. Этот период является наиболее благоприятным для нереста и развития молоди.

Начало размножения леща в Миккельском озере определяется температурными условиями в Крошнозере и Шотозере в преднерестовый период. Температурный режим в преднерестовый период обуславливает готовность организма к размножению, а также определяет температуры на местах икротетания и в конечном счете сроки нереста. Развитие половых продуктов для последующего икротетания у леща начинается в посленерестовый период и совпадает с наиболее благоприятными температурными условиями и интенсивным питанием организма.

К зимнему периоду яичники леща находятся в третьей стадии зрелости и во второй половине зимы обнаруживают признаки перехода в IV стадию. В преднерестовый период на темп созревания яичников оказывает влияние температура водоема. В 1952 г. (в мае) средние температуры воды изменялись от 2,8 до 9,1° (до 25 мая), в последнюю пятидневку мая температура воды повысилась до 12—17°, и начался нерест.

Процесс икротетания леща в Миккельском озере происходит в определенных и сравнительно узких температурных пределах (12—20°). С понижением температур нерест прерывается и возобновляется с потеплением (например, 1953 и 1954 гг. на Миккельском озере, 1948 г. на Сямозере). В период икротетания леща и в других водоемах наблюдались похолодания (Шапошникова, 1948), при которых прекращался нерест леща. Икра, отложенная лещом в первый подход, развивается при

пониженных температурах, что, вероятно, до некоторой степени является положительным приспособлением. Нерест плотвы и леща обычно происходит в вечернее время, но мы наблюдали нерест леща и в утренние часы (при восходе солнца).

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕЩОВЫХ НЕРЕСТИЛИЩ

Лещ в озерах Карелии мечет икру на мелководных прибрежных участках, как и лещи, населяющие южные водоемы. Прибрежное мелководье хорошо прогревается во всей толще воды, что благоприятствует ходу эмбрионального развития. К моменту массового выклевывания личинок леща и перехода их на активное питание прибрежье является наиболее богатым в кормовом отношении участком. Оно же служит своеобразным северным питомником, где происходит „закаливание“ зародышей в икринках действием пониженных температур в ночное время (разница в температурах днем и утром достигает 3° и более).

В 1952—1954 гг. нами проведено обследование нерестилищ по наличию отложенной икры леща. Нерестилища леща в Миккельском озере расположены в литоральной зоне и в предустьевых пространствах рек и ручьев на глубине от 0,2 до 1,4 м. Большая часть икры леща отложена на нерестилищах с глубиной до 0,5 м, и только небольшая часть на глубине 1—1,4 м.

Для нерестилищ леща пойменно-ильменной системы рек Волги и Дона указываются меньшие глубины — от 0,25 до 0,6 м; для лещовых нерестилищ Аральского моря (Морозова, 1952) — от 1 до 1,5 м; для озер средней полосы Советского Союза — до 2 м. П. В. Михеев и Б. М. Себенцев (1949) при экспериментальных работах на пловучих нерестилищах наблюдали развитие икры леща на глубине 5—8 м (на вениках, выставленных вертикальными ярусами). Нижние веники засеивались икрой леща в ветреную погоду, а при тихой и теплой погоде использовались сначала верхние веники. В озерах Карелии нерест на таких глубинах (5—8 м) не наблюдался, но эти опыты говорят о приспособляемости леща к различным гидрологическим условиям.

В Миккельском озере в 1952 г. было обнаружено 22 нерестовых участка общей площадью в 450 м<sup>2</sup>, засеянных икрой леща; в 1953 г. 4 нерестовых участка площадью 400 м<sup>2</sup> и в 1954 г. одно нерестилище площадью около 150 м<sup>2</sup>. Возможные и пригодные для нереста леща участки озера составляют около 20 тыс. м<sup>2</sup>. Площадь возможных нерестилищ увеличивается в годы с высоким уровнем воды (1952 г.) и уменьшается в годы с низким уровнем (1953 и 1954 гг.).

Площадь, засеянная икрой леща, находится в зависимости от количества производителей, проникших к местам икрометания и нормально выметавших икру, то есть полностью зависит от организации промысла леща в период икрометания. На Миккельском озере интенсивный вылов производителей в период миграции леща к местам нереста и на самих нерестилищах приводит к ежегодному сокращению засева икрой леща нерестовых участков.

Субстратом для откладки икры леща служат корни и стебли прошлогодней осоки, водяной мох (*Fontinalis*), реже стебли хвоща, тростника и молодой полужник. Во многих озерах Карелии лещ откладывает икру на *Fontinalis*, который в некоторых водоемах образует густые заросли „подводных зеленых полей“. Икра на *Fontinalis* находится во взвешенном состоянии, и развитие ее происходит при более высоких температурах, что сокращает сроки развития (разница температуры

среди мха и свободной воды достигает 2—3°). При неводном лове развивающаяся икра вытаскивается на берег вместе с субстратом (водяным мхом). В Миккельском озере (около мыса Хопуннёкка) при неводном лове были полностью уничтожены подводные луга *Fontinalis*, и в 1954 г. на этом месте вовсе не обнаружено икры леща.

Густота засева икрой леща нерестилищ определялась с помощью пробных площадок в  $400 \text{ см}^2$  ( $20 \times 20$ ) до полуметровой глубины. На более глубоководных нерестилищах бралась проба с  $90 \text{ см}^2$  при помощи грабель. Вся растительность с отложенной икрой снималась в тазы с водой, и в лаборатории подсчитывалось количество живой и мертвой икры (по площадкам высчитывалась средняя густота засева на данном участке).

В 1952 г. плотность засева икрой леща составила до 3 икринок на  $1 \text{ см}^2$ , или 30 000 икринок на  $1 \text{ м}^2$  (мелководные нерестилища до 0,5 м глубины). Густота засева на глубине 1—1,5 м — до 2 икринок на  $1 \text{ см}^2$ , или 23 500 икринок на  $1 \text{ м}^2$ . В 1953 г. густота засева составила от 20 до 40 тысяч икринок на  $1 \text{ м}^2$ , в среднем около 15 000 икринок на  $1 \text{ м}^2$  (табл. 3). На пробных площадках, по наблюдениям 1952 и 1955 гг., количество мертвой икры составляло от 8 до 10%, что связано с высокой выживаемостью икры леща при естественном нересте. В местах, где производится неводной лов в период развития икры, густота засева не превышает 4000 икринок на  $1 \text{ м}^2$ , что, видимо, связано с вытаскиванием развивающейся икры с субстрата при тяге невода; на этих местах количество мертвой икры составляет до 40% и более (нерестилище около деревни Лахты). Неводной лов в период инкубации икры на местах нереста приводит к массовой гибели развивающейся икры.

По данным В. А. Кононова (1941), в ильменях средней и верхней Волги густота засева субстрата икрой леща доходит до 32 330 икринок на  $1 \text{ м}^2$ .

В Миккельском озере плотность засева нерестилищ икрой леща при естественном нересте близка к данным, приводимым В. А. Кононовым. Наиболее плотный засев наблюдается на мелководных нерестилищах (до 0,5 м глубины), которые при тихой погоде более широко используются лещом.

Развитие икры на глубоководных нерестилищах происходит медленнее, чем на мелководных, что объясняется температурными условиями. Сопоставление количества отложенной на нерестилищах икры леща с количеством выловленных самок и их средней абсолютной плодовитостью указывает на то, что основное нерестовое стадо леща бывает выловлено до откладки икры.

Таким образом, естественный процесс воспроизводства стада леща Миккельского озера и Крошнозера из года в год нарушается нерациональным промыслом. Это, несомненно, ведет к снижению запасов леща.

Наиболее эффективным способом восстановления запасов леща в Миккельском озере и Крошнозере является естественный нерест, что подтверждается приведенными выше материалами. Использование икры миккельского леща для искусственного оплодотворения и засева ею естественных нерестилищ также может содействовать восполнению запасов леща, что доказано опытами, проведенными в 1954 г.

### ВЛИЯНИЕ ПЛОТВЫ НА РАЗМНОЖЕНИЕ ЛЕЩА

С целью выявления влияния плотвы на запасы леща в период размножения и на ранних стадиях жизни молоди леща проведены наблюдения за нерестом плотвы. Нерест, плотвы в 1953 г. начался

Таблица 3

Характеристика нерестилищ леща в Миккельском озере (по материалам 1953 г.)

Местоположение нерестилища	Дата исследования	Глубина (в м)	Субстрат	Площадь нерестилища (в м <sup>2</sup> )	Среднее количество икры на 1 м <sup>2</sup>	Всего отложено икры на нерестилище (штук)	В том числе (штук)		Примечание
							живых икринок	мертвых икринок	
Напротив мыса Хопуннёкка	19—23 мая (первое нерестовое стадо)	1,00	Мох Fontinalis	100	23 500	2 350 000	2 350 000	единицы	
Около мыса Хаубаннёкка	"	0,70	Корни осоки	25	38 025	950 625	511 875	438 750	
Около деревни Лахты	4—5 июня (второе нерестовое стадо)	0,20 0,25	Полушник	200	4 625	925 000	550 000	375 000	Лов нево- дом
Залив между мысом Хаубаннёкка и мысом Хопуннёкка (пятнами)	"	1,00	Мох Fontinalis	75	23 500	1 762 500	1 762 500	единицы	
		0,2—1,0		400	15 000	5 988 125			

18 мая, то есть на один день раньше леща, при температуре воды  $14,6^{\circ}$ . Нерест плотвы наблюдался в вечернее время. К местам икрометания плотва подходит большими стаями. Она собирается по 5—6 экземпляров и „играет“ у самого уреза воды, время от времени выпрыгивая из воды. Икра плотвы откладывается вдоль самого берега на прибрежную растительность (на глубине 0,1—0,5 м). Субстратом для приклеивания икры плотвы служат корни осоки, полуншика, стебли тростника, хвоща, мох *Fontinalis*.

В 1953 г. в Миккельском озере исследовано 11 нерестовых участков плотвы общей площадью около  $4709 \text{ м}^2$ , что превышает более чем в 11 раз площадь нерестилищ леща (табл. 4). Средняя густота засева икры плотвы на нерестилищах около 24 500 икринок на  $1 \text{ м}^2$ . Общее количество отложенной плотвой икры около 115 млн. икринок против 6 млн. икринок, отложенных лещом, т. е. отношение количества оплодотворенной икры леща к количеству оплодотворенной икры плотвы соответствует 1:19. По данным Е. С. Кожинной (1956), выживаемость личинок плотвы больше по сравнению с выживаемостью личинок леща, поэтому и сеголетки плотвы во много раз превосходят число сеголетков леща, а в дальнейшем и численность взрослых рыб. С переходом на активное питание численно превосходящие стаи личинок плотвы являются конкурентами малочисленным стайкам личинок леща. Питание личинок плотвы, по данным З. И. Филимоновой (1956), по характеру близко к питанию личинок леща: *Bosmina longirostris* и ювенильные формы *Bosmina* являются основными пищевыми объектами для личинок того и другого вида.

В 1953 г. на правом берегу р. Миккельской было обнаружено нерестилище плотвы площадью около  $4 \text{ м}^2$  с мертвой побелевшей икрой. Икра была поражена сапролегнией и вся погибла.

Субстратом для откладки икры плотва использует корни осоки и хвоща, которые отрываются от берега и плавают отдельными сплавами (площадь сплавин 1— $1,5 \text{ м}^2$ ). Изъяв такие сплавины из водоема, можно уничтожить развивающуюся икру плотвы. Издавна известно, что зеленые ветви, занесенные в водоем, используются плотвой для откладки икры. Закладка искусственных субстратов для икры, которые могут быть изъяты из озера, является также одним из мероприятий, способствующих подавлению запасов плотвы. Мероприятия по уменьшению развивающейся икры плотвы будут иметь успех в том случае, если этому будет сопутствовать интенсивный вылов производителей плотвы в период нереста и другие сезоны года.

Сравнение условий нереста плотвы и леща в Миккельском озере показывает, что существующий промысел способствует сохранению и увеличению запасов плотвы и ежегодному снижению численности молоди леща.

## ВЫВОДЫ

В озерах Карелии нерест леща происходит во второй половине мая и в первой половине июня. Нерест леща в озерах Карелии кратковременный (от нескольких дней до двух-трех недель) и одновременный. Одновременный тип икрометания в сочетании с кратковременным нерестом является приспособительным свойством карельского леща, направленным на сохранение и большее выживание молоди.

Сроки размножения леща приурочены к таким температурам воды, при которых другие факторы среды (весенний паводок, обилие пищи и др.) являются оптимальными для воспроизводства запасов леща.

## Характеристика нерестилищ плотвы Миккельского озера (по наблюдениям 1953 г.)

Местоположение нерестилища	Площадь (в м <sup>2</sup> )	Глубина (в м)	Субстрат	Среднее количество икры на 1 м <sup>2</sup>	Всего отло- жено икры на нерести- лище (штук)	В том числе (штук)		% оплодотго- реемости
						живых икринок	мертвых икринок	
Правый берег ручья Каскеноя . . .	3570	0,4—0,5	Корни осоки	19 047	67 997 790	65 873 240	1 124 550	98,4
Около деревни Лахты . . . . .	60	0,3—0,5	"	34 817	2 089 020	2 086 740	2 280	99,9
У истока р. Миккельской . . . . .	60	0,6	"	7 250	435 000	435 000	—	100,0
Левый берег р. Миккельской . . .	4	0,3—0,4	Полушник	3 525	14 100	—	14 000	Икра пора- жена сапро- легнией
У мыса Кивниёкка (севернее) . . .	25	0,2—0,4	Полушник и корни осоки	76 411	1 910 275	1 880 000	30 275	98,4
В 100 м от мыса Хаубаниёкка . . .	60	0,2—0,4	Полушник и корни осоки	13 150	789 000	786 000	3 000	99,7
У мыса Кивниёкка (южнее) . . . .	400	0,1—0,2	"	55 733	22 293 200	22 036 400	256 800	98,9
Залив между мысом Хаубаниёкка и мысом Кивниёкка . . . . .	300	0,1—0,2	"	13 925	4 177 500	3 982 500	195 000	95,3
Между Ламбисельгской дорожкой и ручьем Пограноя . . . . .	25	1,0	"	44 225	1 095 625	1 075 000	20 625	98,1
Вдоль южного берега между ручья- ми Пограноя и Сулгуоя . . . . .	200	0,2—0,5	Корни осоки	69 150	13 830 000	13 700 000	130 000	99,1
Сплавнины пловучие . . . . .	5	1,0—1,5	Корни хвоща	76 500	382 500	374 850	7 650	98,0
	4709	0,1—1,5		24 445	115 014 010	113 229 730	1 784 280	98,6

Срок наступления половой зрелости у карельского леща поздний по сравнению с лещом из южных водоемов, в связи с этим увеличивается продолжительность жизни и сохранение воспроизводительной способности леща до „глубокой“ старости.

Нерестовые миграции леща в озерах Карелии имеются, но выражены слабее, чем у полупроходных лещей. Имеются озера, в которые лещ входит для икрометания из других озер. Например, из Крошнозера и Шотозера в озеро Миккельское, из Гимольского озера в Кудомгубское озеро и др.

Нерестилища леща приурочены к строго определенным участкам литорали, богатой высшей водной растительностью.

Наиболее благоприятные условия для обитания леща имеются в озерах с умеренными глубинами и хорошо развитой литоралью при наличии глубоководных участков, пригодных для зимовки леща, с достаточной прогреваемостью всей водной толщи, с донными отложениями, богатыми фауной беспозвоночных и микробентосом, и с благоприятным газовым режимом.

Созревание икринок миккельского леща до первого нереста длится до 6 (редко), 7,8 и 9-годовалого возраста. I стадия зрелости встречается у лещей до 3—4-годовалого возраста. Коэффициент зрелости в I стадии 0,07—0,12%. II стадия зрелости самая продолжительная: от 3—4 до 6, 7, 8 и 9-годовалого возраста. III, IV, V, VI стадии зрелости длятся в течение одного года. Первый нерест леща в Миккельском озере происходит в 7 (редко), 8, 9-годовалом возрасте.

Средняя абсолютная плодовитость миккельского леща 158 000 икринок при колебании от 59 000 до 501 000. Относительная плодовитость миккельского леща мало изменяется с возрастом. Средняя относительная плодовитость — 105 икринок на 1 г веса рыбы при колебании от 77 до 128 икринок. У 17 лещей обнаружена мелкая икра, составляющая от 1,6 до 48% общего количества икринок.

Миккельское озеро является естественным инкубатором леща, где происходит размножение и развитие молоди леща из Крошнозера и Шотозера. Оно же имеет решающее значение в воспроизводстве запасов крошнозерского леща.

Сроки икрометания леща в Миккельском озере находятся в зависимости от гидрометеорологических условий в преднерестовый период. В 1952 г. нерест леща происходил с 1 по 4 июня при температуре воды 13—17,5°, в 1953 г. — с 18 по 23 мая при температуре воды 14—15° (первое стадо леща) и с 2 по 5 июня при температуре воды в литорали 18—20° (второе стадо леща).

Нерестилища леща в Миккельском озере расположены в литоральной зоне вдоль берега от истока р. Миккельской к мысам Хаубаннёкка и Хопуннёкка, около ручьев Пограноя и Сулгуоя и в предустьевом пространстве р. Матчелицы на глубине от 0,2 до 1,4 м.

Субстратом для откладки икры являются: мох *Fontinalis*, корни и стебли прошлогодней осоки, стебли хвоща, тростника и полушник.

Площадь нерестилищ, засеянных икрой леща, в 1952 г. составляла 450 м<sup>2</sup>, в 1953 г. — около 400 м<sup>2</sup>, в 1954 г. около 150 м<sup>2</sup>. Возможные и пригодные для нереста леща участки составляют около 20 000 м<sup>2</sup>.

Густота засева икрой леща мелководных нерестилищ 2—3 икринки на 1 см<sup>2</sup>, или 30 000 икринок на 1 м<sup>2</sup> (до полуметровой глубины), и 23 500 икринок на 1 м<sup>2</sup> на нерестилищах с глубиной 1—1,5 м.

В Миккельском озере происходит размножение плотвы, которая откладывает икру вдоль самого уреза воды на полушнике и корнях осоки. По данным 1953 г., площадь плотичных нерестилищ 4709 м<sup>2</sup>, или

в 11 раз больше площади, засеянной икрой леща; средняя густота засева икрой плотвы около 24500 икринок на 1 м<sup>2</sup>; выживаемость икры плотвы в естественных условиях 97—98%; общее количество отложенной плотвой икры в 119 раз превышает количество икры, отложенной лещом.

Ежегодное уменьшение нерестовых площадей, занятых икрой леща, ведет к уменьшению урожая молоди леща и создает условия для процветания стада молоди плотвы.

Для восстановления запасов крошнозерского и миккельского леща необходимо создать нормальные условия нереста и развития молоди в Миккельском озере, признав его заповедным водоемом. Произвести естественную мелиорацию нерестилищ леща в Миккельском озере, в северной части Крошнозера (у истока р. Матчелицы), в реках Миккельской и Матчелице.

Для обновления стада леща обязательно осуществить пересадку взрослого леща из Сязозера в Крошнозеро и из северных озер в Крошнозеро и Миккельское озеро в течение нескольких лет подряд.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Берг Л. С. 1952. Аральский лещ (*Abramis brama orientalis*). Изв. ВНИОРХ, т. XXX. Пищепромиздат.
- Великохатъко Ф. Л. 1940. Материалы к познанию леща из р. Днепра. Зоологический журнал, № 1.
- Дрягин П. А. 1949. Половые циклы и нерест рыб. Изв. ВНИОРХ, т. XXVIII. Пищепромиздат.
- Дрягин П. А. 1952. О половых исследованиях размножения рыб. Изв. ВНИОРХ, т. XXX. Пищепромиздат.
- Дмитриев Н. А. 1931. Лещ Азовского моря (биология и промысел). Тр. Азовско-черн. научно-пром. экспедиции, в. 6.
- Кононов В. А. 1941. Опыт выращивания молоди леща в нерестово-выростном хозяйстве дельты Волги. Тр. ВНИРО, т. XVI.
- Кожина Е. С. 1956. Наблюдения над ранними стадиями жизни леща в Миккельском озере и в Крошнозере, (печатается в настоящем сборнике).
- Леви Л. А. 1953. О некоторых особенностях полового цикла леща Рыбинского водохранилища. Изв. ВНИОРХ, т. XXXIII. Пищепромиздат.
- Михеев П. В. и Себенцев Б. М. 1949. Эффективность искусственных пловучих нерестилищ. Рыбное хозяйство, № 2.
- Морозова П. Н. 1952. Лещ Аральского моря. Изв. ВНИОРХ, т. XXX. Пищепромиздат.
- Мейен В. А. 1944. Изменение полового цикла самок костистых рыб под влиянием экологических условий. Изв. АН СССР. Отд. биол. наук, в. 2.
- Мельянцева В. Г. 1954. Рыбы Пяозера. Тр. Карело-Финского Гос. университета, т. V. Госиздат КФССР. Петрозаводск.
- Сыроватский И. Я. 1940. Материалы по экологии размножения леща и судака на Дону. Работы Дону-Куб. научно-рыболов. станции. ВНИРО, в. IV.
- Терещенко К. К. 1917. Лещ Волго-Каспийского района, его промысел и биология. Тр. Астр. ихт. лаборатории, т. IV, в. 2.
- Фрейндлинг В. А. 1956. Гидрологическая характеристика Миккельского озера и Крошнозера (печатается в настоящем сборнике).
- Филимонова З. И. 1956. Зоопланктон Миккельского озера и Крошнозера и его значение в питании рыб (печатается в настоящем сборнике).
- Шапошников Г. Х. 1948. Лещ и перспективы его существования в водохранилище на Волге. Тр. ЗИН АН СССР, т. VIII, в. 3.
- Hakkariainen E. 1951. Särkilahnan esiintymisestä Keuraselässä. Suomen kalastuslehti, № 7.
- Valle K. J. 1934. Suomen kalat. Helsingissä.

Е. С. КОЖИНА

**НАБЛЮДЕНИЯ НАД РАННИМИ СТАДИЯМИ ЖИЗНИ ЛЕЩА  
В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ И КРОШНОЗЕРЕ****ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛЕЩА В ЕСТЕСТВЕННЫХ  
И ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Нерест рыб является исходным этапом формирования их нового поколения. Он подвержен воздействию гидрометеорологических условий, одним из важнейших элементов которых является температура воды. Для каждого вида рыб существуют определенные температурные границы, в пределах которых совершается их нерест.

Наши наблюдения на Миккельском озере в течение трех лет (1952—1954 гг.) показали, что календарные сроки нереста леща не совпадают: в 1953 г. нерест леща проходил на 12 дней раньше, чем в 1952 г. Эта разница в сроках нереста объясняется тем, что температура воды в мае 1953 г. была значительно выше, чем в тот же период в 1952 г.

Температурные условия, благоприятные для нереста леща (выше  $11-12^{\circ}$ ), наблюдались в 1952 г. с 1 июня, в 1953 г. — с 18—19 мая, в 1954 г. — с 23 мая.

Наблюдающийся перерыв нереста леща из-за низких температур является важным приспособительным свойством. Так, в 1953 г. нерест начался 18—19 мая при температуре воды в озере  $14,4^{\circ}$ . 26 мая температура воды в озере понизилась до  $11^{\circ}$ , а 27 мая — до  $9^{\circ}$ . 26 мая нерест леща прекратился и возобновился только 1—2 июня при повышении в озере температуры воды до  $12,4-15,5^{\circ}$ .

Повидимому, температура воды ниже  $12-11^{\circ}$  является нижним пределом нерестовых температур леща в условиях Миккельского озера.

Нерест леща при втором его подходе происходит при более благоприятных температурных условиях, чем при первом подходе. Поэтому икра, отложенная от первого подхода леща, должна развиваться при более благоприятных температурных условиях. Второй подход леща сглаживает отрицательное действие температуры воды при первом подходе леща. Начало нереста леща в 1952—1954 гг. проходило при температуре воды в озере  $12-14,4^{\circ}$  при первом подходе и  $17,6-19,9^{\circ}$  при втором подходе.

Одним из основных факторов, определяющих начало нереста леща, является температура воды. При ранней весне отмечается ранний нерест леща, при поздней весне — поздний. В годы с ранней весной нерест леща наступает при более высокой температуре воды (в 1953 г. при

14,4°), а в годы с поздней весной — при более низкой температуре воды (в 1952 г. при 12,7°).

Если нерест леща является исходным этапом формирования нового поколения, то развитие оплодотворенной икры — вторым этапом, определяющим его численность.

Лещ размножается весной в прибрежной зоне. Хороший прогрев воды у берегов способствует более быстрому развитию икры. Однако температурные условия в прибрежной части озера отличаются крайней неустойчивостью, находясь под непосредственным влиянием сильно изменчивых температур воздуха. В весеннее время (май — начало июня) возможны резкие изменения температуры воды в течение эмбрионального развития леща.

Температуры воды в Миккельском озере следуют температурам воздуха с небольшими сдвигами. С понижением температуры воздуха понижается температура воды. Анализ температурных данных в истоке р. Миккельской с 1946 г. по 1954 г. показал, что температура воды в водоеме в период инкубации икры леща может понижаться до 5,5° (1946 г.), до 10,2° (1953 г.) и до 8° (1953 г.), т. е. температура воды лишь несколько выше температурного минимума развития икры.

Наличие обильной растительности в водоеме создает благоприятные условия в дневное время и неблагоприятные условия в ночное время. Возможность резкого падения кислорода в ночное время, связанного с интенсивным дыханием растений, может неблагоприятно отразиться на развитии икры леща.

Нормальное развитие леща нарушается также неводным ловом рыбы на местах нереста, во время которого на поверхность вытаскивается масса водяного мха с отложенной на нем икрой леща. Кроме того, при неводном лове от механического повреждения гибнет много икры, остающейся в водоеме.

Наши наблюдения показали, что развитие икры леща в Миккельском озере идет в достаточно благоприятных условиях среды. Значительная площадь, занятая мягкой растительностью, создает благоприятные условия для нормального эмбрионального развития леща. Субстратом для откладывания икры леща обычно является водяной мох *Fontinalis*, редко — корневища тростника и полушник.

В течение инкубационного периода икра леща собиралась на различных субстратах. Наиболее высокий процент оплодотворенной икры получен на мхе. Процент оплодотворенных икринок при естественном нересте леща, по данным анализа проб на полушнике и корнях осоки, составляет 46,2—59,4%. Наблюдавшийся низкий процент выживания икры леща на полушнике около деревни Лахты можно объяснить неводным ловом на нерестилищах. Выживаемость икры леща с момента оплодотворения до формирования зародыша на искусственном нерестилище достигает 83%.

Эмбриональное развитие каждого вида рыб протекает в определенных температурных границах. По литературным данным, для леща, обитающего в наших южных бассейнах, температурный минимум около 6°, температурный оптимум 16—18°, температурный максимум около 30° (Черфас, 1950).

В наших лабораторных опытах эмбриональное развитие леща протекало при колебаниях температуры от 7,8 до 21°. Развитие эмбриона ускоряется по мере повышения температуры и замедляется при ее понижении. При пороговой температуре развитие прекращается, и икра гибнет. Знание температурных границ эмбрионального развития имеет большое значение для правильной оценки условий, в которых оно протекает.

Наблюдения за температурой воды в период развития икры леща в водоеме и в лабораторных условиях (рис. 1) показывают, что температура воды в период эмбрионального развития леща была неравномерной (особенно в 1953 г.) как в лаборатории, так и в водоеме. Температура воды в водоеме в 1952 г. колебалась от 12,5 до 15,6° в истоке реки и от 12,8 до 16,5° в озере; в 1953 г. — от 10,2 до 15,7° в истоке реки и от 8,8 до 16,2° в озере. В лабораторных условиях в 1953 г. температура воды колебалась от 7,8 до 21°. Такое понижение температуры воды задержало длительность инкубации икры в лабораторных условиях и в водоеме. Температура воды в озере в 1953 г. в период инкубации икры понижалась до 8°. Хотя при температуре воды 8° мы не наблюдали мертвой икры в больших количествах, но можно считать, что температурные условия в Миккельском озере в отдельные дни не были оптимальными для развития икры леща.

В период эмбрионального развития важную роль играет также газовый режим водоема.

Приспособление рыб к среде в процессе эволюции шло в разных направлениях, и каждый вид рыбы приспособился к таким условиям среды, которые обеспечивают развивающуюся икру необходимым количеством кислорода.

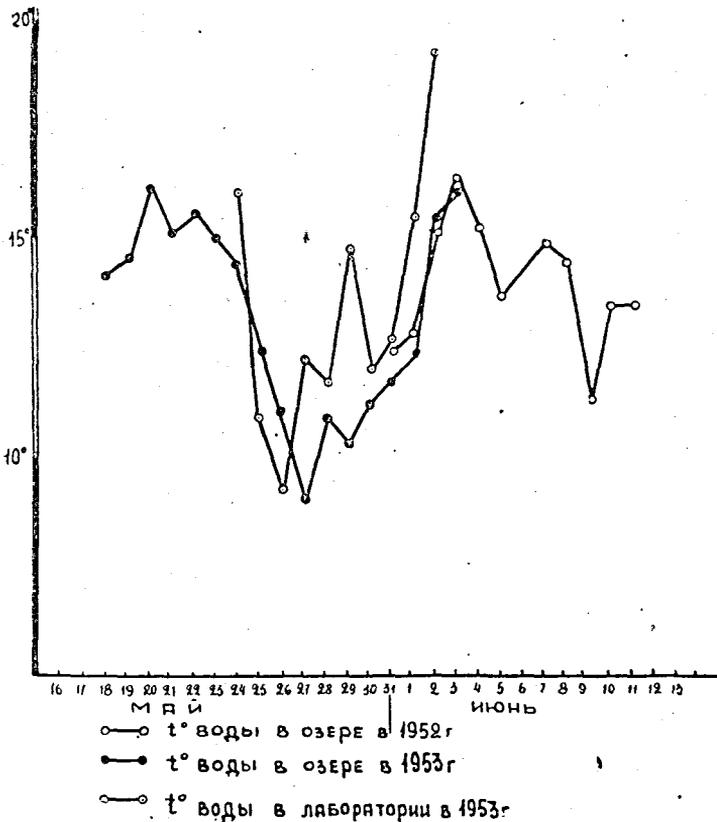


Рис. 1. Температура воды в период инкубации икры леща в водоеме и в лабораторных условиях (1952—1953 гг.).

Икринки леща в течение всего эмбрионального периода, благодаря клейкой поверхности оболочки, остаются прилипшими к траве, что обеспечивает хорошие условия газообмена. Кислородный режим Миккельского озера за весь период инкубации икры, по данным Н. С. Харкевич (1956), характеризуется заметным колебанием в содержании кислорода в дневное время (в открытой части озера, в зарослях и на нерестилищах).

Кислородные условия в районе нерестилищ, расположенных в северо-западной и северной частях озера, т. е. в участках со значительными зарослями прошлогодней подводной растительности, хуже, чем в середине озера. В 1954 г. содержание кислорода в середине озера 16—25 мая было довольно высоким (97—108% насыщения). 25 мая 1954 г. на нерестилище плотвы (с западной стороны истока р. Миккельской, у мыса Кивинёкка) в поверхностном слое при температуре воды 16° кислорода было 54%. В этот же день у мыса Хаубаннёкка на нерестилище плотвы при температуре воды 18° кислорода было 54%. На нерестилище леща (с западной стороны мыса Хопуннёкка) при температуре воды 19,8° кислорода было 108% насыщения. 1 июня на нерестилище леща (с западной стороны мыса Хаубаннёкка) кислорода было 54% насыщения.

Колебания кислорода на нерестилищах леща в период инкубации икры составляли в 1953 г. 77—102% насыщения, в 1954 г. — 54—108% насыщения.

Таким образом, развивающаяся икра леща в начальный период не требовательна к кислородным условиям и выносит заметный дефицит кислорода (до 46%).

Икра леща приспособилась к развитию в участках с заметным колебанием кислорода. Икринки прикрепляются к траве и удерживаются в толще воды, что обеспечивает им хорошие условия газообмена в течение всего эмбрионального периода.

Активная реакция среды на нерестилищах леща в период развития икры колебалась от 7,11 до 6,80 (рН слабощелочная или слабокислая).

Знание морфологических особенностей икры леща и плотвы совершенно необходимо при учете нерестовых площадей, так как места нереста леща и плотвы в некоторых участках озера совпадают.

Внешний вид икры леща отличается от икры плотвы по цвету. Икра плотвы имеет более желтовато-оранжевый оттенок, чем икра леща. Оболочка икры леща прозрачней, ворсинки на ее поверхности реже и короче, чем у икринок плотвы. По размеру икринки леща несколько меньше икринок плотвы: диаметр икры леща колеблется от 1,7 до 1,9 мм (в среднем 1,79 мм), диаметр икры плотвы — от 1,8 до 2,1 мм (в среднем 1,99 мм).

Икра леща, как и плотвы, средней величины с небольшим перителлиновым пространством, полиплазматическая. Диаметр икринки леща, не побывавшей в воде, 0,96—1,37 мм; плотвы — 1,20—1,38 мм. После 49-минутного пребывания в воде оболочка набухает, диаметр икры леща достигает 1,5—1,9 мм, а икры плотвы — 1,8—2,1 мм.

В 1953 г. нами было произведено искусственное оплодотворение икры леща и плотвы. Наблюдение за их развитием в лабораторных условиях имело целью получение сравнительного материала по развитию икры в водоеме и для различения личинок леща и плотвы. Внешне развитие икры леща и плотвы проходило одинаково.

Искусственное оплодотворение икры леща было произведено 24 мая 1953 г. в 12 часов 6 минут при температуре воды 16°С. Через

49 минут пребывания икры в воде диаметр ее достигает в среднем 1,8 мм, диаметр желточного мешка — 0,97 мм.

На анимальном полюсе яйца находится зародышевый диск, резко выступающий над поверхностью желтка. Через 1 час 44 минуты после оплодотворения икры (температура воды 16°) начинается ее дробление. Первая меридиональная плоскость дробления делит диск на две равные части.

Дробление икры идет неравномерно. У некоторых икринок только начинается дробление диска, а у других зародышевый диск в это же время разделен на два blastomeres. Через 1 час 49 минут после оплодотворения видна стадия двух blastomeres (температура воды 16°). Спустя 2 часа 24 минуты после оплодотворения (температура воды 16°) в некоторых икринках наблюдается начальная стадия четырех blastomeres. Через 2 часа 29 минут (при той же температуре воды) — стадия четырех blastomeres. Через 3 часа 14 минут в развивающейся икре начинается стадия восьми blastomeres. Таким образом, деление blastodiska на 2, 4, 8 blastomeres происходит через 40—50 минут, иногда через 20 минут после оплодотворения. Высота и форма blastodiska во время развития икры сильно меняется. В результате дробления blastodiska через 5 часов 49 минут с момента оплодотворения образуется морула крупных клеток, а через 6 часов 54 минуты — морула мелких клеток. Blastodisk в стадии морулы достигает наибольшей величины.

После образования многослойного зародышевого диска начинается процесс гастрюляции. Через 16 часов 31 минуту с момента оплодотворения икры при температуре 13,8° начинается постепенное обрастание желточного мешка blastoderмой и процесс гастрюляции, который заканчивается через 52 часа 21 минуту с момента оплодотворения при температуре воды 10°. Процесс гастрюляции идет неравномерно: в то время как в некоторых икринках он закончился, в других еще продолжается. 26 мая 1953 г. из чашки Петри были сняты 30 погибших икринок в начальной стадии гастрюляции. Очевидно, эта стадия имеет большую чувствительность.

Через 57 часов 51 минуту с момента оплодотворения начинается стадия формирования зародыша при температуре воды 11,4° С. Зародыш леща хорошо виден на поверхности желточного мешка, он охватывает своим телом не всю его окружность. Головной отдел зародыша несколько толще хвостового. Через 3 суток после оплодотворения в головном отделе зародыша образуются глазные пузыри, а в туловищном отделе заметны сегменты (температура воды 10,2°). В возрасте 4 суток при температуре воды 12,2° зародыш охватывает своим телом весь желточный мешок. Глазные пузыри увеличились, количество сегментов 12. Через 5 суток 5 часов с момента оплодотворения (температура воды 15,6°) эмбрион начинает слабо пошевеливаться. Глаза большие, не пигментированы, желточный мешок грушевидной формы. Количество туловищных сегментов 22. Через 8 суток после оплодотворения при температуре воды 13,4° у зародыша глаза пигментированы. Количество сегментов просчитать трудно: они плохо заметны. Эмбрион энергично вращается (рис. 2). Массовый выход личинок леща из оболочки икры в нашем опыте наблюдался через 9,2 суток после оплодотворения при температуре воды 19,4°.

Наблюдения за скоростью развития икры леща (табл. 1) показали, что первые стадии развития являются кратковременными (40—60, иногда 20 минут); наиболее продолжительные стадии — гастрюляции (29 часов 20 минут) и формирования зародыша (около семи суток).

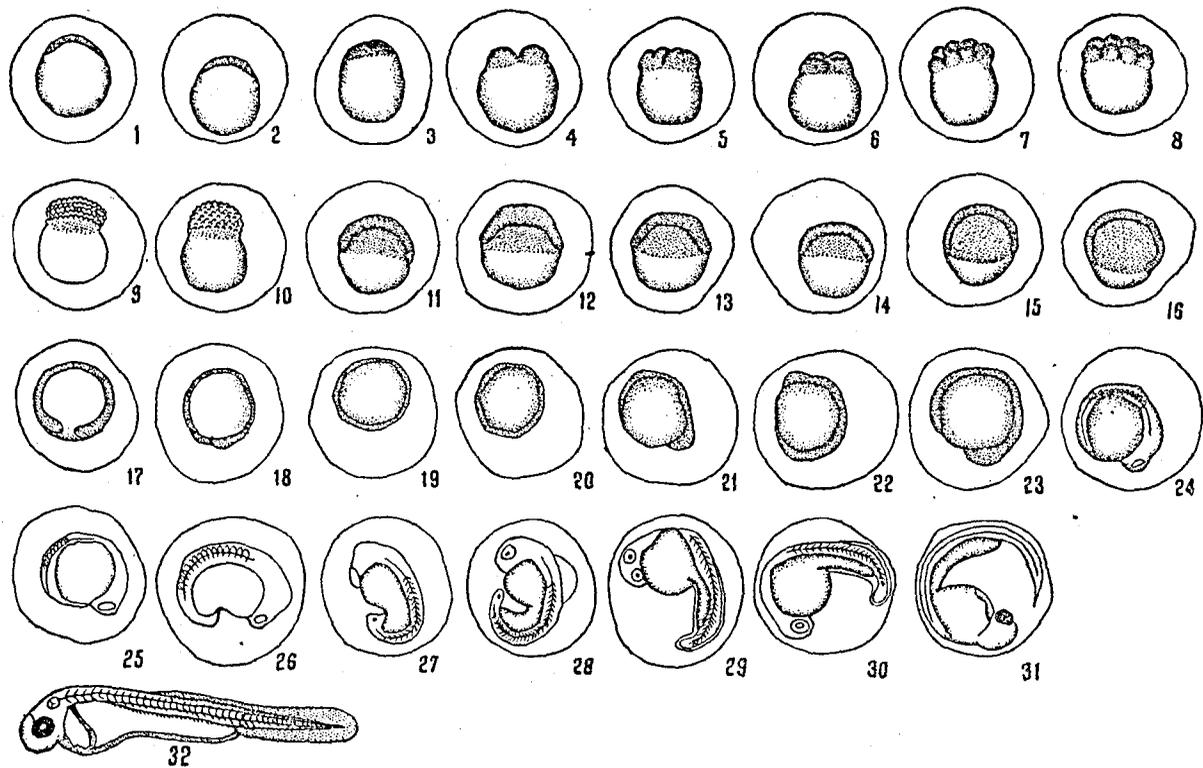


Рис. 2. Ранние этапы эмбрионального развития леща.

1—2—этап образования бластодермы; 3—10—этап дробления; 11—12—этап гаструляции; 21—31—этап формирования зародыша;  
32—зародыш леща, только что выдупившийся из оболочки.

Таблица 1

Скорость прохождения начальных стадий развития леща (1953 г.)

Дата опыта	Время опыта	Стадия развития
24 мая	12 ч. 06 м.	Искусственное оплодотворение икры леща
	13 ч. 50 м.	Стадия 2 бластомеров
	14 ч. 30 м.	Стадия 4 бластомеров
	15 ч. 20 м.	Стадия 8 бластомеров
	15 ч. 40 м.	Стадия 16 бластомеров
	17 ч. 55 м.	Морула крупных клеток
	19 ч. 00 м.	Морула мелких клеток
25 мая	4 ч. 25 м.	Гастрюляция
26 мая	4 ч. 35 м.	
26 мая	16 ч. 15 м.	
26 мая	21 ч. 45 м.—	Стадия формирования зародыша
	10 ч. 25 м.	
2 июня	16 ч. 00 м.	Массовый выклев личинок

Сумма тепла, потребляемого зародышем в период развития, не является постоянной. Количество градусодней при различных температурах воды изменяется. Колебания температуры воды (среднесуточные данные) в лабораторных условиях за период эмбрионального развития икры леща с 24 мая по 2 июня 1953 г. были следующими:

24/V — 16,1°	29/V — 14,9°
25/V — 10,9°	30/V — 12,0°
26/V — 9,3°	31/V — 12,7°
27/V — 12,3°	1/VI — 15,5°
28/V — 11,7°	2/VI — 19,4°

Средняя температура воды за период инкубации икры 13,7°. Развитие икры в чашках Петри шло 9,2 суток: с 24 мая (12 ч. 06 м.) по 2 июня (16 ч. 00 м.). Количество градусодней, необходимых для развития икры леща, составило 126 (13,7° × 9,2).

В естественных условиях икра развивалась в более длительный период, чем в условиях лаборатории. Колебания температуры воды в водоеме за период инкубации икры с 22 мая по 3 июня 1953 г. были следующими:

22/V — 15,7°	28/V — 10,6°
23/V — 15,7°	29/V — 10,2°
24/V — 15,1°	30/V — 10,8°
25/V — 13,3°	31/V — 11,2°
26/V — 11,3°	1/VI — 13,1°
27/V — 10,7°	2/VI — 14,7°

Длительность эмбрионального развития леща в водоеме равнялась 11 суткам при средней температуре воды 12,7°. Количество градусодней, необходимых для развития икры, 139,7 (12,7° × 11).

В 1952 г. эмбриональное развитие леща протекало на две недели дольше, чем в 1953 г. Развитие икры леща в естественных условиях

длилось 9 суток (с 1 по 10 июня) при средней температуре воды  $14^{\circ}$ . Колебания температуры в водоеме за этот период были следующими:

1/VI — $12,3^{\circ}$	6/VI — $12,7^{\circ}$
2/VI — $13,8^{\circ}$	7/VI — $15,0^{\circ}$
3/VI — $13,1^{\circ}$	8/VI — $15,3^{\circ}$
4/VI — $14,2^{\circ}$	9/VI — $15,6^{\circ}$
5/VI — $12,8^{\circ}$	10/VI — $15,1^{\circ}$

Количество градусодней, необходимых для развития икры,  $129 (14^{\circ} \times 9)$ .

Таким образом, длительность эмбрионального развития леща в одном и том же водоеме в разные годы меняется. Скорость эмбрионального развития зависит прежде всего от температуры воды (табл. 2).

Таблица 2

Длительность эмбрионального развития леща

Год наблюдения	Температура воды (в $^{\circ}\text{C}$ )			Продолжительность инкубационного периода (в сутках)	Градусодни
	При оплодотворении	При выклеве личинок	Средняя		
1952 (Миккельское озеро)	12,3	15,1	14,0	9 (1/VI—10/VI)	126,0
1953 . . . . .	15,7	14,7	12,7	11 (22/V—3/VI)	139,7
1953 (лаборатория) . . .	16,0	19,4	13,7	9,2 (24/V—2/VI)	126,0

Из данных таблицы 2 мы видим, что длительность инкубационного периода у леща зависит от температуры воды: чем выше температура воды, тем короче инкубационный период. При температуре воды  $14^{\circ}$  продолжительность развития равнялась 9 суткам, при температуре воды  $12,7^{\circ}$  — 11 суткам. Продолжительность эмбрионального развития леща в Миккельском озере определяется в 9—11 дней при температуре воды  $14$ — $12,7^{\circ}$ , что составляет 126—139,7 градусодней.

Наблюдения 1953 г. показали, что наиболее чувствительной к механическим воздействиям является начальная стадия дробления икры. При перевозке оплодотворенной икры леща на начальной стадии дробления 23 мая с мыса Хопуннэка до деревни Миккелицы (расстояние около 2,5 км) была обнаружена гибель икры. 26 мая из чашки Петри снято 30 погибших икринок в начальной стадии гастрюляции, что говорит о ее большой чувствительности. Наблюдения 1952—1954 гг. показали, что икра леща на стадии пигментированных глаз наименее чувствительна к механическим воздействиям. На этой стадии икра сохраняется во влажной среде в течение 3—4 часов, что подтверждено работами на озере. Стопроцентная выживаемость икры леща наблюдалась также при перевозке ее на расстояние около 40 км (от деревни Миккелицы до Сямозера).

#### ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЛЕЩА (ЛИЧИНОЧНЫЙ ПЕРИОД)

Приспособление рыб к условиям окружающей среды в процессе эволюции шло в разных направлениях; каждый вид приспособился к таким условиям среды, которые обеспечивали ему нормальные условия жизни.

Лещ — рыба довольно теплолюбивая, приспособившаяся к обитанию не только в больших и проточных озерах, но и в небольших водоемах, встречается чаще в более южных водоемах.

Миккельское озеро — мелководный, хорошо прогреваемый в летнее время водоем. Температура его воды в летний период зависит от температуры воздуха. Температура воды и длительность вегетационного периода — важные факторы среды, оказывающие влияние на ход всех жизненных процессов в водоеме. Все особенности гидрометеорологических условий в летний период оказывают влияние на длительность личиночного периода рыб и на интенсивность развития планктона. Характерным показателем нормальных условий для обитания рыб в водоеме является длина его вегетационного периода.

В Миккельском озере длина вегетационного периода подвержена колебаниям. В 1952 г. вегетационный период был короче, чем в 1953—1954 гг. Это обстоятельство сказалось на жизни мальков рыб и в первую очередь на их росте. Максимальный прогрев водоема в 1952 г. наблюдался в 1 пятидневке июля ( $20,3^{\circ}$ ), в 1953 г. — в 5 пятидневке июня ( $23,5^{\circ}$ ), в 1954 г. — во 2 пятидневке июля ( $22,6^{\circ}$ ).

По данным Б. И. Черфаса (1950 г.), при температуре воды ниже  $10^{\circ}\text{C}$  интенсивность питания леща резко падает. Исходя из этого можно предположить, что нормальное питание леща происходит при температуре воды выше  $10^{\circ}\text{C}$ . Из наших наблюдений в 1952 и 1953 гг. (рис. 3) видно, что температура воды выше  $10^{\circ}$  в 1952 г. была только с начала июня, а в 1953 г. — с четвертой пятидневки мая. Такая температура держалась до конца августа. Таким образом, вполне нормальный рост и развитие личинок и мальков леща могли происходить с половины мая — начала июня и до конца августа — начала сентября, т. е. 3—3,5 месяца.

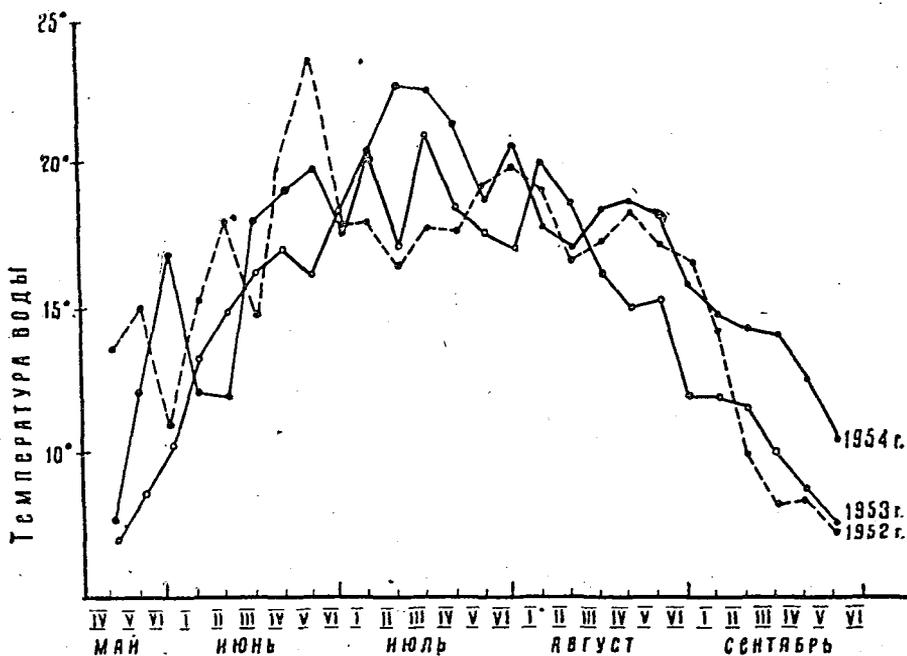


Рис. 3. Среднепятидневные температуры воды в Миккельском озере в 1952, 1953 и 1954 гг.

Сумма тепла в период наблюдения за ростом мальков леща в 1952 г. составила 2008,6, в 1953 г. — 2223,2, в 1954 — 2299,6 градусодня.

Для роста личинок и мальков леща температурные условия в 1952 г. были менее благоприятными, чем в 1953—1954 гг.

Одним из важнейших химических факторов в период развития и роста личинок и мальков леща является насыщение воды кислородом. Кислородные условия в летний период, по данным Н. С. Харкевич (1956), в основной части озера, где обитает молодь рыб, являются благоприятными.

Суточные наблюдения за кислородным режимом в центральной части и прибрежных участках озера (восточный и северо-западный берега) 25—26 июня 1953 г. показали, что кислородные условия в восточной и центральной частях озера в течение суток вполне благоприятны для молоди рыб. Дефицита кислорода в этих участках озера не наблюдается даже в ранние утренние часы. В северной и северо-западной прибрежных частях озера в ранние утренние часы наблюдается дефицит кислорода до 50% от нормального насыщения. В таких участках озера кислородные условия для молоди менее благоприятны.

По литературным данным известно, что для обитания и размножения леща в озерах необходимы следующие условия:

1. Хорошая прогреваемость в летний период, обеспечивающая в придонных слоях температуру воды 15—18°.

2. Наличие соответствующих грунтов, обеспечивающих развитие бентоса, которым питается взрослый лещ. Достаточное количество зоопланктона, необходимое для откорма личинок леща.

3. Хорошо развитая литоральная зона с умеренными зарослями водной растительности, как основная база для молоди леща.

4. Кислородный режим, обеспечивающий летом в придонных слоях содержание кислорода не ниже 3,5—4,0 мг/л и зимой — 2,5 мг/л. Исключение возможности зимних заморозов или ограничение их отдельными участками.

5. Отсутствие стоков загрязненных вод в озеро.

6. Наличие участков, пригодных в качестве нерестилищ леща.

Всем этим условиям отвечает Миккельское озеро, где размножается и растет молодь леща. Реакция среды в местах скопления молоди слабощелочная. Величина рН в средней части озера в летний период колеблется от 7,11 до 9,44.

Постэмбриональный период развития рыб начинается со времени выхода личинок из икры. Только что выклюнувшиеся личинки леща существенно отличаются по строению и биологии от взрослой рыбы. Превращение личинок в мальков сопровождается морфологическими изменениями.

В опытах можно было видеть, как зародыш энергичным движением хвоста разрывает оболочку яйца, кончик хвоста высовывается наружу. Усиленно двигая хвостом, зародыш расширяет разрыв в оболочке; выходит туловище личинки, а затем головка. Вышедшие личинки лежат на дне опытного сосуда (чашки Петри). Через некоторое время можно видеть, как личинки приклеиваются к стенкам чашки Петри или к пленке воды.

Т. И. Привольным (1943) установлено, что выход зародыша рыб из икры происходит не в результате активных действий эмбриона, а под воздействием фермента, накапливающегося в жидкости перивителлинового пространства до определенной концентрации в период развития зародыша. Этот фермент растворяет оболочку икры, а движение зародыша имеет лишь вспомогательное значение. Выклю-

нувшиеся личинки леща имеют от 5,4 до 6 мм длины. Массовый выклев личинок в лабораторных условиях произошел 2 мая (1953 г.) при температуре воды 19,4°. Выклюнувшиеся личинки были помещены в аквариум. С 9 по 14 июня из 96 личинок леща погибло 10. 30 июня в аквариуме осталось 2 личинки, которые погибли 27 июля. Личинки леща в аквариуме жили 56 дней; погибать они начали, повидимому, с момента перехода на активное питание (9—14 июня). Нам не удалось подыскать подходящей пищи для личинок, и они голодали. Планктонные формы, вводимые в аквариум, были, видимо, слишком крупными для маленьких личинок.

Выход личинок леща в водоеме происходит не одновременно, поэтому возможны существенные отклонения в их формировании и морфологии. Для разграничения личинок по отдельным стадиям постэмбрионального состояния удобнее пользоваться наиболее характерными внешними признаками. Такое разграничение стадий делает более достоверным сравнение материала.

При определении краткой характеристики морфологических особенностей личинок леща на первых стадиях развития (стадии по Н. В. Европцевой, 1949) мы брали за основную длину для всех личиночных стадий расстояние от конца головы до конца плавниковой каймы в хвостовом отделе (т. е. длину *ab*).

Только что выклюнувшиеся из икры личинки леща прозрачны, имеют длину тела (*ab*) 5—6 мм. Общее количество сегментов 46—47. Выклюнувшаяся личинка снабжена большим желточным мешком, задняя часть которого вытянута в длинный отросток, простирающийся с вентральной стороны до анального отверстия (рис. 4). Глаза пигментированы. Заметны слуховые пузыри с прозрачными округлыми отолитами. Тело личинки окаймлено плавниковой каймой, которая, начинаясь с 9—10 сегмента, огибает спинную и хвостовую части тела и доходит на брюшной стороне до анального отверстия, а далее продолжается до желточного мешка. Грудные плавники имеют вид больших прозрачных пластинок округлой формы. Голова личинки сильно изогнута вниз. Рот находится на вентральной части головы. В туловищном отделе можно хорошо различить хорду и миотомы.

У выклюнувшейся личинки хорошо развита дополнительная дыхательная система. Кювьеровы протоки, первичные эмбриональные органы дыхания, удлинненные и расширенные. В плавниковых складках кровеносные сосуды незаметны. В конце первой стадии тело личинки более удлиненное, желточный мешок уменьшился, округлая голова расположена по оси тела (рис. 5). У личинок видна пульсация сердца. Колебания в длительности желточной стадии зависят от температуры воды и времени выклева личинок. Длина тела (*ab*) от 5 до 6,9 мм. Самостоятельного питания не наблюдается.

Далее наступает начальная стадия формирования хвостового плавника. Личинки прозрачны. Длина (*ab*) 6,9—8,5 мм. Сегментация туловища хорошо заметна: можно просчитать 46—48 сегментов. Хорошо

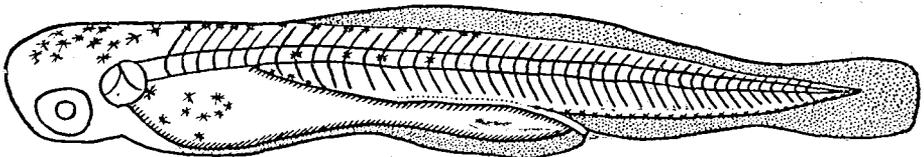


Рис. 4. Лещ. Стадия I. Длина 5 мм (Миккельское озеро, 9/VI-1952 г.).

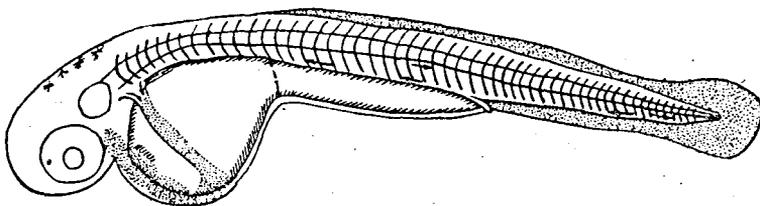


Рис. 5. Лещ. Стадия I. Длина 6 мм (Миккельское озеро, 10/VI-1952 г.).

заметна и жаберная крышка: на жаберных дужках видны жаберные лепестки. Плавательный пузырь значительно увеличился. Желточный мешок почти исчез. Выемки в спинной плавниковой кайме, намечающие места будущего спинного, хвостового и анального плавников, стали значительно больше. Происходит увеличение черных пигментных пятен. Пигментные пятна, расположенные в дорзальной части плавникового пузыря, слились в одну черную линию. По боковой линии личинки появились пунктирообразные пигментные пятна. Два ряда пигментных пятен появились по дорзальной стороне личинки. По вентральной стороне также имеются звездчатые пигментные пятна. Рот с нижней стороны головы. В конце этой стадии сохраняются остатки желточного мешка. В плавниковой складке в области будущего основания хвостового плавника образовались зачатки лучей хвостового плавника. Пигментация личинки усилилась: пигментные пятна расположены гуще.

Длительность I, II стадий около 10 суток (11—19 июня).

После II стадии наступает стадия полного формирования хвостового плавника (рис. 6). Длина личинки (*ab*) 9,5—13 мм. Передняя часть тела заостряется. Пищеварительный тракт представлен прямой трубкой. Плавательный пузырь состоит из двух камер, размеры его увеличились. Разрыв плавниковой каймы намечается в области основания будущего хвостового плавника. В плавниковой кайме на месте будущего спинного и анального плавников в передней их части появились плавниковые лучи (рис. 6). Уростиль начинает загибаться кверху, что считается началом III стадии личинки. Нижняя лопасть хвостового плавника становится шире. От вентральной стороны уростиля появляются лучи в хвостовом плавнике. В конце этой стадии сегментация тела плохо видна. Рот конечный. В плавниковой кайме хвостового плавника появилась выемка, положившая начало разделению хвостового плавника на две лопасти. Можно хорошо различить в хвостовом плавнике (верхней и нижней лопасти) 20 плавниковых лучей (рис. 7). Высота тела увеличилась. Жаберный аппарат сформирован. Хвостовой плавник вполне сформировался, нижняя лопасть длиннее верхней. Вдоль каждого луча хвостового плавника проходит тонкий ряд пигментных клеток. Плавниковая кайма еще соединяет хвостовой плавник с анальным. Спинной плавник окончательно сформировался. В анальном плавнике сформировалась только передняя

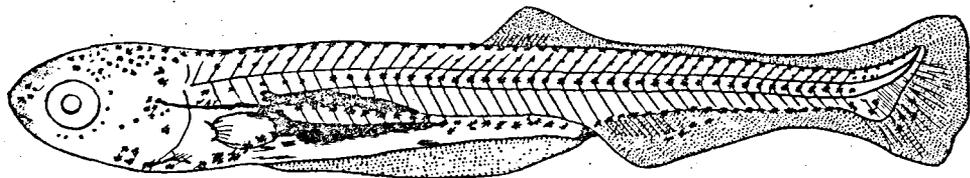


Рис. 6. Лещ. Стадия III. Длина 11 мм (Миккельское озеро, 27/VI-1952 г.).

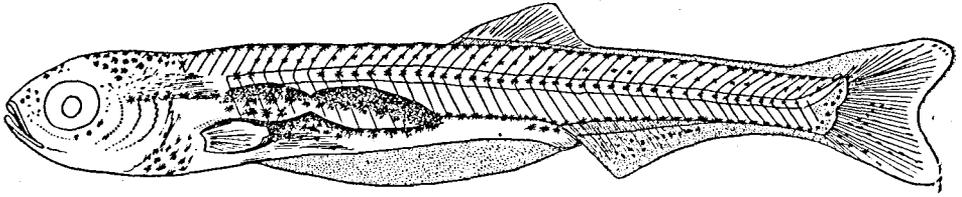


Рис. 7. Лещ. Стадия III. Длина 11,5 мм (Миккельское озеро, 5/VII-1952 г.).

часть. Хорошо выражена плавниковая кайма в области брюшных плавников.

Пигментные пятна, расположенные на дорзальной стороне тела личинки и боках тела выше боковой линии, имеют многочисленные ветвистые отростки. Пигментные пятна боковой линии своеобразной формы, они образуют пунктирообразную линию, от прямой линии отходят более длинные и ветвистые; нижние отростки короткие. Появилась пигментация в плавниках. Сформированы плавники С—21, DIII—9, AIII—24, в V—неполное число лучей (рис. 8). Личинки активно питаются. Длительность III стадии около 20 дней (20 июня—9 июля).

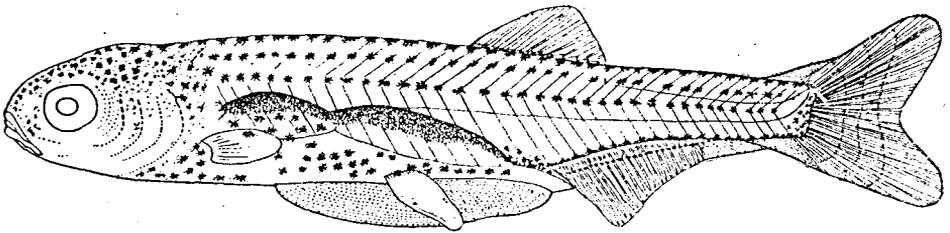


Рис. 8. Лещ. Стадия III (конец). Длина 15,2 мм (Миккельское озеро, 8/VII-1952 г.).

IV стадия, предмальковая (рис. 9), начинается после формирования лучей во всех плавниках, но в области брюшного плавника (в начале стадии) сохраняется еще плавниковая складка. Личинки теряют прозрачность. Эта стадия длится до появления чешуи. Средняя линия в виде удлиненных клеток, переплетающихся своими отростками. Обильно развит пигмент в области плавательного пузыря. Жаберные дуги снабжены сплошным рядом пигментных пятен, которые интенсивно расположены по всему телу. Все плавники сформированы. Закладка чешуи у леща происходит в возрасте 55 дней. Нами чешуйки были обнару-

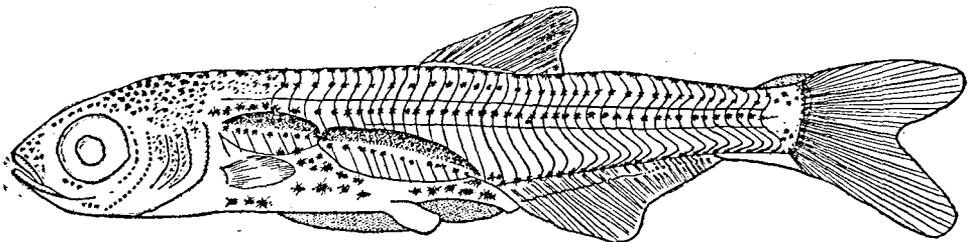


Рис. 9. Лещ. Стадия IV. Длина 17 мм (Миккельское озеро, 18/VII-1952 г.).

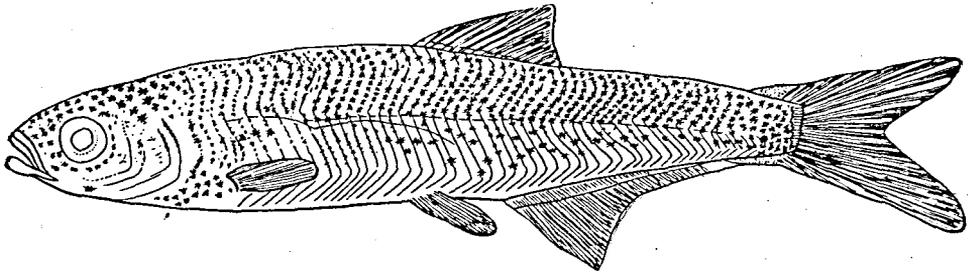


Рис. 10. Лещ-малек. Длина 27,6 мм (Миккельское озеро, 19/VIII-1952 г.).

жены 5 августа 1952 г. у леща длиной *ab* 25,5 мм, *ad* 20 мм. Чешуйный покров намечается в задней части хвостового отдела. На чешуе можно видеть 2—3 склерита. Длительность стадии около 26 дней (с 10 июля по 5 августа) размер личинки (*ab*) 25,5 мм.

Описание стадий постэмбрионального развития дано на материале, собранном в естественных условиях (1952 г.). В собранном материале не всегда удавалось найти начало или конец стадии, поэтому границы стадий по длине не совсем четки.

В 1952 г. массовый выклев личинок леща был 9—10 июня, а у личинок (*ad* 20 мм), пойманных 5 августа, уже имелась чешуя.

В 1953 г. массовый выклев наблюдался 2—3 июня; личинки (*ad* 20—23 мм), пойманные 17—27 июля, имели чешую в хвостовой части тела.

Таким образом, личиночный период леща в условиях Миккельского озера длится 49—56 дней и заканчивается при длине тела личинок 20—23 мм (рис. 10).

В выявлении пищевых взаимоотношений рыб на первых стадиях развития основным является правильное определение личинок рыб. Определение личинок леща на ранних стадиях развития чрезвычайно осложнилось тем обстоятельством, что из карповых рыб в Миккельском озере размножаются лещ, плотва и укляя. Поэтому при определении личинок необходимо учитывать сроки нереста названных карповых рыб. Нерест плотвы и леща следуют друг за другом или одновременно, а укляя нерестится после леща (в 1952 г. — 15 июня; в 1953 г. — 2 июня). Выклев личинок леща и плотвы происходит также почти одновременно, в связи с чем очень важно на ранних стадиях развития личинок уметь их различать. Определительная таблица М. М. Мешкова (1951), составленная для карповых рыб, помогла нам разобраться в личинках леща и плотвы (табл. 3).

Таблица 3

Сегментация тела молодых леща и плотвы  
(по М. М. Мешкову, 1951)

Вид рыбы	Количество сегментов		
	туловищных	хвостовых	всего
Лещ . . .	24—27 (25,5)	20—22 (21,8)	46—48 (47,2)
Плотва . .	24—27 (25,5)	16—19 (17,3)	42—44 (42,8)

Из таблицы 3 видно, что лещ от плотвы отличается по количеству хвостовых сегментов. Наши наблюдения подтверждают это (табл. 4).

Таблица 4

Количество сегментов у личинок леща и плотвы

Вид рыбы	Количество сегментов			Количество экз.
	туловищных	хвостовых	всего	
Лещ . . . . .	24—27 (24,7)	21—22 (21,7)	46—48 (46,4)	20
Плотва . . . . .	24—26 (25,2)	16—18 (17,0)	42—44 (42,4)	20

При подсчете хвостовых сегментов первым, как и М. М. Мешков, мы считали тот, на уровне которого расположено анальное отверстие; за последний сегмент принимали несегментированный участок хвостового отдела, преобразующийся впоследствии в уrostиль. При определении личинок леща и плотвы на ранних стадиях развития в качестве основного систематического признака нужно брать количество хвостовых сегментов.

На поздних стадиях развития (с июля) определение личинок не вызывает затруднений, так как имеются налицо достаточные для этого внешние признаки: форма анального плавника, количество лучей в плавниках и т. д. (рис. 10).

Представляет интерес распределение личинок леща в водоеме. Личинки леща на стадии желточного мешка остаются на нерестилищах или близ них (по наблюдениям 1952 г. с 10 по 19 июня). Держатся личинки мест, хорошо прогреваемых солнцем, выносят солнечные лучи, от света не прячутся и избегают затемненных мест. Личинки леща очень малы и в первые дни после выклеывания мало плавают, так как не способны к быстрым движениям.

Развитая плавниковая складка и грудные плавники позволяют им подниматься в толщу воды и прикрепляться к растениям. Но личинки не могут долго держаться прикрепленными: они опускаются и вновь поднимаются (по наблюдениям в аквариуме).

Держатся личинки в поверхностных слоях близ нерестилищ большими стаями. На этой стадии личинки не добывают пищи извне, а питаются за счет желточного мешка.

С момента появления непарных плавников и плавательного пузыря наблюдается движение личинок леща в толще воды в горизонтальном направлении, они становятся более подвижными.

Переход от желточного питания к активному является переломным моментом. На стадии формирования хвостового плавника и непарных плавников личинки леща переходят к активному питанию (по наблюдениям 1953 г. с 20 июня по 9 июля). Опускание личинок в придонные слои и постепенное их расселение по всему побережью связано с переходом к активному питанию и способностью быстро плавать и захватывать добычу. В конце июня личинки леща встречаются небольшими стайками среди зарослей рдеста и гречихи на глубине 1—1,5 м. В начале июля стайки леща встречаются реже в прибрежной зоне. С переходом к активному питанию жизнь личинки зависит от наличия в воде пищи, которую способен переварить еще не вполне сформировавшийся кишечник. В это время наблюдается значительная гибель личинок. В нашем примере в условиях аквариума из 111 личинок леща с переходом к активному питанию за неделю погибло 10 экз.

Приобретая внешнюю форму, характерную для взрослого леща, личинки переходят к придонному образу жизни и перемещаются на се-

редину озера. С конца июля и в августе личинок леща в уловах мальковым неводом в прибрежной зоне мы не встречали. В предмальковый период молодь леща держится небольшими стаями на местах с илистым грунтом (что связано с характером ее питания) на глубинах 1,6—2 м вместе с мальками окуня, ерша, реже с мальками плотвы. Здесь же встречаются и взрослые рыбы.

На предмальковой стадии личинки леща очень чувствительны к механическим воздействиям: при подъеме невода в мотне его обнаруживали мертвую молодь леща.

Масса личинок погибает от неблагоприятных условий среды, уничтожается хищными рыбами (щукой) и беспозвоночными, мальки леща вылавливаются вместе с промысловой рыбой во время неводного и мутникового лова. Все это снижает численность нового поколения.

### ТЕМП РОСТА ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ ЛЕЩА В ТЕЧЕНИЕ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

Наилучшим методом для установления закономерностей роста рыб является сравнительный метод. Поэтому нами было произведено сравнение роста леща в первый год жизни в различные годы в одном и том же водоеме (Миккельское озеро). В. В. Васнецов (1947) рассматривает рост рыб как адаптацию к условиям существования.

Наблюдения над ростом леща в водоеме велись с момента выклева личинок из икры. Нами было обработано 1420 экз. личинок и мальков леща из сборов 1952—1954 гг. Пробы брались с июня по июнь следующего года, что позволило проследить рост личинок и мальков леща за полный первый год жизни и подметить закладку чешуи (табл. 5).

Таблица 5

Рост личинок и сеголетков леща в Миккельском озере  
(1952—1953 гг.)

Год	Месяц	Пятиднев- ки месяца	Длина <i>ad</i> (в мм)		Вес (в мг)		Количество экз.
			колебания	среднее	колебания	среднее	
1952	Июнь	II	5,0—6,0	5,8	—	1,0	3
		III	6,0—8,0	6,6	—	1,2	22
		IV	6,2—8,0	7,2	—	1,5	10
		V	9,5—11,2	9,9	—	6,7	25
		VI	9,8—11,5	10,4	—	10,6	24
	Июль	I	10,0—12,0	10,7	7—15	10	14
		II	10,0—13,0	12,0	9—34	18	21
		IV	14,0	14,0	—	38	1
	Август	I	20,5	20,5	—	141	1
		III	24,0—33,0	28,0	250—650	438	25
		IV	26,0—32,0	30,0	320—580	496	6
		V	22,0—35,0	30,5	230—990	520	88
	Сентябрь	I	25,0—37,0	31,8	300—940	599	97
		IV	26,0—38,0	32,6	320—1062	656	171
VI		33,0—36,0	34,0	600—800	700	5	
1953	Октябрь	II	31,0—39,0	33,0	500—1000	680	12
	Апрель	I	30,0—38,0	34,0	460—970	624	32
		V	31,0—38,0	34,0	320—800	490	360
	Июнь	I	30,0—34,0	33,0	450—580	528	9

Как видно из таблицы 5, рост мальков в течение лета 1952 г. был равномерным. В конце сентября они достигали в среднем 34 мм длины. Мальки леща в первое лето жизни (1953 г., начало октября) вырастали в среднем до 39,5 мм (табл. 6).

Таблица 6

Рост личинок и сеголетков леща в Миккельском озере (1953—1954 гг.)

Год	Месяц	Пятидневки месяца	Длина <i>ad</i> (в мм)		Вес (в мг)		Количество экз.
			колебания	среднее	колебания	среднее	
1953	Июнь	III	6,3—6,5	6,4	—	1,0	3
		IV	7,0—12,5	9,9	4,0—6,5	5,6	16
		V	11,0	11,0	7,0	7,0	1
		VI	10,0—17,0	12,9	12,0—69,0	30,0	15
	Июль	II	13,0—17,0	15,0	25,0—70,0	50,0	28
		III	15,0—20,0	17,0	59,0—114,0	88,0	15
		IV	16,0—24,0	19,0	54,0—229,9	116,0	29
		V	26,0—26,0	26,0	210—242	227,0	3
		VI	25,0—32,0	28,0	328—500	386,0	3
		Август	I	20,0—38,0	31,0	128—950	457,0
	II		23,0—39,0	32,0	200—1130	620,0	30
	III		23,0—40,0	32,0	200—1150	625,0	82
	VI		30,0—45,0	37,0	380—1520	955,0	24
	Октябрь	II	29,0—44,0	39,5	450—1380	1112,0	26
III		26,0—48,0	39,0	350—1970	1168,0	177	
VI		35,0—40,0	38,0	790—1050	920,0	2	
1954	Февраль	II	34,0—49,0	41,0	450—1850	1090,0	148
	Май	III	39,0—47,0	43,7	1000—1750	1360,0	24

Из таблиц 5 и 6 видно, что рост мальков леща в течение лета 1952 и 1953 гг. был различным. Если в июле 1952 г. личинки леща достигали в среднем 12,2 мм длины, то в 1953 г. в это же время — в среднем 21 мм длины. Разница по длине наблюдается и в последующие месяцы. В конце сентября 1952 г. мальки леща достигли в среднем 34 мм длины, а в начале октября 1953 г. — 39,5 мм длины.

Сравнение средних показателей длины и веса тела мальков леща в одном и том же водоеме в 1952 и 1953 гг. (рис. 11) показывает различие в темпе роста за два года. Как мы видим, молодь леща в 1952 г. росла медленнее, чем в 1953 г., что объясняется более холодным летом в 1952 г.: сумма тепла за период выращивания сеголетков леща в 1952 г. (май—сентябрь) составила 2008,6 градусодня, а в 1953 г. — 2223,3 градусодня.

Имеющийся в нашем распоряжении материал по росту годовиков леща за несколько лет также показывает различие в их росте в одном и том же водоеме в разные годы (табл. 7).

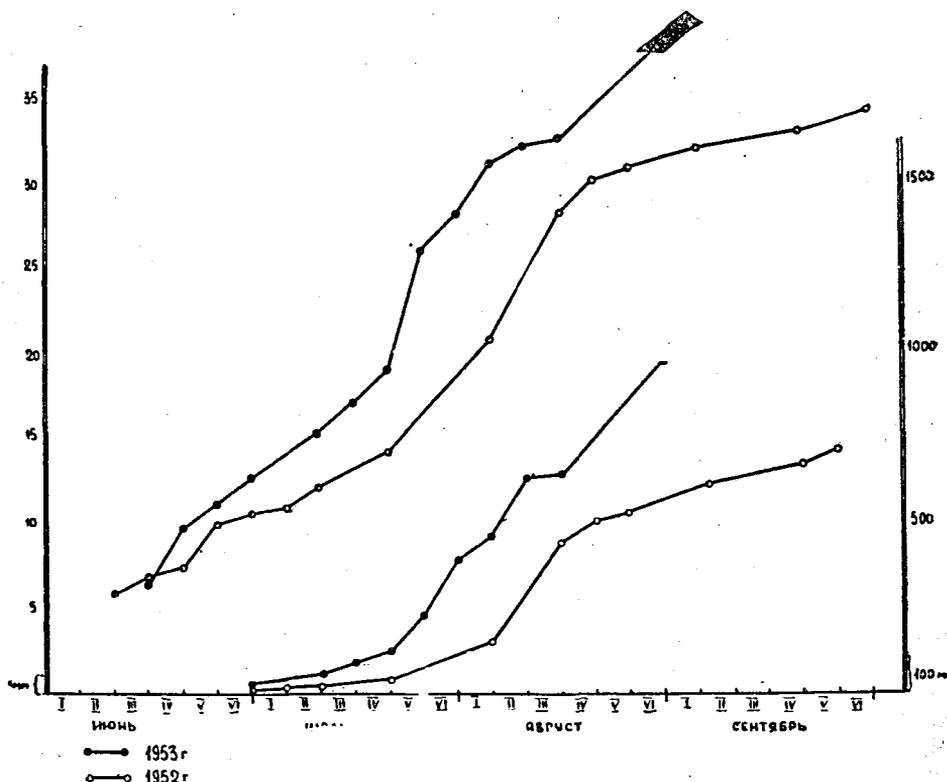


Рис. 11. Средний вес и средние размеры молоди леща за первое лето жизни по пятидневкам (по данным 1952—1953 гг.).

Таблица 7

Рост годовиков леща в Миккельском озере

Время наблюдения	Год рождения	Длина <i>ad</i> (в мм)		Вес (в мг)		Количество экз.	Число склеритов		Количество экз.
		колебания	среднее	колебания	среднее		колебания	среднее	
29/VI—1952 г.	1951	38—44	40,9	980—1330	1220	8	13—17	15,4	7
2—5/VII—1952 г. (р. Миккельская)	1951	36—47	40,7	650—1460	1113	54	11—18	14,7	53
1/VI—1953 г.	1952	30—34	33,0	450—580	528	9	9—12	11,0	9
21/V—1953 г.	1952	31—38	34,0	320—800	490	36	10—14	12,3	27
18/V—1954 г.	1953	39—47	43,7	1000—1750	1360	24	14—20	16,0	7

Материал по годовикам леща в 1953 и 1954 гг. получен в одно и то же время (21 и 18 мая), что позволяет сравнить их размеры. Годовики леща рождения 1953 г. превышают по длине годовиков леща рождения 1952 г. на 9,7 мм.

Анализ термики водоема за ряд лет (1951—1954 гг.) позволяет сделать вывод, что общая сумма тепла за вегетационный период в разные годы различна (табл. 8).

Сумма тепла за вегетационный

Месяц	1951 г.				1952 г.			
	сумма тепла (в гра- дусо- днях)	температура воды			сумма тепла (в гра- дусо- днях)	температура воды		
		наи- мень- шая	наи- боль- шая	средняя		наи- мень- шая	наи- боль- шая	средняя
Май . . . . .	232,5	4,0	10,0	7,5	201,5	1,2	13,4	6,5
Июнь . . . . .	465,0	9,8	21,0	15,5	474,0	11,1	19,4	15,8
Июль . . . . .	592,1	15,0	22,0	19,1	567,3	14,1	24,0	18,3
Август . . . . .	604,5	16,2	22,0	19,5	489,8	10,1	21,0	15,8
Сентябрь . . . . .	396,0	6,6	21,6	13,2	276,0	6,0	13,0	9,2
Всего . . . . .	2290,1				2008,6			

1951, 1953 и 1954 гг. были благоприятными для роста мальков леща, 1952 г. был менее благоприятным. Соответственно этому наблюдается разница в темпе роста леща в разные годы. Годовики леща в 1952 и 1954 гг. в связи с хорошим вегетационным периодом 1951 и 1953 гг. достигли в среднем 40,9—43,7 мм длины; а годовики леща в 1953 г. в связи с неблагоприятными условиями для роста мальков леща в 1952 г. достигли в среднем только 34 мм длины.

Чрезвычайно важным для получения точных данных по темпу роста леща является правильное определение на чешуе кольца первого года.

Подсчет склеритов на чешуе сеголетков и годовиков леща производился нами в 1952 и 1953 гг. с момента закладки чешуи: в 1952 г. с 5 августа (при размерах тела 20 мм) по июнь 1953 г.; в 1953 г. — с 17 июля (при размерах тела 20—23 мм) по май 1954 г. Склериты подсчитывались под микроскопом при увеличении (ок. 10× об. 8×0,20) на чешуе от центра по линии, которая граничит между передним и задним краями чешуи. С помощью рисовального аппарата были сделаны зарисовки чешуек леща по месяцам (рис. 12).

Наблюдения показали, что закладка чешуек у личинок леща происходит раньше в хвостовой части тела, причем в разные годы она появляется в разное время, но при одинаковых размерах личинок. У личинок леща в 20—23 мм чешуя не имеет ни одного замкнутого склерита и представляет собой слабопрозрачную пластинку, не различимую простым глазом, с 1—2 неполными склеритами. Увеличение количества склеритов находится в прямой зависимости от размеров мальков леща. При подсчете склеритов у 138 мальков леща, пойманных в течение октября 1953 г., оказалось, что различные по длине мальки имеют неодинаковое количество склеритов (табл. 9).

Подсчет количества склеритов на чешуе миккельского леща в возрасте одного года за ряд лет (1952, 1953, 1954 гг.) может служить существенным подтверждением сказанного (табл. 10).

Из таблицы 10 видно, что первое годовое кольцо в 1952 г. содержало от 11 до 18 склеритов; в 1953 г. — от 10 до 14 склеритов; в 1954 — от 14 до 22 склеритов.

Таблица 8

период в разные годы

1953 г.				1954 г.			
сумма тепла (в градусо- днях)	температура воды			сумма тепла (в градусо- днях)	температура воды		
	наимень- шая	наиболь- шая	средняя		наимень- шая	наиболь- шая	средняя
300,7	2,4	16,3	9,4	269,7	4,6	20,8	8,7
552,0	12,3	25,3	18,4	489,0	9,8	22,5	16,3
567,3	15,1	22,0	18,3	641,7	17,0	24,1	20,7
533,2	14,1	20,3	17,2	533,2	15,0	20,2	17,2
270,0	4,1	15,2	9,0	366,0	8,8	15,2	12,2
2223,2				2299,6			

Таким образом, первое годовое кольцо на чешуе леща возрастом в один год в одном и том же водоеме содержит различное количество склеритов в разные годы. Эта разница объясняется прежде всего неодинаковыми размерами годовиков леща в разные годы. Чем больше размеры годовиков леща, тем больше на их чешуе склеритов. Размеры молоди леща в свою очередь зависят от условий их жизни. Благоприятные условия 1951 и 1953 гг. способствовали развитию большего количества склеритов на чешуе леща и его росту, чем неблагоприятные условия 1952 г. Так, в 1951 и 1953 гг. при хороших условиях для роста молоди леща первое годовое кольцо содержит больше склеритов (от 11 до 20), при худших условиях в 1952 г. — меньше склеритов (от 9 до 14).

Прирост второго года у годовиков леща 1952 г. начался в первых числах июля, число склеритов нового прироста равнялось нескольким склеритам (2—4). Например, годовики из улова 29 июня 1952 г. при средней длине тела 40,9 мм имели на чешуе 13—17 склеритов прироста 1951 г., нового прироста за 1952 г. они не имели. Годовики из уловов 2 мая — 5 июля 1952 г. при средней длине 40,7 мм имели на чешуе 11—18 склеритов прироста 1951 г. и лишь 2—4 склерита нового прироста за 1952 г. Количество склеритов за 1952 г. в сентябре на чешуе мальков леща увеличилось в среднем до 11 склеритов. К 28 сентября 1952 г. у мальков леща той же возрастной группы (рождения 1951 г.) число склеритов прироста 1952 г. достигает 11, а размеры в среднем до 60,7 мм. У годовиков леща 1953 г. прирост второго года начался с середины июля, на 12—16 дней позже, чем в 1952 г. Годовики леща из улова 21 мая 1953 г. не имели прироста за 1953 г. У годовиков леща из улова 18 июля 1953 г. на чешуе имелось 3—4 склерита нового прироста за 1953 г.

Время начала прироста второго года у годовиков леща в разные годы происходит в разное время. Прирост второго года на чешуе годовиков леща 1952 г. начался, как указывалось выше, в первых числах июля, у годовиков леща 1953 г. — с середины июля. Разница в появлении приростов второго года у годовиков леща в разные годы можно объяснить, повидимому, тем, что чешуя у личинок леща в раз-

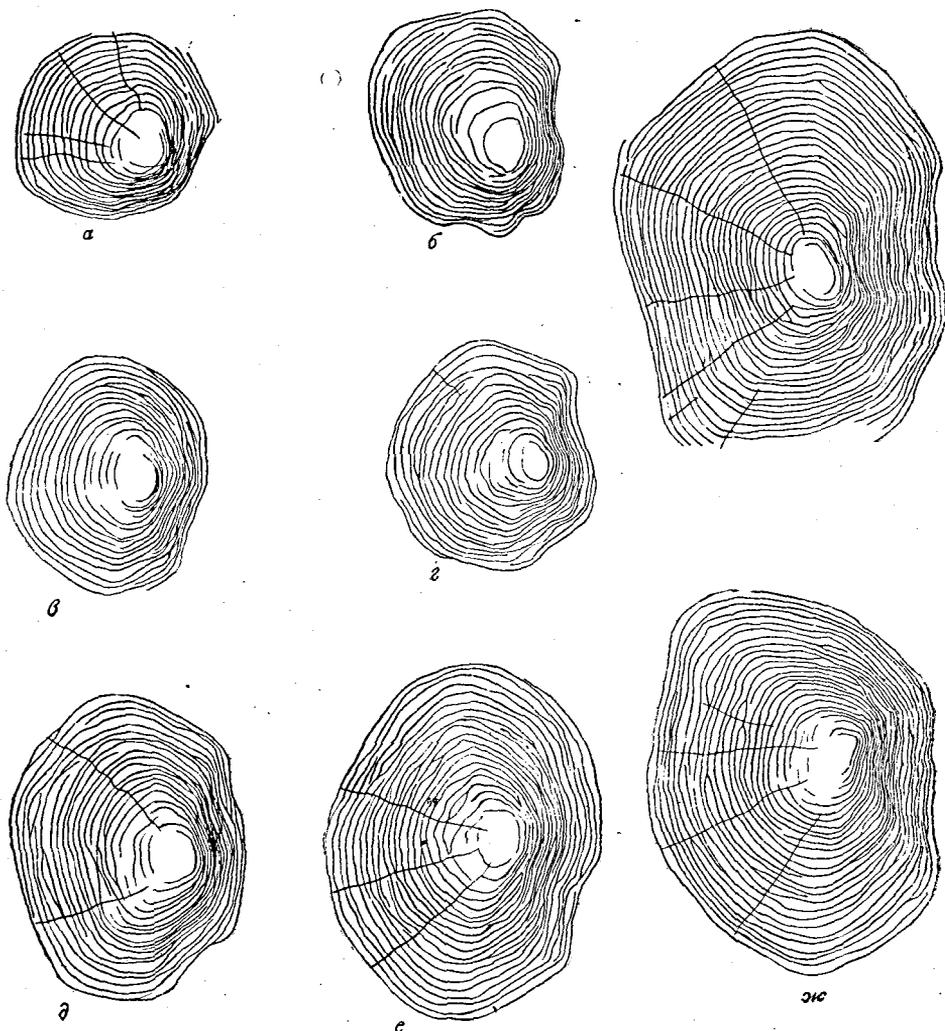


Рис. 12. Чешуя леща в возрасте 1 и 1+ (поколение 1951 г.):

*a* — чешуя леща, возраст 1, — 39 мм, вес — 1 г, (29/VI-1952 г.); *b* — чешуя леща, возраст 1, — 43 мм, вес — 1,33 г, (29/VI-1952 г.); *v* — чешуя леща, возраст 1+, — 36 мм, вес — 0,86 г, (2/VII-1952 г.); *z* — чешуя леща, возраст 1+, — 39 мм, вес — 1,03 г, (4/VII-1952 г.); *d* — чешуя леща, возраст 1+, — 38 мм, вес — 1,02 г, (4/VII-1952 г.); *e* — чешуя леща, возраст 1+, — 40,5 мм, вес — 1,18 г, (4/VII-1952 г.); *ж* — чешуя леща, возраст 1+, — 50 мм, вес — 2 г, (4/IX-1952 г.); *zh* — чешуя леща, возраст 1+, — 60 мм, вес — 3,2 г, (28/IX-1952 г.)

ные годы появляется в разное время. Появление чешуи у личинок леща связано со сроками нереста, со сроками выклеывания и перехода личинок к активному питанию, с температурными условиями, т. е. с условиями жизни в разные годы. В 1952 г. чешую у мальков леща мы обнаружили 5 августа, но, повидимому, чешуя у них появилась в последних числах июля, так как с середины июля по 5 августа не было неводного лова; в 1953 г. — 17 июля, а в 1951 г., исходя из температурных условий в мае и июне месяцах, мы можем предположить, что чешуя у личинок леща появилась в середине июля. Итак, при определении возраста мальков леща начало их роста в Миккельском озере нужно считать с момента появления чешуи у личинок леща, т. е. с середины июля месяца, когда мальки имеют длину 20—23 мм.

Таблица 9

Количество склеритов у мальков леща в октябре 1953 г.

Количество склеритов	Длина <i>ad</i> (в мм)																			Количество экз.		
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		48	49
8	1																					1
9	5	1	1																			7
10		1	3	1	2	1	2															10
11						4	5	1	1	1												12
12							4	5	6	3	4											22
13								2	2	3	1	4										12
14										6	6	3	3	3								21
15											1	1	5	3	5	3	1					19
16														2	4	5	5					16
17															2	6	4					12
18																	1	—	3	1	1	6

Таблица 10

Количество склеритов у годовиков леща за ряд лет

Время наблюдения	Год рождения	Сумма тепла с V по IX в период роста сеголетков (в градусо-днях)	Длина <i>ad</i> (в мм)		Число склеритов		Количество экз.
			колебания	среднее	колебания	среднее	
29/VI—1952 г.	1951	2290,1	39—44	40,9	13—17	15,4	7
2—5/VII—1952 г. (р. Миккельская)	1951	2290,1	36—47	40,7	11—18	14,7	53
21/V—1953 г.	1952	2008,6	31—38	34,0	10—14	12,3	27
1/VI—1953 г.	1952	2008,6	30—34	32,8	9—12	11,0	9
18/V—1954 г.	1953	2223,2	39—47	43,3	14—20	16,0	7

Появление склеритов нового прироста у годовиков леща может служить существенным подтверждением сказанного. В июле месяце у годовиков леща появляются склериты нового прироста, появляется граница между первым и вторым годовыми кольцами (рис. 12).

### ВЫВОДЫ

1. Нерест леща подвержен влиянию погоды. Одним из основных факторов, определяющих начало нереста, является температура воды. При ранней весне наблюдается ранний нерест леща; при поздней весне — поздний нерест. В годы с ранней весной нерест леща наступает при более высокой температуре воды (14,4°), а в годы с поздней весной — при более низкой температуре воды (12,7°).

2. Наилучшим субстратом для кладки икры леща является водяной мох *Fontinalis*. Количество оплодотворенных икринок при естественном нересте леща на мхе *Fontinalis* составляет около 100%, при искусственном оплодотворении — около 83,1%.

3. Икра леща развивается в прикрепленном состоянии, что обеспечивает ей нормальные кислородные условия. Развивающаяся икра леща не требовательна к кислороду и развивается в участках с заметным дефицитом кислорода (до 46%). Колебания кислорода на нерестилищах леща в период инкубации икры составляли в 1953 г. 77—102% насыщения, в 1952 г. — 54—108% насыщения.

Активная реакция среды на нерестилищах леща в период развития икры колебалась от 7,11 до 6,80.

4. Икру леща от плотвы можно отличить по цвету, размерам и микроскопическим анализам оболочек. Средний диаметр икры леща 1,8 мм, икры плотвы — 1,99 мм.

5. Скорость стадий эмбрионального развития различна. Первые стадии развития икры леща кратковременные, наиболее продолжительные стадии — гастрюляция и формирование зародыша. Продолжительность первых стадий 40—60, иногда 20 минут; продолжительность стадии гастрюляции 29 часов 20 минут, стадии формирования зародыша — около 7 суток (при средней температуре воды 13,7°).

6. Длительность инкубационного периода у леща зависит от температуры воды. Чем выше температура воды, тем короче инкубационный период. Длительность инкубации икры леща в Миккельском озере определяется в 9—11 дней при температуре воды 14—12,7°, что соответствует 126—139,7 градусодням. Выклюнувшиеся личинки имеют длину 5 мм.

7. Наименее чувствительным к механическим воздействиям можно считать период нахождения эмбриона на стадии пигментированных глаз. Начальные стадии дробления и гастрюляции являются чувствительными к механическому воздействию.

8. Длина вегетационного периода в Миккельском озере подвержена колебаниям. В 1952 г. вегетационный период был короче, чем в 1953 и 1954 гг.

9. Содержание кислорода в летнее время в местах скопления молодежи леща находится в пределах 111—133% насыщения. Величина рН в летний период колеблется от 7,4 до 9,44.

10. Длительность стадий желточного мешка и начала формирования хвостового плавника длится около 10 дней (по наблюдениям 1952 г. с 10 по 19 июня). Личинки не питаются активно, мало чувствительны к механическим воздействиям. Длина тела личинки от 5 до 8,5 мм.

Длительность стадии формирования хвостового плавника около 20 дней (по наблюдениям 1952 г. с 20 июня по 9 июля). Личинки в этой стадии активно питаются, более чувствительны к механическим воздействиям. В конце стадии сформированы плавники С, D, A и V. Длина личинок 9,5—13 мм.

Стадия предмальковая длится около 26 дней (по наблюдениям 1952 г. с 10 июля по 5 августа). Личинки на этой стадии чувствительны к механическим воздействиям.

11. Личиночный период у леща продолжается около 49—56 дней и заканчивается при длине тела 20—23 мм. К этому времени молодежь леща имеет уже вполне развитые плавники, в хвостовой части ее тела начинает появляться чешуя.

12. В качестве основного систематического признака при определении личинок леща и плотвы на ранних стадиях развития нужно брать

количество хвостовых сегментов: у леща их 20—22 (21,8), у плотвы 16—19 (17,3).

13. С момента выхода из икры и до момента появления плавников личинки леща держатся в прибрежной части озера в зарослях рдеста и водяной гречихи (по наблюдениям 1952 г. до конца июля). С приобретением внешней формы, характерной для взрослого леща, личинки леща перемещаются на середину озера. Мальки леща держатся на глубине 1,6—2 м вместе с мальками ерша, окуня и плотвы.

14. Годовые различия темпа роста рыб в Миккельском озере, связанные с продолжительностью летнего сезона, четко выражены. Хороший рост леща наблюдается в годы с теплым и продолжительным летом, плохой рост — в годы с коротким и холодным летом.

При хороших условиях (1951 и 1953 гг.) для роста молоди леща первое годовое кольцо содержит больше склеритов (от 11 до 20), при наихудших условиях (1952 г.) — меньше склеритов (от 9 до 14). Наиболее интенсивный рост личинок леща происходит в июле, августе, частично в сентябре; в октябре рост молоди сильно замедляется.

15. За начало роста личинок и годовиков леща в Миккельском озере следует принять июль месяц, в течение которого у личинок (при длине 20—23 мм) появляется чешуя, а у годовиков леща появляются приросты следующего года.

#### ЛИТЕРАТУРА

Васнецов В. В. 1947. Рост, как адаптация. Бюлл. Московск. об-ва испытателей природы. Отд. биол., т. III, в. 1. Москва.

Европейцева Н. В. 1949. Морфологические черты постэмбрионального развития окуневых (Percidae). Ученые записки ЛГУ, сер. биол. наук, в. 23. Ленинград.

Мешков М. М. 1951. Морфологические черты личиночного периода карповых рыб и определительные таблицы их личинок водоемов Ленинградской области. Ученые записки ЛГУ, сер. биол. наук, в. 29. Ленинград.

Привольнев Т. И. 1943. О физиологическом механизме вылупления эмбрионов рыб из икры. Зоологический журнал, т. XXII, в. 3.

Харкевич Н. С. 1956. Гидрохимическая характеристика Миккельского озера и Крошнозера (печатается в настоящем сборнике).

Черфас Б. И. 1950. Рыбоводство в естественных водоемах. Москва.

М. В. БАЛАГУРОВА

### СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЛЕЩА В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ И КРОШНОЗЕРЕ И ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВО

Успешно развиваемая советскими ихтиологами теория о рыбных запасах в водоемах базируется на законах и процессах биологии рыб, т. е. на биологических показателях. Одной из основных задач при определении состояния запасов той или иной рыбы является, по мнению Г. В. Никольского (1950), установление закономерностей, определяющих динамику стада, и выяснение путей управления этой динамикой. Тип динамики стада, являющийся видовым приспособительным свойством, характеризуется возрастным и половым составом стада, продолжительностью жизни особей, характером пополнения, его растянутостью, временем полового созревания и т. д.

Тип динамики половозрелой части стада характеризуется в первую очередь типом нерестовой популяции. Г. Н. Монастырский (1949) всех рыб по структуре нерестовой популяции делит на три группы: 1) виды с одноразовым икрометанием; 2) виды, у которых пополнение нерестового стада всегда преобладает над остатком; 3) виды, у которых остаток преобладает над пополнением.

Каждая из этих групп имеет свои характерные особенности, поэтому при изучении того или иного вида рыб следует определить, к какой из этих трех групп он относится. Определение типа нерестовой популяции и изучение роста и полового созревания вида позволит подойти к оценке воспроизводительной способности стада, т. е. к темпу его восстановления за счет впервые вступающих в нерест особей. По мнению Г. Н. Монастырского (1949), „та или иная степень воспроизводительной способности вида соответственно характеризует его численность. Однако воспроизводительная способность не является единственным моментом, обуславливающим численность вида или разновидности. Другим, не менее важным, моментом надо считать величину ареала размножения и, кроме того, величину ареала нагула, а также степень освоения и использования этих ареалов рыбой“.

Большое влияние на запасы оказывают абиотические условия. Влияние последних тем сильнее, чем моложе стадия развития организма. Огромное количество отложенной рыбами икры еще не определяет в полной мере судьбу данного поколения. Последняя находится в тесной связи с количеством молоди, пережившей критические периоды первых стадий развития.

Численность стада находится также в большой зависимости и от обеспеченности его кормом. По мнению Г. В. Никольского (1950),

численность вида определяется в общем количеством пищи (на единицу веса тела). У мощных поколений при недостатке пищи может наступать смерть личинок от голода.

Мощным фактором, влияющим на динамику численности стада, является и промысел. По определению Г. В. Никольского, вылов является аналогом „пресса хищников“, поэтому виды, тип динамики стада которых приспособлен к значительному прессу хищников, допускают больший процент вылова, чем виды, не приспособленные к этому фактору. Положительное или отрицательное влияние промысла на запасы будет определяться его интенсивностью, а также тем, на какую часть стада рыбы (половозрелую или неполовозрелую) он направлен.

П. А. Дрягин (1951) указывает, что „при оценке запасов всякого вида рыб весьма существенно определять, находится ли вид в водоеме в состоянии биологического процветания или же в состоянии биологического угнетения, какие условия благоприятствуют виду и какие условия вызывают его депрессию“. Признаками биологического процветания вида он считает нормальный темп роста, высокую упитанность, нормальное (близкое 1:1) соотношение полов, высокую промысловую численность и др. Важным моментом при суждении о состоянии запасов рыбы является знание распределения ее в водоеме и ее концентраций в различные периоды года.

Наконец, в общей сумме показателей состояния стада нельзя не учитывать индивидуальных свойств организма и степени его приспособления к условиям среды. Анализ приспособительных свойств отдельных видов рыб позволяет более глубоко понять их межвидовые взаимоотношения и влияние последних на численность того или другого вида рыб.

В условиях замкнутых водоемов и особенно небольших озер, кормовые ресурсы которых обычно весьма ограничены, роль межвидовых взаимоотношений рыб в определении численности того или иного вида особенно велика. Поэтому без анализа межвидовых взаимоотношений рыб не может быть правильно понято состояние их запасов.

Из сказанного видно, насколько широк круг вопросов, которые должны быть разрешаемы при определении запасов любого вида рыб и при обосновании мероприятий по управлению этими запасами.

### ВОЗРАСТ ЛЕЩА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЕГО ЗАПАСОВ

Возрастная структура популяций рыб является приспособительным свойством и отражает воспроизводительную способность стада того или иного вида рыб. Наиболее важными показателями воспроизводительной способности вида является, во-первых, соотношение времени наступления половой зрелости и продолжительности воспроизводительной способности и, во-вторых, видовая плодовитость рыб.

Виды с ранним наступлением половой зрелости, большой продолжительностью жизни и высокой плодовитостью, как правило, обладают высокой воспроизводительной способностью стада.

Наивысший возраст, обнаруженный у леща Миккельского озера, 27 лет, что является далеко не предельным возрастом для данного вида. Так, Зегерштраль (Segerstrale, 1933) сообщает о нахождении леща в возрасте 32 лет. Интенсивный промысел в Миккельском озере исключает возможность выживания здесь леща до предельного видового возраста, и большинство половозрелых особей представлено молодыми возрастными группами.

Анализ уловов леща в нерестовый период 1952—1954 гг. (табл. 1 и рис. 1) показывает постепенное сокращение количества старших

возрастных групп в уловах и увеличение молодых, неполовозрелых особей.

Таблица 1

Возрастной состав уловов леща Миккельского озера в нерестовый период 1952—1954 гг. (в %)

Год	В о з р а с т															n
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1952	0,7	1,24	7,49	17,1	17,9	15,2	18,6	11,7	6,7	2,2	0,6	0,2	0,2	0,1	1201	
1953	8,6	12,5	10,1	17,6	24,7	16,8	4,1	1,6	1,3	1,4	0,7	0,2	0,1	0,1	8863	
1954	1,8	15,3	21,3	15,7	23,3	13,2	6,2	1,9	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	—	9605	

Если в 1952 г. группа 6—8-годовалых особей составила 9,43%, то в 1953 г. — 31,2%, а в 1954 г. — 38,4%. С другой стороны, в 1952 г. про-

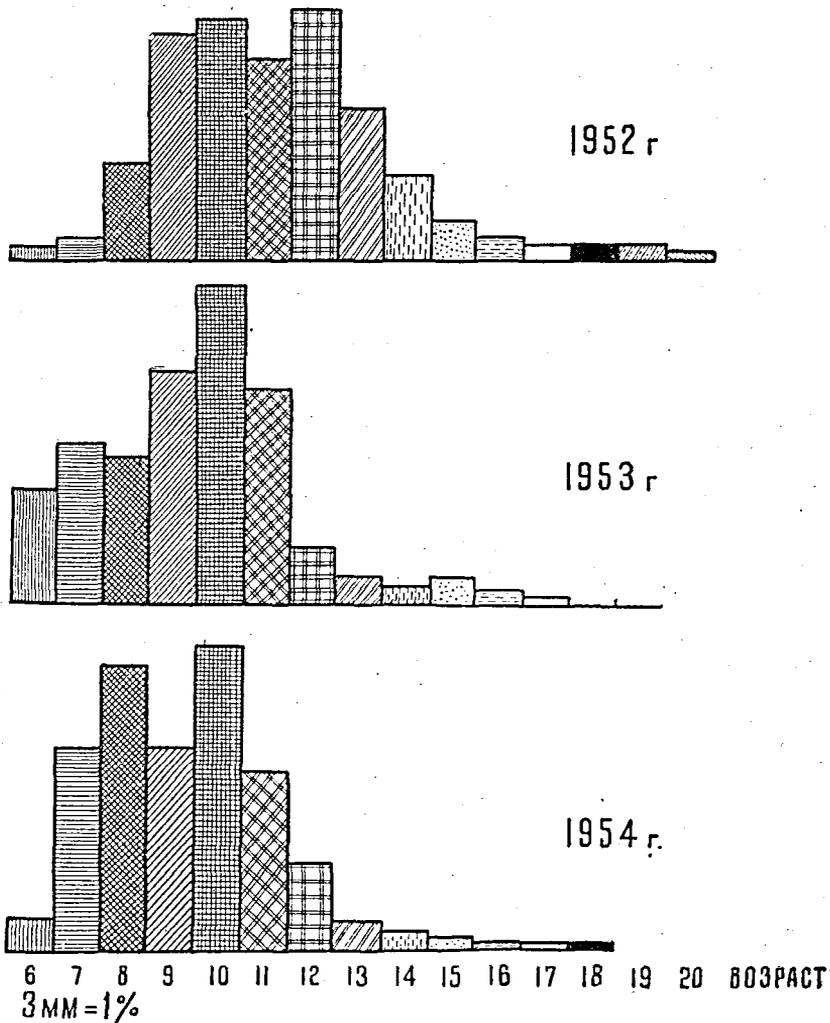


Рис. 1. Возрастной состав уловов леща Миккельского озера в нерестовый период 1952—1954 гг. (в %).

мысел базировался на 9—13-летних возрастных группах, а количество особей старше 10 лет составляло 55,57%, в 1953 г. основную часть в промысле заняли группы 9—11 лет, и число особей старше 10 лет сократилось до 26,5%, наконец, в 1954 г. основу промысла составили 8—10-летние особи, а процент лещей старше 10 лет в уловах снизился до 22,6%.

Половой зрелости лещ Миккельского озера достигает в массе своей в 9 лет. Отдельные особи становятся половозрелыми уже в 8 и даже в 7 лет, хотя процент последних в общем количестве половозрелого леща ничтожен. Однако в уловах встречаются лещи с неразвитыми половыми продуктами в возрасте 9, 10 и даже 11 лет (935 экз. из 7848 в 1953 г.). Может быть, большая часть таких лещей еще ни разу не нерестилась, но не исключена возможность, что эти экземпляры леща уже нерестились в предыдущие годы, а в 1953 г. по каким-то причинам принять участие в нересте не могли. Это указывает на то, что какая-то часть стада взрослого половозрелого леща в Миккельском озере нерестует не ежегодно.

У самцов наиболее многочисленной в уловах является группа 9 и 10-годовиков, у самок — 10 и 11-годовиков, т. е. группы, которые нерестятся первый или второй раз (табл. 2). В среднем такой лещ в нерестовом стаде составил около 80%, и только у 20% самцов и самок, как можно предполагать, нерест происходил уже 3 и 4 раза.

Таблица 2

Возрастные группы самцов и самок миккельского леща в нерестовый период 1953—1954 гг. (в %)

Пол	Год	В о з р а с т															п
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Самцы	1953	0,2	1,6	7,4	30,0	38,7	16,8	2,4	1,2	0,3	0,8	0,3	0,1	—	—	—	2013
	1954	—	1,6	15,8	24,2	44,2	9,6	3,6	0,4	0,2	0,2	—	0,1	0,1	—	—	1244
Самки	1953	0,1	1,7	7,6	19,5	30,0	24,9	6,8	2,6	2,3	2,3	1,1	0,1	0,2	0,2	0,3	4600
	1954	—	2,9	7,9	15,9	27,1	25,3	13,4	4,3	1,8	0,8	0,3	0,2	0,1	—	—	3129

В 1953 г. в летний период (после нереста) в Миккельском озере и Крошнозере было выловлено 6745 экз. леща (табл. 3), из них 58% составил неполовозрелый лещ, в основном 7 и 8-годовики (резерв).

Особенно велик вылов молоди леща в Крошнозере, где в летний период применялся неводной лов. Если в Миккельском озере (при отсутствии неводного лова) прилов молоди леща составил 42,3%, то в Крошнозере — 67,5%. Следует отметить, что большие количества молоди леща вылавливаются в р. Миккельской при скате леща в Шот-озеро: в 1953 г. за июнь месяц здесь колхозом „Искра“ было выловлено 606 кг леща средним весом 162 г, что составило почти 4000 экземпляров леща в возрасте 3—6 лет.

Промысел леща в 1952—1954 гг. базировался на поколениях 1943 и 1944 гг. (табл. 4).

Приведенные материалы по возрастному составу выловленного леща позволяют сделать вывод, что лещ в Миккельском озере вылавливается значительно раньше наступления у него предельного возраста. Сокращение продолжительности жизни леща при позднем наступлении половой зрелости снижает воспроизводительную способность стада и сказывается отрицательно на его численности.

## Возрастные группы леща Миккельского озера и Крошнозера

Озеро	Показатель	В о з р а с т								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Миккель- ское озеро	Количество экз.	—	—	—	—	—	9	587	450	417
	%	—	—	—	—	—	0,4	23,7	18,2	16,8
Крошн- озеро	Количество экз.	—	2	15	39	38	20	1905	843	579
	%	—	0,05	0,4	0,9	0,9	0,5	44,6	19,7	13,6
Всего по двум озерам	Количество экз.	—	2	15	39	38	29	2492	1293	996
	%	—	0,03	0,2	0,6	0,6	0,4	36,9	19,2	14,8

По типу нерестовой популяции Г. Н. Монастырский (1949) относит леща к 3 группе, т. е. к типу популяций, у которых остаток в стаде (повторно нерестующие особи) значительно превосходит пополнение (впервые нерестующие особи). При хорошем состоянии запасов рыбы промысел базируется на старших возрастных группах, многократно участвовавших в нересте. Впервые нерестующие особи, тем более особи неполовозрелые, в уловах должны составлять незначительный процент. Имеющиеся в нашем распоряжении данные по возрастному составу нерестовой популяции миккельского леща (табл. 2) говорят о неблагополучии в состоянии его запасов.

**РОСТ И СОЗРЕВАНИЕ ЛЕЩА МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА  
КАК ПОКАЗАТЕЛИ ТЕМПА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЕГО ЗАПАСОВ**

Материалы по возрастному составу стада леща указывают на длительный жизненный цикл этой рыбы. Это обстоятельство накладывает отпечаток на всю биологию леща. Анализ темпа роста леща (табл. 5—11 и рис. 2) показывает, что лещ в озерах Миккельском и Крошнозере

## Вылов различных поколений леща в Миккельском

Год	П о к о л е н и я						
	1948 г.	1947 г.	1946 г.	1945 г.	1944 г.	1943 г.	1942 г.
1952	—	—	46	82	497	1135	1183
1953	—	763	1115	893	1558	2189	1488
1954	164	1475	2041	1507	2244	1268	593
Всего за 3 года	164	2238	3206	2482	4299	4592	3269

Таблица 3

в посленерестовый период (летние уловы 1953 г.)

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	п
539	274	120	44	10	16	3	2	1	2	1	2475
21,8	11,1	4,8	1,8	0,4	0,6	0,1	0,1	0,04	0,1	0,04	
497	129	75	45	18	19	16	13	10	1	6	4270
11,6	3,0	1,8	1,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,02	0,1	
1036	403	195	89	28	35	19	15	11	3	7	6745
15,3	6,0	2,9	1,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,03	0,1	

имеет незначительные линейные приросты, колеблющиеся в пределах 1—3 см в год.

Относительно быстрее рост тела в длину идет первые 4—5 лет, после чего годовые приросты постепенно уменьшаются. Одновременно с этим наблюдается увеличение весовых приростов леща начиная с 5 лет. Последние, увеличиваясь в течение 2—3 лет, имеют резкое падение на 8—9 году жизни, что находится в связи с наступлением полового созревания. Начиная с пятого года наблюдаются значительные приросты тела леща в высоту, которые резко снижаются на 8—9 году жизни и несколько повышаются в последующие 2—3 года.

Максимальный размер, обнаруженный у миккельского леща, равнялся 60 см при весе в 4600 г. Эта была самка в возрасте 27 лет. Средний размер леща в промысловых уловах в нерестовый период 1953 и 1954 гг. определен в 29 см (на основании измерения 18 465 экз.). Этот размер только на 1 см превышает промысловую меру леща — 20 см ( $ad = 28$  см), что, несомненно, говорит о низком качественном состоянии промысловых уловов леща.

Таблица 4

озере в нерестовый период (в штуках)

1941 г.	1940 г.	1939 г.	1938 г.	1937 г.	1936 г.	1935 г.	1934 г.	1933 г.	п
1009	1235	777	445	146	41	15	14	14	6644
360	143	115	122	59	20	12	10	12	8863
185	75	27	11	10	5	—	—	—	9605
1554	1453	919	578	215	66	27	24	26	25112

Размеры леща *ad* (в мм) по наблюдениям 1953 г. (май—июнь)

Возраст	Миккельское озеро					Река Миккельская <sup>1</sup>					Крошнозеро				
	наимень- ший	наиболь- ший	среднее	прирост за год	n	наимень- ший	наиболь- ший	среднее	прирост за год	n	наимень- ший	наиболь- ший	среднее	прирост за год	n
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	55	96	65,6	29,6	20	—	—	—	—	—	56	78	65,0	—	5
3	77	106	88,7	23,1	17	70	102	88,7	—	14	67	92	81,7	16,7	3
4	82	135	100,5	11,8	34	82	155	103,5	19,8	61	77	117	98,5	16,8	18
5	99	129	114,0	13,5	24	97	240	148,5	45,0	35	100	134	114,1	15,6	25
6	121	260	158,6	44,6	17	133	250	178,1	29,6	70	116	196	145,4	31,3	18
7	175	320	244,0	85,4	50	165	278	198,5	20,4	94	148	284	205,0	59,6	15
8	184	362	262,3	18,3	55	188	265	228,5	30,0	33	208	326	250,7	45,7	21
9	235	350	286,5	24,2	27	238	300	269,0	40,5	4	250	297	270,9	20,2	7
10	265	350	300,5	14,0	25	235	325	289,6	20,6	18	271	333	298,0	27,1	4
11	310	420	358,1	57,6	17	266	335	308,3	18,7	3	369	—	—	—	1
12	300	440	388,0	29,9	12	325	400	362,5	54,2	2	—	—	—	—	—
13	350	480	398,0	10,0	22	378	390	381,5	19,0	3	—	—	—	—	—
14	340	480	394,3	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	375	425	405,0	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1</sup> В р. Миккельской вылавливается лещ, поднимающийся из Шотозера в Миккельское озеро.

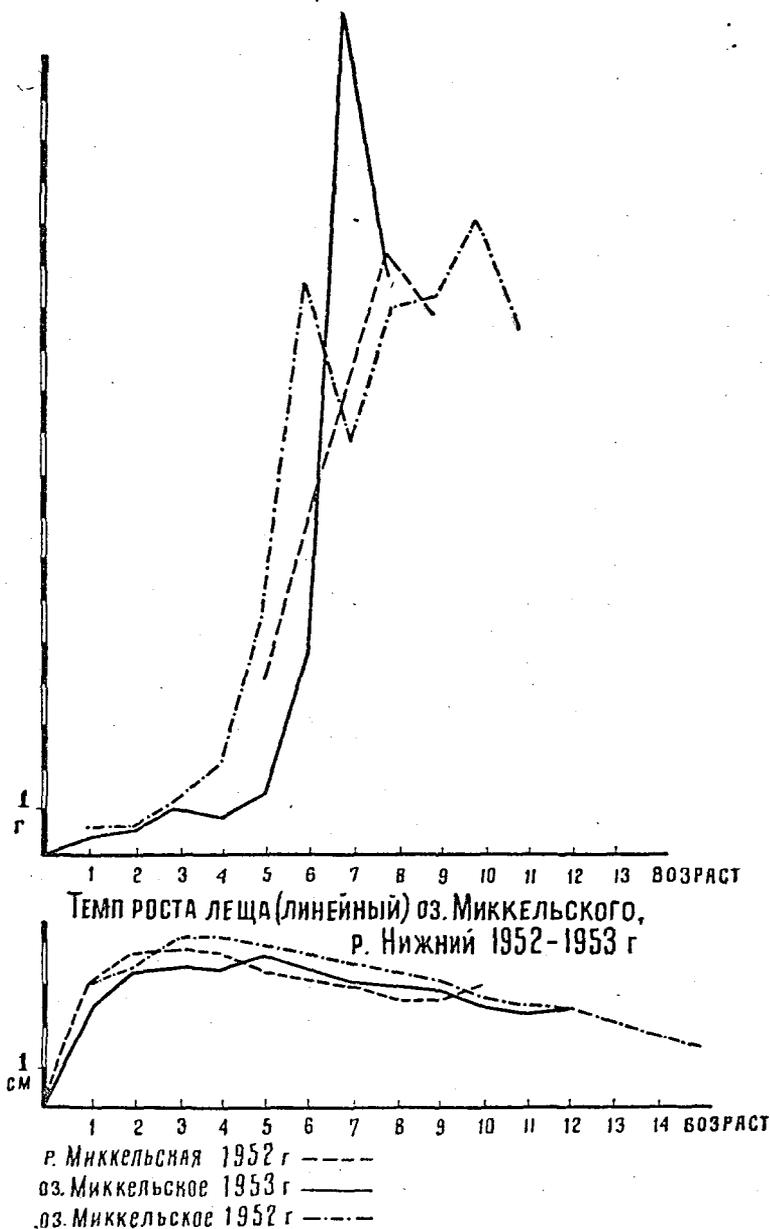


Рис. 2. Весовые приросты леща Миккельского озера,  
р. Нижней в 1952—1953 гг.

Средний вес леща в нерестовый период 1952 г. составил 774 г (на основании 6644 экз.), в нерестовый период 1953 г. — 720 г (на основании 9708 экз.), в нерестовый период 1954 г. — 639 г (на основании 9605 экз.). Эти цифры указывают на постепенное падение навески леща в промысловых уловах, что свидетельствует о ежегодном ухудшении запасов леща в Миккельском озере. Снижение навески идет за счет увеличения в промысловых уловах молоди леща, а не снижения темпа его роста.

## Темп роста леща Миккельского

11	12	13	14	15	16	17	18	19	110	111	112	113	п
23,9	51,0	87,0	119,8	154,3	188,5	219,1	251,3	286,6	312,0	344,8	364,2	375,6	260

<sup>1</sup> По обратному расчислению В. Ф. Титовой.

## Средние размеры и вес леща в Миккельском озере, р. Миккель

Показатели	Водоем	Возраст							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<i>ad</i> (в мм)	Миккельское озеро . . .	36	66	89	108	126	200	245	276
	Река Миккельская . . . .	—	—	84	120	151	184	216	251
	Крошнозеро . . . . .	—	—	99	124	137	191	231	272
	Среднее . . . . .	—	—	91	117	138	192	231	266
Вес (в г)	Миккельское озеро . . .	1	5,5	12,0	18,5	33,7	155,4	270,2	349,3
	Река Миккельская . . . .	—	—	11,0	35,1	72,5	125,2	197,3	321,4
	Крошнозеро . . . . .	—	—	14,8	31,3	51,5	162,1	270,5	391,3
	Среднее . . . . .	—	—	12,6	28,3	52,6	147,6	246,0	354,0

## Средние размеры и вес леща в р. Миккельской (шотозерский

Показатели	Год	Возраст				
		3	4	5	6	7
Размер <i>ad</i> (в мм) . . . .	1952	—	136,0	152,8	190,5	233,0
	1953	83,7	103,5	148,5	178,1	198,5
	Среднее	84,0	120,0	151,0	184,0	216,0
Вес (в г) . . . . .	1952	—	51,0	72,4	127,9	232,1
	1953	11,0	19,2	72,5	122,5	162,5
	Среднее	11,0	35,1	72,5	125,2	197,3

Таблица 6

озера<sup>1</sup> (длина тела *ad* в см)

t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	n
23,9	30,7	33,4	32,6	35,3	32,1	29,0	28,0	26,9	24,0	22,0	23,1	19,2	260

Таблица 7

ской и Крошнозере в нерестовый период 1952—1954 гг.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	n
302	325	367	385	397	403	413	435	425	503	500	580	1657
284	316	308	363	382	—	—	—	—	—	—	—	485
291	362	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43
292	334	337	374	390	403	413	435	425	503	500	580	2185
511,0	617,9	897,8	1089,5	1232,3	1461,2	1114,5	—	—	—	—	—	1657
427,4	582,5	560,3	910,0	1013,3	—	—	—	—	—	—	—	485
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43
469,3	600,2	729,0	1000,0	1122,8	1461,2	—	—	—	—	—	—	2185

Таблица 8

лещ) в нерестовый период по наблюдениям 1952—1953 гг.

Возраст						n
8	9	10	11	12	13	
273,8	299,3	341,5	—	—	—	149
228,5	269,0	289,6	308,4	362,5	381,5	336
251,0	284,0	316,0	308,0	363,0	382,0	485
380,3	477,3	656,5	—	—	—	149
262,5	378,0	508,6	560,3	910,0	1013,3	336
321,4	427,6	582,5	560,3	310,0	1013,3	485

## Средние размеры и вес леща Миккельского озера в нерестовый

Показатели	Год	Возраст							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Размер <i>ad</i> (в мм)	1952	—	—	—	116,1	137,8	207,5	238,3	290,5
	1953	36	65,6	88,7	100,5	114,0	158,6	244,0	262,3
	1954	—	—	—	—	—	233,7	251,4	274,1
	Среднее . .	36	66	89	108	126	200	245	276
Вес (в г) . . . . .	1952	—	4,86	10,05	18,07	39,3	101,4	236,3	334,3
	1953	0,9	6,20	13,60	19,00	28,2	102,4	262,5	335,5
	1954	—	—	—	—	—	262,5	311,8	378,1
	Среднее . .	1	5,5	12,0	18,5	33,7	155,4	270,2	349,3

Средний размер *ad* (в мм) миккельского леща по данным обрат

		11	12	13	14	15	16	17
Миккельское озеро	1952 г.	28,1	81,4	99,1	138,6	173,2	216,8	249,7
Миккельское озеро	1953 г.	23,9	51,0	87,0	119,8	154,3	188,5	219,1
Река Миккельская	1952 г.	27,2	65,2	100,5	137,3	172,8	207,6	241,1
Среднее . . . . .		26,4	65,9	95,5	131,9	166,8	204,3	236,6
Обратные расчисления . . . . .		26,0	66,0	96,0	132,0	167,0	204,0	237,0
По данным наблюдений . . . . .		39,2	63,2	91,0	117,0	138,0	192,0	231,0
Для перевода размерных групп в возрастные . . . . .		33,0	65,0	94,0	125,0	153,0	198,0	234,0

Таблица 9

период по наблюдениям 1952—1954 гг. (май—июнь)

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	n
312,4	341,5	364,2	379,1	390,9	399,3	420,5	434,7	425	503,3	500	580	1240
286,5	300,5	358,1	388,0	398,0	394,3	405,0	—	—	—	—	—	325
306,0	334,1	380,0	388,1	402,3	414,0	—	—	—	—	—	—	92
302	325	367	385	397	403	413	435	425	503	500	580	1657
464,5	596,4	745,5	1001,8	1124,3	1230,0	952	—	—	—	—	—	1240
475,5	510,5	848,0	1158,5	1245,5	1432,2	1277	—	—	—	—	—	325
593,0	746,9	1100,0	1108,3	1387,0	1721,4	—	—	—	—	—	—	92
511	617,9	897,8	1089,5	1232,3	1461,2	1114,5	—	—	—	—	—	1657

Таблица 10

ных расчислений (В. Ф. Титова, по материалам 1952—1953 гг.)

l 8	l 9	l 10	l 11	l 12	l 13	l 14	l 15	l 16	n
294,6	312,8	340,2	361,5	383,7	398,6	416,5	434,0	445,7	243
251,3	286,6	312,2	344,8	364,2	375,6	—	—	—	260
275,9	301,6	335,5	350,0	—	—	—	—	—	150
273,9	300,0	329,3	352,1	373,9	387,1	416,5	434,0	445,7	653
274,0	300,0	329,0	352,0	374,0	387,0	417,0	434,0	446,0	653
266,0	292,0	334,0	337,0	374,0	390,0	403,0	413,0	435,0	2185
270,0	296,0	331,0	345,0	374,0	388,0	410,0	424,0	440,0	—

Таблица 11

Вес леща (в г) по наблюдениям 1953 г. (май—июнь)

Возраст	Миккельское озеро					Река Миккельская					Крошнозеро				
	наимень- ший	наиболь- ший	сред- нее	прирост за год	n	наимень- ший	наиболь- ший	сред- нее	прирост за год	n	наимень- ший	наиболь- ший	среднее	прирост за год	n
1	0,320	1,8	1,2	1,2	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	4	17	6,2	5,0	20	—	—	—	—	—	1,5	19	7,1	—	5
3	7	30	13,6	7,4	17	7	20	11,0	—	14	3	13	8,6	1,5	3
4	10	50	19,0	5,4	34	8	75	19,2	8,2	61	12	24	18,0	9,4	18
5	17	42	28,2	9,2	23	23	220	51,5	32,3	35	19	48	28,7	10,7	25
6	38	280	102,4	74,2	17	43	260	122,5	71,0	70	26	147	65,4	36,7	18
7	80	545	262,5	60,1	45	95	310	162,5	40,0	94	66	357	203,3	137,9	15
8	140	617	335,5	73,0	55	140	370	262,5	100,0	33	237	728	453,6	250,3	21
9	290	832	475,5	40,0	27	300	507	378,0	15,5	4	306	536	407,0	—	7
10	352	900	510,5	35,0	25	330	760	508,6	130,6	18	455	840	609,5	—	4
11	512	1410	848,0	337,5	16	386	677	560,3	51,7	3	1112	—	—	—	1
12	450	1830	1158,5	310,5	12	715	1105	910,0	349,7	2	—	—	—	—	—
13	880	1900	1245,3	86,8	22	995	1050	1013,3	103,3	3	—	—	—	—	—
14	920	2360	1432,2	186,9	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	985	1450	1277	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Для целей промысла не столь важно знать годовые приросты тела рыб в длину, как годовые весовые приросты на единицу веса тела. Годовые приросты веса тела, приведенные в таблице 11, еще не дают ясного представления о темпе весового роста рыб. Наиболее показательным в этом отношении будет сравнение годовых приростов на единицу веса тела у различных возрастных групп рыб. В таблице 12 приведены такие данные для ряда рыб Миккельского озера. Получены они следующим образом. Из таблицы 11 мы видим, что при среднем весе, например, трехлетнего леща в 13,6 г годовой прирост веса выражается в 5,4 г (прирост четвертого года). Если 13,6 г дают годовой прирост в 5,4 г, то 1 кг леща такого возраста дает весовой прирост около 397 г.

Особенно большие весовые приросты у рыб наблюдаются в первый год их жизни. Лещ за первый год своей жизни достигает веса 1,2 г, плотва — 1 г, ерш — 1 г, окунь — 1,4 г, судак — 3,5 г. Вес личинок этих рыб колеблется около 1 мг, следовательно, если перевести эти приросты на 1 кг веса тела, то получится, что 1 кг личинок (1 миллион личинок) за год дает прирост у леща 1,2 тонны, у плотвы и ерша — 1 тонну, у окуня — 1,4 тонны, у судака — 3,5 тонны.

Начиная со второго года и до шестого приросты на единицу веса тела у леща постепенно снижаются. В пятилетнем возрасте, в связи со скатом леща из Миккельского озера в Крошнозеро и Шотозеро, весовые приросты его заметно увеличиваются. В дальнейшем в связи с периодом полового созревания приросты леща резко падают на 8, 9 и 10 годах

Таблица 12

Годовые приросты рыб (в г) на 1 кг веса тела в связи с возрастом (Миккельское озеро, 1953 г.)

Возраст	Лещ	Плотва	Окунь	Ерш	Судак	Щука
1	1 200 000	1 000 000	1 400 000	1 000 000	—	—
2	5888	1500	1483	520	900	917
3	1193	1400	786	666	547	757
4	397	250	534	600	174	147
5	484	533	428	425	896	993
6	2631	348	1348	350	163	900
7	587	290	629	246	342	434
8	280	325	534	239	502	235
9	119	151	294	394	249	—
10	73	82	280	132	275	219
11	661	—	108	—	—	131
12	366	—	—	—	—	—
13	75	—	—	—	—	—
14	150	—	—	—	—	274
15	—	—	—	—	—	310
Среднее	992	542	642	397	449	446

жизни. После 10 лет приросты на 1 кг снова несколько увеличиваются, постепенно снижаясь в дальнейшем. Таким образом, рост леща неравномерен в течение его жизни, и приросты на единицу веса тела колеблются в больших пределах. Средний прирост на единицу веса тела (исключая первый год жизни) выразился в 992 г. Если сравнить средние приросты молоди леща до 6 лет (т. е. в период ее жизни в Миккельском озере), то можно видеть, что средний прирост на 1 кг веса тела составляет в этот период 1990 г, т. е. около 2 кг.

Начиная с 6 лет (с момента ската молоди леща из Миккельского озера) средний годовой прирост на единицу веса тела составляет около 549 г. Помимо возрастных изменений приростов рыб на единицу веса тела существенное значение для темпа роста имеют температурные данные. Особенно большое влияние температура оказывает на рост личинок и сеголетков. Как указывает Е. С. Кожина (1956), поколение леща 1952 г. рождения вследствие меньшего количества тепла в этом году росло значительно хуже, чем поколения 1951 и 1953 гг.; к концу года молодь имела средний вес в два раза меньший, чем поколения 1951 и 1953 гг., следовательно, и годовой прирост у леща на единицу веса тела в этом году был для первого года жизни в два раза меньше, чем в 1951 и 1953 гг.

Сравнение темпа роста миккельского леща с лещом из других водоемов Карелии (О. И. Потапова, 1954) указывает на его замедленный рост в этом озере в сравнении с другими карельскими озерами. Лещ

в южных районах отличается значительно более быстрым темпом роста, особенно в первые годы жизни.

У миккельского леща повышение прироста на 6 году совпадает со скатом его из Миккельского озера в Крошнозеро и Шотозеро. Причиной позднего созревания северного леща является замедленный темп его роста в первые три года жизни, являющийся следствием более низких температур и условий питания леща в северных озерах.

Таким образом, анализ темпа роста миккельского леща показывает, что этот лещ отличается сравнительно замедленным темпом роста. Однако в сравнении с темпом роста других видов рыб Миккельского озера (табл. 12) лещ является рыбой, дающей сравнительно большие годовые приросты тела на единицу веса. Если учесть, что лещ—бентософаг, потребляющий значительно меньше бентоса на единицу своего веса в сравнении с другими бентосоядными рыбами (плотва, ерш, окунь), то станет понятным, что он является рыбой, которая может наиболее выгодно для хозяйства использовать корма Миккельского озера и Крошнозера. Позднее наступление половой зрелости, снижающее воспроизводительную способность стада, а также более высокое качество мяса у крупного леща говорит о необходимости накопления большого количества мощных поколений этой рыбы в водоеме и последующем рациональном использовании ее запасов промыслом, при котором ежегодный вылов леща не должен превышать годового весового прироста стада этой рыбы.

Итак, биологические показатели стада леща Миккельского озера и Крошнозера говорят о его неблагоприятном состоянии, а именно о его малой численности.

#### СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАПАСОВ ЛЕЩА В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ И КРОШНОЗЕРЕ

Численность любого вида животных определяется в первую очередь условиями его воспроизводства. Как бы ни был интенсивен промысел рыбы, но если ежегодно стадо будет пополняться мощным поколением, состояние его запасов не будет ухудшаться, и, наоборот, при интенсивном промысле и маломощных поколениях, вступающих ежегодно в стадо, запасы рыбы могут быть быстро подорваны.

При анализе условий естественного воспроизводства леща прежде всего обращает на себя внимание состав его производителей. Выше уже отмечалось, что стадо производителей миккельского леща представлено в основном молодыми, первый или второй раз нерестящимися рыбами. Это снижает общее количество отложенной икры, так как впервые нерестующие самки имеют значительно меньшую плодовитость, чем самки старших возрастов. У миккельского леща в нерестовый период наблюдается несоответствие полов, в общем с явным преобладанием количества самок над количеством самцов (табл. 13 и рис. 3).

Таблица 13

Соотношение количества самцов и самок  
в нерестовых уловах леща  
Миккельского озера (в %)

Год	Самцы	Самки
1952	44	56
1953	30	70
1954	23	77

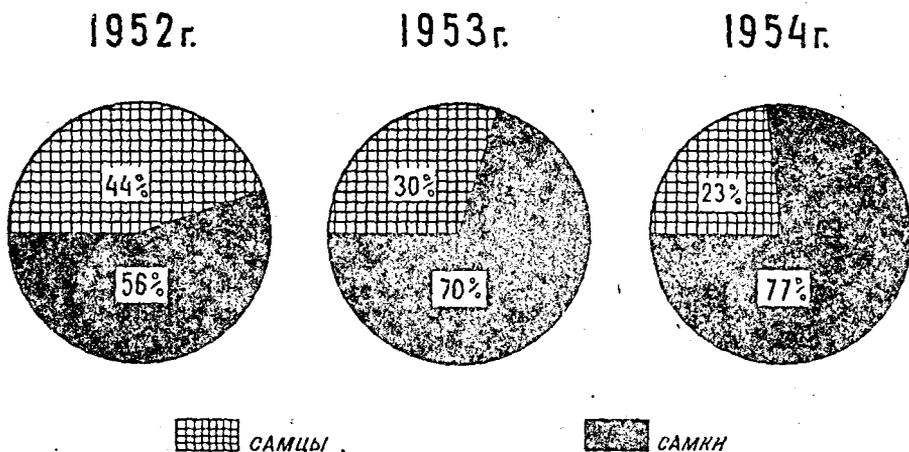


Рис. 3. Соотношение полов в нерестовом стаде леща в Миккельском озере.

Соотношение полов у неполовозрелого леща (рис. 4), повидимому, близко к нормальному (1:1). Резкое нарушение процентного соотношения самцов и самок наблюдается с девятилетнего возраста (самцы — 28%, самки — 72%). Причиной такого явления мы должны считать влияние промысла: созревающие на год раньше самцы подвергаются ранее самок интенсивному воздействию промысла в нерестовый период, что наряду с меньшей продолжительностью жизни самцов резко сокращает их общую численность в стаде.

Одним из признаков биологического процветания вида является нормальное соотношение полов, близкое 1:1. Резкое преобладание самцов, по мнению П. А. Дрягина (1951), наблюдается обычно в состоянии упадка, угнетения. У вида, находящегося в состоянии угнетения, имеется и целый ряд других признаков, которые подтверждают это состояние: замедленный темп роста, снижение навески, сокращение и резкие колебания численности и др. У леща Миккельского озера и Крошнозера наблюдаются все указанные признаки угнетенного состояния стада и вместе с тем имеется явное преобладание самок. С другой стороны, мы наблюдали резкое преобладание количества самцов у беломорской корюшки при явно хорошем состоянии ее запасов.

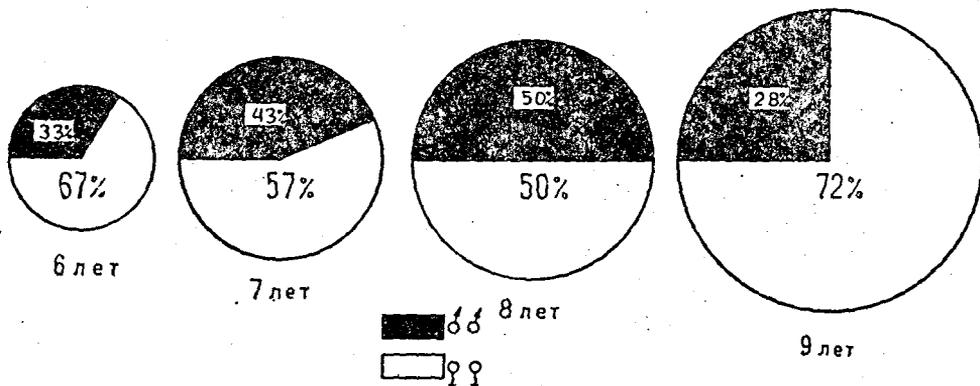


Рис. 4. Соотношение полов у различных групп леща в весенне-летний период 1953 г. (в %).

Эти факты заставляют подходить осторожно к оценке состояния запасов той или иной рыбы по соотношению полов. Необходимо рассматривать целый ряд биологических показателей стада и обязательно в связи с промыслом. Судя по нашим материалам, резкое преобладание количества самок над самцами не является показателем хорошего состояния стада леща.

Малое количество самцов нарушает естественный нерест, при котором обычно около одной самки должно быть 2—3 самца леща. Оплодотворение икры самки не одним, а двумя самцами (далеких линий) повышает плодовитость и жизнестойкость организма.

Помимо несоответствия полов в период нереста условия естественного воспроизводства миккельского леща нарушаются промыслом из-за малого количества производителей, пропускаемых на нерестилища, и большой гибели икры на субстрате при неводном ловле, применяющемся на нерестилищах. В результате такого отрицательного влияния промысла на условия нереста леща ежегодное пополнение его стада маломощно и подвергается сильному воздействию со стороны других видов рыб. Кроме того, нерационально поставленный промысел изымает из указанных водоемов большое количество леща в возрасте 3—6 лет в зимний период при облове неводом зимовальных ям и в весенне-летний период в реках при скате молоди леща и облове нерестилищ (рис. 5).

Чтобы детально объяснить влияние промысла на запасы леща, необходимо рассмотреть постановку лещового промысла в Миккельском озере и в Крошнозере в различные сезоны года. В Миккельском озере лещ вылавливается в основном в период нереста (в 1953 г. он вылавливался и после нереста в июне, июле и августе). В дальнейшем промысел леща переносится в Крошнозеро.

Общий вылов леща в этих озерах за последние 10 лет (табл. 14) колеблется в пределах от 83,9 до 191,8 ц. В нечетные годы уловы леща были больше, чем в четные. Такая закономерность наблюдается только в общем вылове леща и в вылове крупного леща. Что касается мелкого леща, то здесь правильного чередования больших и малых уловов не наблюдается. Причины чередования больших и малых уловов не ясны.

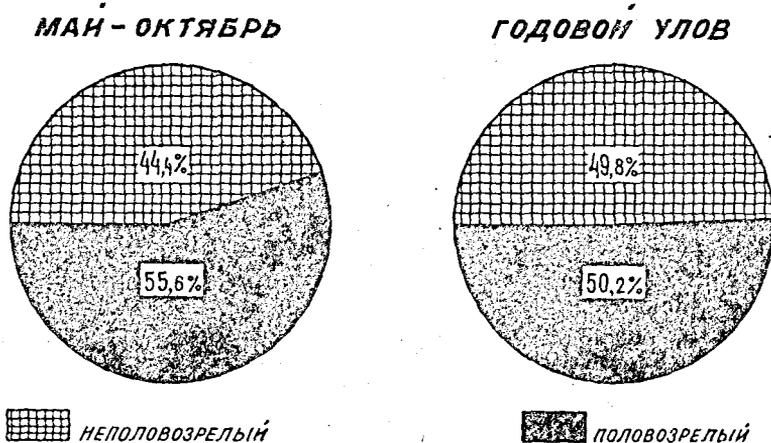


Рис. 5. Соотношение вылова неполовозрелого и половозрелого леща в промысловых уловах по Миккельскому озеру и Крошнозеру в 1953 г.

Их можно было бы объяснить неежегодным подъемом леща из Шот-озера, но такими материалами мы не располагаем.

Таблица 14

Динамика вылова леща в Миккельском озере и в Крошнозере с 1944 по 1954 гг. (в ц)

Годы	Крупный лещ	Мелкий лещ	Всего	% мелкого леща в уловах
1944	24,1	72,0	96,1	75,0
1945	98,9	8,4	107,3	7,8
1946	71,8	12,1	83,9	14,4
1947	155,8	36,0	191,8	18,7
1948	92,7	19,4	112,1	17,3
1949	116,6	16,3	132,9	12,3
1950	85,0	8,2	93,2	8,8
1951	108,4	15,6	124,0	12,6
1952	79,4	32,7	112,1	29,1
1953	72,9	72,1	144,9	49,8
1954	91,2	30,8	122,0	25,3

Основной вывод, который мы должны сделать при анализе уловов леща за последние 10 лет, — это постепенное падение уловов крупного леща и увеличение процента вылова мелкого леща. Огромное количество молоди леща было выловлено в декабре 1944 г. при облове зимовальных ям. Улов его в этот период выразился в 7,2 тонны, что при среднем весе в 100 г составит 72000 экз. молоди. Насколько большой урон рыбной продуктивности данных водоемов нанес этот вылов, можно судить хотя бы по тому, что общий годовой вылов крупного леща в 1953 г. составил менее 15000 экз. Такое же большое количество (7,2 тонны) молоди леща было выловлено и в 1953 г., что без сомнения скажется отрицательно на запасах леща и его уловах в 1959—1963 гг. Как уже указывалось, огромное количество молоди леща вылавливается в р. Миккельской при его подъеме и скате (вылов молоди на этом участке рыбоприемным пунктом не учитывается).

При анализе возрастного состава уловов леща в нерестовый период отмечено почти полное отсутствие в его стаде старших, 15—25-летних возрастных групп. Этот факт подтверждает большую интенсивность промысла леща в Миккельском озере. Действительно, на небольшой сравнительно площади в период нереста на нерестилищах и путях к ним выставляется около 300 капроновых сетей и до 100 мереж. Промысел нарушает естественный нерест леща, в результате чего ежегодное пополнение стада леща представлено малочисленными поколениями.

Помимо прямого, промысел оказывает и косвенное отрицательное воздействие на запасы леща. Нарушая его естественный нерест, промысел в то же время позволяет беспрепятственно размножаться малоценным рыбам, которые отрицательно влияют на запасы леща.

Таким образом, мы приходим к выводу, что рыбный промысел в Миккельском озере и Крошнозере поставлен нерационально. Лов леща производится в такие периоды его жизни, которые являются наиболее

уязвимыми для запасов этой рыбы: на нерестилищах в период нереста, в реках при подъеме и скате леща и на зимовальных ямах.

В результате нерационально поставленного промысла естественное воспроизводство запасов леща нарушается, и состояние его запаса с каждым годом ухудшается.

### МЕЖВИДОВЫЕ И ВНУТРИВИДОВЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РЫБ МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗАПАСЫ ЛЕЩА

Оценка состояния запасов ценных промысловых рыб и разработка методов их увеличения предполагает знание основных связей организмов с окружающей средой и тех закономерностей, которым подчиняется их образ жизни.

В целях выяснения таких связей и зависимостей на Миккельском озере были проведены комплексные биоценологические исследования. Ведущим сочленом биоценоза был избран лещ, и все исследования направлялись на выяснение связей любого компонента биоценоза в первую очередь с лещом. Это позволило лучше понять биологию как самого леща, так и биологию других видов рыб.

Биоценоз Миккельского озера включает в себя 15 видов рыб, 17 групп бентоса, 62 вида зоопланктона, 23 вида фитопланктона, 15 видов высшей водной растительности, а также многочисленные бактерии и микроорганизмы. Все эти составные части общего биоценоза органически связаны друг с другом, взаимно обусловлены, едины. Наблюдаемая в настоящее время численность и биомасса популяций в озере является результатом длительного влияния на организмы условий среды и приспособления самих организмов к этим условиям. На протяжении всей истории водоема происходила неоднократная смена биоценозов, и характер их менялся в зависимости от изменения условий самого водоема. Так, постепенно биоценозы древнего олиготрофного бассейна, в состав которого входило Миккельское озеро, заменились биоценозом сильно зарастающего прудового типа евтрофированного водоема, каким является в настоящее время Миккельское озеро.

В условиях этого водоема мы имеем дело с биоценозом, измененным и хозяйственной деятельностью человека. В результате многолетнего одностороннего воздействия рыбного промысла на запасы ценных промысловых рыб (леща и судака) их численность резко сократилась. В новом биоценозе в результате совместной жизнедеятельности организмов создались иные условия существования для всех видов. Эти условия и определили наблюдаемую нами численность рыб и беспозвоночных в Миккельском озере.

Из 15 видов рыб, отмеченных для Миккельского озера, 8 встречаются единичными экземплярами: ряпушка, сиг, язь, синец; щиповка, бычок-подкаменщик, судак. Основными видами рыб в биоценозе, живущими постоянно вместе и находящимися в самой тесной связи друг с другом, являются лещ, плотва, укля, ерш, окунь, щука.

Процентное соотношение рыб в ихтиофауне Миккельского озера говорит о ее низком качественном промысловом составе, не соответствующем природным условиям водоема (табл. 15).

Как видно из таблицы 15, по численности лещ составляет 6,4%, плотва — 15,3%, окунь — 57,1%, ерш — 20,2%, щука — 0,6%, укля — 0,2%, налим и судак — по 0,05% общего количества рыб в озере.

Современная экология имеет целью изучение взаимоотношений со средой не отдельных особей, а видов и их совокупностей. Одной из важнейших задач экологии является изучение общевидовых приспособ-

Таблица 15

## Характеристика некоторых видовых особенностей рыб Миккельского озера

Вид рыбы	Потребление белтоса на 1 кг веса рыбы в год (в кг)	Годовой прирост на 1 кг веса рыбы (в г)	Продуцируемые икры на 1 кг веса рыбы (в штуках)	Наступление половой зрелости	Продолжительность жизни	% в составе ихтиофауны (по численности)	
						возможный	наблюдаемый (по опытным уловам)
Лещ . . . . .	0,9	992	105000	8—9 (9)	27	16	6,4
Плотва . . . . .	1,908	542	120000	3—4 (4)	15	26	15,3
Окунь . . . . .	3,312	642	1000000	3—4 (4)	20	32	57,1
Ерш . . . . .	5,076	397	568000	2—3 (3)	12	26	20,2

лений, как основы, на которой строятся взаимоотношения вида со средой и, в частности, межвидовые взаимоотношения внутри биоценоза.

Анализируя приспособительные свойства отдельных видов рыб в Миккельском озере, вырабатываемые ими в целях наилучшего сохранения своей численности, мы видим, что у каждого вида они различны. Эти приспособления и определяют тип динамики стада отдельных видов рыб (табл. 15).

Для понимания существующего процентного соотношения рыб в составе ихтиофауны Миккельского озера рассмотрим потенциальные возможности отдельных видов рыб в воспроизводстве их запасов.

Допустим, мы взяли равные количества рыб различных видов и поставили их в одинаковые условия размножения, при которых каждая из этих рыб и из ее потомства отнерестится в своей жизни один раз, оставив после себя две особи (самца и самку) и дожив до предельного возраста (рис. 6). Одинакова ли будет численность потомства различных видов рыб через определенный промежуток времени?

Самка леща нерестится впервые в 9 лет. Предельный возраст леща, обнаруженный нами, был 27 лет. Следовательно, за весь период жизни лещ при указанных условиях будет иметь три поколения, и потомство исходной самки вместе с нею составит через 27 лет 5 особей.

У плотвы (предельный возраст 15 лет) за данный промежуток времени (27 лет) созреет семь поколений, четыре из них доживут до указанного срока, а численность плотвы будет составлять 8 экз. У окуня (предельный возраст 20 лет) созреет тоже 7 поколений, из них 5 доживут до указанного срока, составив численность окуня в 10 экз. Ерш, созревающий в 2—3 года и имеющий предельный возраст в 12 лет, за тот же период будет иметь 9 поколений. 4 из них доживут до указанного срока и будут иметь численность в 8 экземпляров. Как видим, при совершенно одинаковых исходных условиях размножения через один и тот же промежуток времени различные виды рыб будут иметь разную численность. Преимущество будут иметь виды с ранним созреванием и с относительно большей продолжительностью жизни, например, окунь.

Обращает на себя внимание тот факт, что в связи с вынужденным сокращением продолжительности жизни леща в водоеме под влиянием промысла численность леща в составе ихтиофауны падает с 16 до 6,4%.

В настоящее время в Миккельском озере промысел сократил продолжительность жизни леща до 10—12 лет (более старые экземпляры встречаются уже единично), поэтому в составе ихтиофауны этого озера лещ по численности составляет только 6,4%.

Мы рассмотрели самую схематическую картину динамики численности отдельных видов рыб, обусловленную только продолжительностью жизни особей и временем наступления половой зрелости. Для большей ясности мы отбросили такие вопросы, как повторный нерест, различную плодовитость рыб, выживаемость молоди, влияние хищников и паразитов и т. д. Все эти явления, безусловно, имеют место в водоеме, они-то и создают сложность картины динамики численности рыб. Порой такие явления (большая гибель молоди) служат причиной резкого снижения численности отдельных поколений, однако в нормальных условиях они не нарушают общих закономерностей увеличения численности, свойственных каждому виду и обусловленных их видовыми особенностями.

Приспосаблиясь к условиям среды, каждый вид по-разному их ассимилирует. На рисунке 7 показано потребление бентоса, годовые приросты и продуцирование икры на 1 кг веса тела различными видами рыб Миккельского озера.

Наибольшее относительное потребление бентоса наблюдается у ерша. На 1 кг своего веса он потребляет этого корма в 6 раз больше, чем лещ, а количество поедаемых им тендипедид в 7 раз больше, чем у леща. Большое относительное потребление бентоса наблюдается у окуня. Даже плотва, которую у нас обычно считают растительноядной рыбой, наряду с растительной пищей потребляет на единицу своего веса в два раза больше бентоса, чем лещ. Относительное потребление пищи значительно больше на молодых стадиях, чем на взрослых.

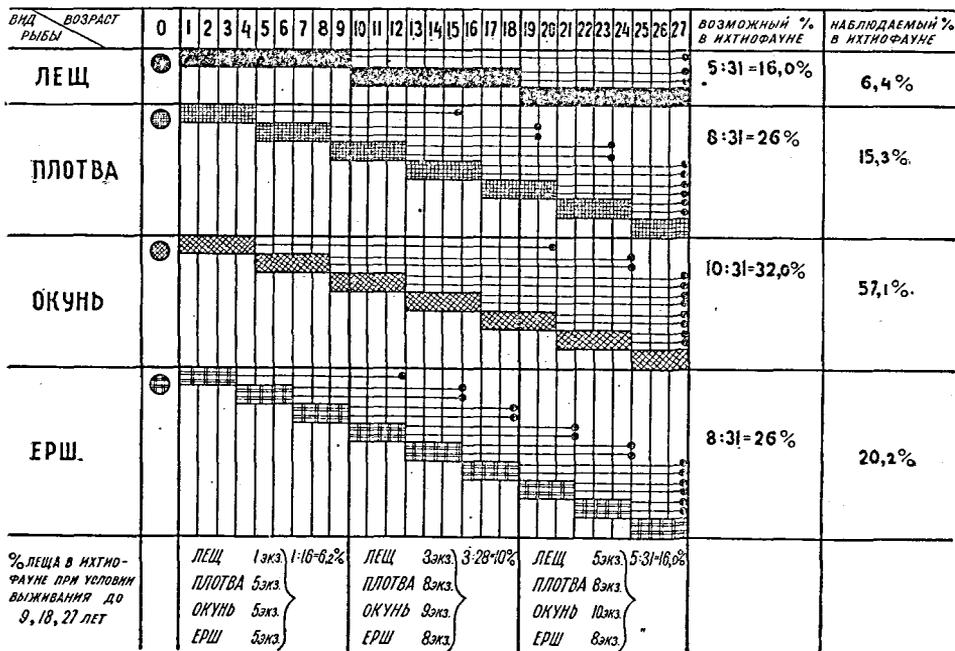


Рис. 6. Типы динамики стада рыб Миккельского озера.

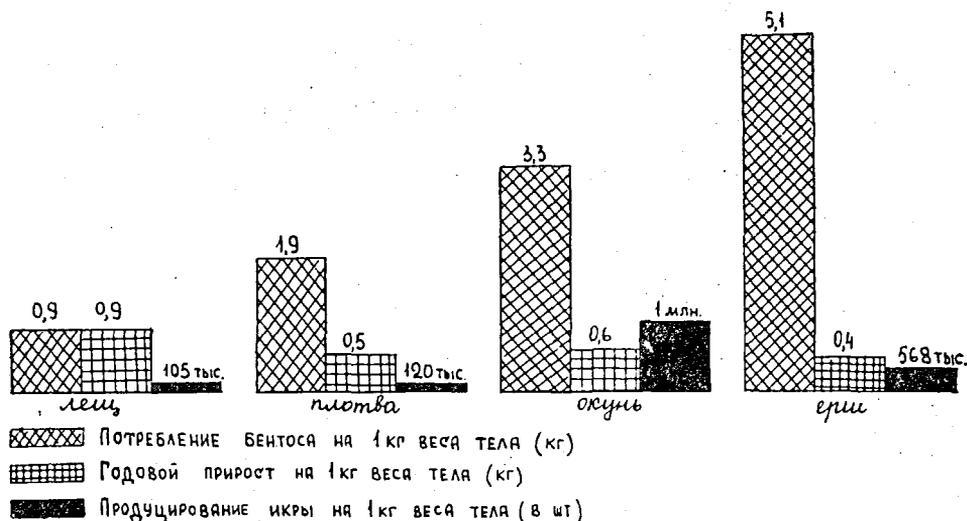


Рис. 7. Характеристика некоторых видовых особенностей различных рыб Миккельского озера (1953 г.).

Среднегодовые приросты веса тела на его единицу у разных видов рыб также не одинаковы: наибольшие — у леща, наименьшие — у ерша.

Однако в первый год жизни годовые приросты на единицу веса тела у леща почти такие же, как у других рыб Миккельского озера: прирост на 1 кг личинок составит за первый год у леща 1,2 тонны, у плотвы и ерша — 1 тонну, у окуня — 1,4 тонны. В дальнейшем годовые приросты у всех рыб постепенно падают.

Продуцирование икры на 1 кг веса тела у леща составляет 105 тысяч, у плотвы — 120 тысяч, у ерша — около 600 тысяч и у окуня — до 1 млн. яиц. Как видим, ерш, потребляющий в 6 раз больше пищи на 1 кг своего веса, чем лещ, продуцирует относительно в 6 раз больше икры (количественно). Огромной относительной плодовитостью отличается окунь: на 1 кг своего веса он продуцирует икры почти в 10 раз больше, чем лещ. Таким образом, траты энергии, поступающей в организм с пищей, у леща и малоценных рыб различны.

Зная запасы рыб в Миккельском озере и Крошнозере (табл. 23), можно судить об общих количествах икры, продуцируемой лещом и малоценными рыбами. Умножая запасы рыб в обоих озерах (в кг) на количество икры, продуцируемой на 1 кг веса тела, получаем потенциальную плодовитость рассматриваемых видов рыб (табл. 16).

Таблица 16

Потенциальная плодовитость рыб Миккельского озера

Вид рыбы	Количество яиц
Лещ . . . . .	1 375 080 000
Плотва . . . . .	2 487 360 000
Ерш . . . . .	5 133 600 000
Окунь . . . . .	9 456 000 000

Судя по данным таблицы 16, наибольшую потенциальную плодовитость имеет окунь. Раннее наступление половой зрелости у окуня (3—4 года), относительно большое потребление пищи на единицу веса тела и связанное с этим относительно большое продуцирование икры на единицу веса, а также сравнительно большая продолжительность жизни (20 лет) обеспечивают ему самую большую численность среди рыб Миккельского озера. Большими возможностями к увеличению своей численности, обусловленными видовыми особенностями, обладают ерш и плотва.

Что касается леща, то он в условиях Карелии имеет незначительные возможности к увеличению своей численности. Продолжительность холодного периода, в который сильно замедляется, а иногда и вовсе прекращается питание леща, является причиной относительно малого среднегодового потребления им бентоса на единицу веса тела, следствием чего является меньшее, чем у малоценных рыб, продуцирование икры. Поздние сроки наступления половозрелости у леща еще более уменьшают его возможности к увеличению своей численности. Поедание малоценными рыбами большого количества лещовых кормов ограничивает кормовую базу леща в период его нагула и тем самым снижает его численность.

Из сказанного видно, что малоценные рыбы (окунь, плотва, ерш) обладают значительно большими, чем лещ, возможностями к увеличению своей численности. Это заставляет подходить к эксплуатации запасов леща в Карелии с большой осторожностью. При нерациональном использовании промыслом запасов леща малоценные рыбы очень быстро будут занимать его место в водоеме, используя его кормовую базу. В Миккельском озере, например, 81% кормового бентоса используется малоценными рыбами и только 19% — лещом.

Процесс воспроизводства запасов леща длителен и колеблется от 8 до 10 лет. Включая в себя все стадии развития рыбы от икринки до наступления половозрелости, он представляет собою непрерывную цепь сложных взаимоотношений организма с окружающими условиями, среди которых большое значение имеют межвидовые взаимоотношения рыб.

Лещ и плотва. Виды принадлежат к одному семейству и являются бореальными формами. Распространившись из более южных водоемов далеко на север, оба вида в значительной степени изменили свою биологию и приспособились к условиям водоемов высоких широт. Так, лещ вследствие малой кормности и более пониженных температур северных водоемов по сравнению с южными имеет здесь более замедленный рост и значительно позднее созревает. Если лещ Аральского моря становится половозрелым уже в 3—4 года, то лещ карельских озер нерестится первый раз в массе только в 9 лет. Некоторым изменениям подверглась плодовитость леща в северных озерах. Оставаясь в общем высокой, она в северных водоемах, однако, меньше, чем в южных. Снижился температурный порог для нереста леща до 10—12°. Но морфологические признаки леща при продвижении на север, по данным О. И. Потаповой (1956), почти не изменились.

Внутривидовые взаимоотношения леща своеобразны и способствуют увеличению его численности. Нерестовое стадо леща в Миккельском озере состоит из двух биологически разнокачественных стад — шот-озерского и крошнозерского лещей. Отсутствие строгой локализации этих стад на нерестилищах способствует их скрещиванию, что должно положительно сказываться на жизнестойкости потомства.

Молодь и взрослые формы леща живут в различных водоемах, мало соприкасаясь и не влияя на кормовую базу друг друга. Молодь

откармливается в Миккельском озере, крупный лещ — в Крошнозере и Шотозере. Различные возрастные группы леща занимают разные зоны озера. Сеголетки и годовики леща обитают в средней части озера (в его придонной зоне). 2—3—4-годовики занимают береговую часть озера, преимущественно по восточному и северо-восточному берегу.

Каждая возрастная группа леща характеризуется своим спектром питания, что позволяет ему более полно использовать кормовые ресурсы водоема и увеличивать свою численность. Внутривидовые взаимоотношения леща направлены на лучшую выживаемость вида, на увеличение его численности. Однако, как мы увидим дальше, положительное влияние внутривидовых взаимоотношений леща полностью снимается отрицательным влиянием на его запасы малоценных и хищных рыб.

Плотва в сравнении с лещом организм более пластичный, вследствие чего она имеет в северных водоемах и более широкое распространение. Плотва живет в самых различных водоемах при широком диапазоне температур, солёности и других факторов среды. Если лещ стойко удерживает свои морфологические признаки, то плотва их изменила в сторону появления наиболее совершенной (в смысле плавания) формы, что, несомненно, сыграло положительную роль в сохранении ее энергетического баланса. Если у северного леща срок созревания по сравнению с южным лещом увеличился в три раза, то у северной плотвы в сравнении с южной — на 1 год. Это обстоятельство дало плотве большую возможность к увеличению ее численности в сравнении с лещом.

Внутривидовые взаимоотношения плотвы имеют ряд общих черт с внутривидовыми взаимоотношениями леща. Плотва, подобно лещу, размножается в Миккельском озере, а после нереста частично скатывается в Крошнозеро и Шотозеро. Однако в Миккельском озере, по-видимому, есть и свое стадо плотвы, которое проводит в озере всю свою жизнь. Поэтому наряду с молодью здесь встречается во все периоды года и половозрелая плотва, которая откармливается на одних участках с молодью. Это снижает качество нагульных площадей для молоди и взрослых рыб. Приспособлением к ослаблению такого отрицательного влияния является еврифагия плотвы. Она использует для питания весьма разнообразные организмы, находящиеся в водоеме (кроме рыбы).

Рассмотрим межвидовые взаимоотношения леща и плотвы в Миккельском озере на разных стадиях их развития. Принадлежность рассматриваемых видов к одному семейству показывает общность их происхождения и родство в биологии. Это родство наиболее ярко проявляется в период размножения. Сходные требования, предъявляемые видами к условиям инкубации икры, определяют сходство мест их нереста и сроков размножения. Главнейшей особенностью нерестилищ леща и плотвы является приуроченность их к мелководной, наиболее прогреваемой зоне. Необходимым условием в период начала инкубации икры должно быть отсутствие волнения, вследствие чего нерестилища этих рыб располагаются у затишного берега. Так как в мае — июне преобладают северные и северо-восточные ветры, то нерестилища леща и плотвы расположены по северному и северо-восточному берегам, являющимися затишными (от мыса Кивинёкка до мыса Хопунёкка).

Более низкий температурный порог для начала нереста плотвы (9—10°) обеспечивает ей и более ранний в сравнении с лещом нерест. Разница в сроках нереста плотвы и леща выражается обычно в несколько дней (иногда до двух недель). В 1952—1954 гг. конец нереста плотвы совпадал с началом нереста леща. Это влечет за собой естест-

венную гибридизацию плотвы и леща, о чем можно судить по значительному количеству природных гибридов (плотва × лещ), наблюдающемуся в Миккельском озере и в Крошнозере (Вебер и Титова, 1956).

Подходя первой к местам нереста, плотва занимает наиболее теплые, затишные участки с зарослями полушника или прошлогодней осоки, иногда ежеголовки. Большая численность плотвы определяет и огромное количество отложенной ею икры. Нерестилища плотвы тянутся от ручья Каскеноя к северу и дальше до ручья Сулгуоя почти непрерывной полосой. Подошедший несколько позднее лещ даже при наличии пригодных для его нереста температур и субстратов не может отложить икру на данных участках, так как они уже заняты плотвой. Только отдельными пятнами на этом пространстве встречается икра леща (в наибольшем количестве у мыса Хаубаннёкка).

При дальнейшем прогреве воды в озере лещ начинает нереститься на более глубоких участках, откладывая икру на водяной мох. Представляется, что при свободных нерестовых площадях у самого берега, где вода прогревается быстрее, первые особи нерестового леща могли бы отнереститься значительно раньше, что обеспечило бы более ранний выход его личинок. Общее количество икры, откладываемое плотвой и лещом, далеко не одинаково. По данным О. И. Потаповой (1956), в 1953 г. икры плотвы на нерестилищах было в 19 раз больше, чем икры леща. Густота засева икрой нерестилищ леща различна в зависимости от их глубины. На нерестилищах глубиной до 0,5 м. на 1 м<sup>2</sup> площади дна лещом откладывается около 30 тысяч яиц, на нерестилищах с глубиной в 1,5 м — 23,5 тысячи яиц. Яйца плотвы откладываются в среднем по 24,5 тысячи на 1 м<sup>2</sup>. Как видим, густота засева икрой нерестилищ леща в мелководье, т. е. вблизи нерестилищ плотвы, значительно больше, чем на глубоких участках. Это, повидимому, связано с повышенной гибелью икры и молоди в условиях резкой смены температур в мелководье, но, возможно, немалую роль здесь играет борьба за существование на раннеличиночной стадии.

Близость сроков нереста и продолжительности инкубационного периода приводят к почти одновременному выклеву личинок плотвы и леща. В 1952 г. массовый выклев личинок плотвы был 9 июня, личинок леща — 10 июня. В 1953 г. массовый выклев личинок плотвы и леща первого подхода в мелководье был в один день (2 июня), в глубинной зоне — на два дня позднее (4 июня). Выживаемость икры леща и плотвы на естественных нерестилищах (при отсутствии вмешательства человека) высокая и составляет 97—98%. Следовательно, количество выклюнувшейся молоди плотвы и леща огромно. В береговой зоне на глубине 0,5 м это количество составляет 30 000 для личинок леща и 24 500 — для личинок плотвы в 1 м<sup>3</sup> воды, или 30—25 личинок в 1 л воды. Личинки плотвы и леща первого подхода переходят к самостоятельному питанию почти одновременно (плотва на 1—2 дня раньше). Личинки же леща от второго нереста переходят к самостоятельному питанию позднее, чем плотва (на 7—10 дней). Они значительно слабее, чем более старшие личинки плотвы, которые к этому времени активно разыскивают пищу.

Рассмотрим кормовую базу для личинок леща и плотвы на мелководье в момент выклева и перехода их к самостоятельному питанию.

По данным З. И. Филимоновой (1956), зоопланктон зарослевой зоны на мелководье в 1953 г. характеризовался следующими показателями: в 1 м<sup>3</sup> воды было отмечено в среднем 192 666 экз. рачкового планктона с общей биомассой 12 824 мг/м<sup>3</sup>. Количество личинок в 1 м<sup>3</sup> воды, как уже указывалось, выразилось для леща в 30 000 экз., для плотвы — в 24 500 экз. Соотношение количества личинок и зоопланктона

в 1 м<sup>3</sup> воды показывает, что на каждую личинку приходится только 6—8 организмов зоопланктона с биомассой 0,4 мг.

Учитывая, что кормовая часть планктона составляет около 50% (молодь), можно полагать, что количество корма на каждую личинку сократится до 3—4 организмов зоопланктона, а биомасса — до 0,2 мг. Здесь мы можем говорить о несоответствии количества личинок и количества корма с явным недостатком корма на одну личинку. Наблюдаемое разовое потребление личинками леща и плотвы корма в июне месяце выражается в 4—6 экземплярах. За месяц это число составит около 150—200 экз. Простой расчет показывает, что кормовые ресурсы позволяют кормиться в 1 м<sup>3</sup> воды только одной тысяче личинок (при условии отсутствия у личинок избирательной способности в питании, при которой количество личинок в 1 м<sup>3</sup> воды должно быть еще меньше). Питание личинок леща и плотвы по своему составу одинаково. В их пище в первый период самостоятельного питания встречаются ювенильные и взрослые формы *Bosmina longirostris*. Это обстоятельство делает личинок плотвы серьезным конкурентом личинкам леща. Выключившиеся несколько раньше личинки плотвы, к тому же численно превосходящие, теснят личинок леща, поедая их корм и резко сокращая их численность.

Мы не рассмотрели, за неимением материалов, возможностей питания личинок леща и плотвы бактериями. Отсутствие микробиологических исследований не позволяет охарактеризовать эти кормовые ресурсы, однако косвенные данные (обилие гниющей растительности, ухудшение кислородных условий) говорят об интенсивных бактериальных процессах в зоне мелководья.

Приведенные материалы заставляют считать взаимоотношения плотвы и леща на стадии личинки резко конкурентными, антагонистическими, ведущими к борьбе за существование, к резкому сокращению численности видов. В условиях Миккельского озера плотва подавляет леща и сокращает его численность. Внутривидовые взаимоотношения леща на личиночной стадии также конкурентны, ведут к борьбе за существование и массовой гибели личинок от недостатка пищи, однако при отсутствии плотвы численность леща даже при условии конкуренции его личинок была бы неизменно больше, чем мы наблюдаем в настоящее время.

Во второй половине июля, вследствие энергичного окисления гниющих остатков и „цветения“ воды, в зоне мелководья в ночные и раннеутренние часы наблюдается дефицит кислорода (44% насыщения).

Количество зоопланктона здесь резко сокращается, а мальки плотвы и леща отходят в более глубокие участки озера, постепенно распространяясь по всей его центральной части. Здесь они попадают в иные экологические условия и в иное сообщество рыб. Если в зоне мелководья молодь плотвы и леща обитала в сообществе взрослых плотвы, окуня и молоди щуки, то в глубинных участках наряду с ними она встречается с сеголетками окуня и ерша, имеющими значительно большую численность. В этот период жизни молоди леща связи ее с другими видами рыб становятся более многогранными и сложными.

В конце июля и в августе у личинок леща и плотвы резко выражена избирательная способность в питании, а пищу их составляют одни и те же организмы: *Alonella nana* и *Alona quadrangularis*, численно в планктоне занимающие незначительный процент (до 6%). Преобладая численно, плотва выедает значительное количество лещового корма; что ухудшает условия питания леща и ведет к снижению его темпа роста на первом году жизни. Спектры питания молоди леща и плотвы в течение

всего первого года остаются почти одинаковыми, а пастбищные места совпадают.

Наиболее напряженными пищевые связи сеголетков леща и плотвы становятся зимой. По данным З. И. Филимоновой (1956), биомасса зоопланктона в этот период исчисляется по всему озеру в 100 кг, что в 24 раза меньше, чем летом. Неблагоприятными в конце зимы становятся и газовые условия в Миккельском озере. По данным Н. С. Харкевич (1956), в центральной, северной и северо-западной частях озера к концу марта содержание кислорода в поверхностном горизонте падает до 1,01 мг/л, а на глубине 0,5 м — до 0,86 мг/л. Наиболее благоприятными для зимовки рыб местами являются юго-восточная, восточная, северо-восточная и северная части центрального плеса, на которых и скопляется в зимний период основная масса рыб. В этот период можно предполагать наличие напряженной конкуренции в пище и в потреблении кислорода у рыб Миккельского озера.

На втором году жизни плотва начинает переходить к растительной пище, и пищевые связи ее с лещом становятся менее напряженными. Характер питания плотвы продолжает оставаться растительным в основном во всех старших возрастных группах. На этом основании некоторые авторы (Смирнов, 1954) считают, что плотву в озерах Карелии нельзя рассматривать как малоценную рыбу. Положительное значение плотвы они усматривают в ее пищевом значении для ряда ценных хищников: щуки, судака, крупного окуня и др.

В условиях Миккельского озера плотва, несомненно, является малоценной рыбой, влияющей отрицательно на численность леща. Наибольшее отрицательное значение плотвы сказывается в первый год ее жизни, особенно на личиночной стадии. Однако и взрослая плотва, как было указано ранее, поедая значительные количества бентоса, отрицательно влияет на кормовую базу леща.

Таким образом, анализ межвидовых взаимоотношений леща и плотвы показывает, что эти взаимоотношения антагонистичны, и каждый из этих видов отрицательно влияет на численность другого. Степень отрицательного влияния плотвы на леща определяется величиной диспропорции в их численности. Поэтому резкое подавление численности плотвы — один из путей увеличения запасов леща.

Лещ и ерш. Внутривидовые взаимоотношения ерша определяются совместным обитанием молоди и взрослых рыб. Значительные концентрации ерша позволяют ему вытеснить с пастбищ другие виды рыб (молодь леща, судака, плотвы), но в то же время они отрицательно влияют на выживаемость его молоди. Скученность, отсутствие еврифагии, относительно большое потребление пищи на единицу веса тела ухудшают условия питания рыбы и способствуют большой заражаемости ерша экто- и эндопаразитами. Все это является причиной несоответствия между наблюдаемой численностью ерша в Миккельском озере и его потенциальными возможностями к увеличению своей численности (раннее созревание, относительно большая плодовитость и т. д.).

Межвидовые взаимоотношения леща и ерша складываются в основном на почве питания. Различные места нереста исключают совместное обитание личинок этих рыб при переходе к самостоятельному питанию. Пищевые связи сеголетков этих видов начинаются с конца июля. Общими компонентами в питании сеголетков являются *Alopa quadrangularis* и детрит с иложивущими кладоцерами. Однако основную пищу сеголетков ерша в этот период составляют тендипедиды (73%). З. И. Филимонова (1956) отмечает очень высокую интенсивность питания сеголетков ерша в июле: при среднем весе сеголетков в 336 мг коли-

чество пищи в желудке в среднем составляет 35,3 мг (или 36 кг в год на 1 кг веса тела). Тендипедидное в основном питание у ерша остается на протяжении всей его жизни, вследствие чего ерш поедает значительные количества этого ценного лещового корма.

Большой урон лещовым пастбищам ерш наносит в период своего нереста (май—июнь). Нерестилища его расположены по восточному берегу от ручья Каскеноя до р. Матчелицы, где в летний период и зимой держится молодь леща 2—5 лет. Хорошие кислородные условия и большой процент тендипедид в составе донной фауны делают этот район основным местом обитания молоди леща 2—5 лет. Однако в период нереста ерша молодь леща на этом участке не встречается. Ерш держится здесь около месяца и интенсивно питается. В мае 1954 г. разовое потребление ершом пищи на 1 кг веса тела выразилось в 9,26 г (годовое — 3,4 кг), из них 7,7 г составляли тендипедида. Концентрирование абсолютного большинства популяций ерша (многие самцы половозрелы в возрасте одного года) на этом сравнительно небольшом участке и интенсивное питание ерша в период его нереста приводят к значительному снижению качества основного лещового пастбища, что не может не сказаться отрицательно на темпе роста молоди леща. Если в Миккельском озере ерш ухудшает условия питания молоди леща, то в Крошнозере и в Шотозере ерш ухудшает условия питания взрослого леща. В результате положительное влияние на запасы леща раздельного обитания его молоди и взрослых форм (особенность внутривидовых взаимоотношений леща) полностью снимается конкуренцией в питании с ершом на всех стадиях развития леща, повидимому, кроме раннеличиночных. Следовательно, есть основание говорить об антагонистичности межвидовых взаимоотношений леща и ерша и об отрицательном влиянии этих видов на темп роста и численность друг друга.

Лещ и окунь. Виды принадлежат к разным семействам, и биология их имеет существенные отличия. Если лещ является рыбой мирной, то окунь на взрослых стадиях хищничает, имея одним из компонентов своего питания молодь леща. Внутривидовые взаимоотношения окуня Миккельского озера весьма своеобразны. Популяция его состоит из туводной мелкой (береговой) формы, постоянно обитающей в этом озере, и из более крупной (глубинной) формы, приходящей на нерест и для целей откорма из Крошнозера и Шотозера. Наличие еврифагии позволяет данному виду использовать кормовые ресурсы водоема весьма полно: он питается и планктоном, и бентосом, и рыбой. К особенностям внутривидовых взаимоотношений окуня следует отнести наблюдающееся у него явление каннибализма. Основная масса окуня Миккельского озера представлена мелкой (береговой) формой. Исследования темпа роста этого окуня (Вебер и Титова, 1956) показывают, что он растет очень медленно и отстает в росте от окуня многих озер Карелии.

Межвидовые взаимоотношения леща и окуня сложны. Они включают в себя взаимоотношения хищника и жертвы, конкуренцию в питании, косвенное положительное влияние окуня, уничтожающего малоценных рыб, на запасы леща. Однако в связи с поздним переходом окуня к преимущественно хищному питанию в условиях Миккельского озера (в 7 лет), наличием у крупного окуня наряду с хищным питанием и питания бентосного, а также относительно редкой встречаемости леща в питании окуня, основными взаимоотношениями между данными видами рыб будут взаимоотношения на почве питания бентосом. Большое потребление окунем пищи на единицу веса тела и его огромная в сравнении с лещом численность приводят к значительному выеданию окунем

лещовых кормов, в частности тендипедид, что отрицательно сказывается на темпе роста леща.

Лещ и укляя. Виды принадлежат к одному семейству и предъявляют одинаковые требования к условиям размножения. Межвидовые взаимоотношения леща и уклеи во многом напоминают взаимоотношения леща и плотвы на первых стадиях их развития. Если плотва сокращает численность личинок леща раннего нереста (при температуре воды 12—15°), то укляя отрицательно влияет на численность леща позднего нереста (при температуре воды 18—20°). Нерестилища леща в период позднего нереста и уклеи расположены по западному берегу (на мелководье), сроки выклева молоди почти совпадают (у леща на 1—2 дня раньше). Питаются личинки уклеи и леща одними и теми же объектами, т. е. связи их конкурентны и ведут к борьбе за существование на раннеличиночной стадии. Однако в условиях Миккельского озера промысел нарушает нерест уклеи, т. к. при неводном лове леща на его нерестилищах залавливаются и укляя, поскольку ее нерестилища расположены в зоне нерестилищ леща. Кроме того, личинки уклеи слабее личинок леща, поэтому в Миккельском озере лещ теснит укляю. На более поздних стадиях пищевые взаимоотношения леща и уклеи не являются конкурентами.

Лещ и щука. В составе ихтиофауны Миккельского озера (по опытным уловам) щука занимает по численности незначительный процент (0,5%), однако по весу ее роль в общей рыбной продуктивности водоема доходит почти до 20% (19,3%). Обладая такими же потенциальными возможностями к увеличению своей численности, как и окунь, щука в условиях Миккельского озера имеет в сравнении с последним очень малую численность. Даже поздно созревший лещ численно в составе ихтиофауны значительно преобладает над щукой. Причины такого несоответствия наблюдаемой численности щуки и возможностей к ее увеличению кроются во внутривидовых особенностях этой рыбы. Главной из них является каннибализм.

Места нереста щуки в Миккельском озере находятся в устьях ручьев и рек, а также по северному берегу озера в районе мыса Хопунёкка. В устьях рек молодь щуки размером 10—15 мм встречается вместе с молодой налима, имеющей несколько меньшие размеры. Щурята интенсивно питаются. По данным З. И. Филимоновой (1956), при размере щучек в 15—17 мм и весе 19—33 мг средний индекс наполнения желудков выражается в 800—1200. Щурятами используются почти все формы зарослевого планктона. Потребление (разовое) планктона на 1 кг веса тела в этот период колеблется около 100 г. При таком огромном относительном потреблении пищи щука, естественно, должна рано переходить на питание крупной и калорийной пищей, иначе расходы энергии на добывание планктона в таких больших количествах могут быть больше запасов энергии, получаемой от пищи, и энергетический баланс животного нарушится.

Нами хищничество у щуки обнаружено при размерах ее тела 7 см и весе 32 г (в водоеме). В условиях аквариума щурята переходят к хищничеству значительно раньше: при 3—4 см длины и весе 1,2 г, причем они поедают сеголетков плотвы, леща, окуня, ерша и даже щурят (немного меньшего размера, чем сами). Наблюдения в аквариумах показали, что при совместном обитании нескольких щурят через 1—2 дня остается только один — наиболее крупный. Однако, не располагая наблюдениями в водоеме, говорить о наличии резко выраженного каннибализма в этот период трудно. В водоеме щурята размером 3—4 см, пойманные на нерестилище леща, в желудках имели тендипедид, по-

денек, циклопов, полифемусов. Хищного питания у исследованных нами 4 щуры не обнаружено. Во всяком случае, основной особенностью внутривидовых взаимоотношений щуки является наличие каннибализма, вследствие чего численность щуки резко сокращается. Судя по распределению молоди щуки и налима, обитающих вместе, можно предполагать, что меньшие по размеру мальки налима становятся первой жертвой щуры в реке. В озере же такой жертвой становятся мальки леща, плотвы, окуня и ерша.

За 3 года (в разные сезоны) нами исследовано питание 296 экз. щук. Общий вес щук равнялся 144 530 г, общий вес пищи — 3365 г, в том числе леща 1545 г, плотвы — 314 г, окуня — 236 г, ерша — 186 г, щуки — 1047 г, уклей — 23 г, переваренной рыбы — 14 г.

По нашим материалам, щука на 1 кг веса тела потребляет в год 8,3 кг пищи, из них почти 4 кг молоди леща (табл. 17).

Таблица 17

Потребление щукой Миккельского озера пищи на 1 кг веса тела (в г)

Вид рыбы	Среднее разовое	Среднее годовое
Лещ . . . . .	10,6	3869,0
Плотва . . . . .	2,1	766,5
Окунь . . . . .	1,6	584,0
Ерш . . . . .	1,2	438,0
Щука . . . . .	7,2	2628,0
Уклея . . . . .	0,1	37,0
Общее по всем видам	22,8	8323

При расчислении среднего (разового и годового) потребления щукой пищи на 1 кг веса тела мы делили вес пищи (по видам) на общий вес исследованных рыб. При этом в общий вес рыб включался как вес рыб, в желудках которых была обнаружена пища, так и вес рыб с пустыми желудками.

Крошнозерская щука потребляет в год 7154 г пищи на 1 кг веса тела, в том числе ерша 286 г, окуня — 2647 г, плотвы — 4149 г. Лещ в питании щуки не отмечен. Основным его потребителем в Крошнозере является судак.

При исследовании питания 139 экз. судака общим весом 59 938 г (по материалам Д. Г. Вебер за 1953 г.) вес обнаруженной пищи составил 883 г, из них леща 237,5 г (5 экз.), плотвы — 146,8 г (9 экз.), окуня — 95,9 г (61 экз.), ерша — 66,9 г (17 экз.), ряпушки — 67 г (5 экз.), судака — 27,5 г (4 экз.), переваренной рыбы — 240,7 г.

Разовое потребление пищи на 1 кг веса тела выразилось в 14,7 г; годовое — в 5366 г, в том числе леща 1984 г, плотвы — 1234 г, окуня — 905 г, ерша — 537 г, ряпушки — 537 г, судака — 268 г.

Сравнивая годовое потребление пищи щукой и судаком, мы видим, что щука потребляет относительно больше пищи, чем судак, причем лещ в составе пищи щуки занимает больший процент, чем у судака. Учитывая более высокое качество мяса у судака, следует считать его более ценным хищником в условиях Миккельского озера и Крошнозера.

Произведенные нами расчеты рыбопродуктивности рассматриваемых озер, годовых приростов стада рыб и потребления пищи хищниками показывают, что в каждом из этих озер хищники потребляют за год весь прирост имеющегося там стада рыб (табл. 23). Например, в Миккельском озере годовой прирост стада рыб выражается в 6868 кг, щука потребляет 6648 кг. В Крошнозере годовой прирост стада всех рыб выражается в 16 305 кг, щука и судак поедают вместе 16 520 кг (щука—9559 кг, судак—6961 кг). Весьма характерно, что как у щуки, так и у судака наблюдается явление каннибализма, в результате чего численность данных видов регулируется.

Изучение межвидовых и внутривидовых взаимоотношений рыб Миккельского озера показывает, что лещ находится под большим „прессом“ хищников и конкурентов. Особенно большое отрицательное влияние на численность леща в уловах этого озера оказывают плотва, укляя и щука. Окунь и ерш, поедая лещовый корм, снижают качество нагульных площадей для леща, что не может не сказаться отрицательно на темпе роста леща. Следовательно, одним из важнейших мероприятий по увеличению запасов леща необходимо признать изменение состава ихтиофауны данного водоема. Наиболее рациональным составом ихтиофауны Миккельского озера может явиться следующий: лещ, судак, ряпушка (однолетнее выращивание); в Крошнозере — лещ, судак, ряпушка, пелядь, карпокарась, линь, щука, сиг.

#### РЫБНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА

Для планирования рыбного хозяйства знание рыбной продуктивности водоемов является совершенно необходимым. Постановка промысла без правильного учета рыбных ресурсов в условиях озер неизбежно ведет к нарушению одного из основных принципов ведения социалистического хозяйства, а именно заботы не только об увеличении интенсивности эксплуатации природных богатств, но и об их сохранении и увеличении. В последние годы уделяется большое внимание разработке проблемы повышения рыбопродуктивности внутренних водоемов. В условиях Карелии работы по данной проблеме тем более важны, что огромное число мелких озер нашей республики имеют и количественно и качественно низкую рыбопродуктивность. Между тем, многие из таких озер обладают хорошими рыбохозяйственными качествами. К числу подобных озер относятся Крошнозеро и Миккельское озеро Пряжинского района республики. Физические и биологические условия позволяют отнести эти озера к высококормным в условиях Карелии водоемам, пригодным для жизни в них ценной промысловой рыбы — леща. Более того, хорошая прогреваемость названных озер, наличие удобных мест для размножения леща и откорма его молоди, а также целая система озер и рек, удовлетворяющая миграционным потребностям леща, позволяют отнести эти озера к типу лещовых. Однако из года в год уловы леща в Миккельском озере и Крошнозере незначительны и имеют тенденцию к снижению.

Миккельское озеро площадью 6,6 км<sup>2</sup> при максимальной глубине 2,4 м имеет круглую форму с почти не изрезанной береговой линией. Чашеобразное ложе в центральной части озера выстлано мощным слоем серозеленого ила. В береговой зоне наблюдается сильное развитие высшей водной растительности. Воды Миккельского озера относительно богаты биогенными веществами, что определяет богатое развитие в них фито- и зоопланктона. Средняя биомасса продуктивного бентоса озера составляет, по данным В. А. Соколовой (1956), 18,7 кг/га (при

общей биомассе 24,0 кг/га); средняя биомасса планктона, по данным З. И. Филимоновой (1956), — 1254,4 кг. В озеро впадает несколько ручьев, несущих болотную воду, и р. Матчелица, соединяющая Миккельское озеро с Крошнозером. Вытекающая из Миккельского озера р. Миккельская соединяет его с Шотозером. Все три озера входят в верхнюю часть бассейна р. Шуи, впадающей в Онежское озеро.

Мелководность и хорошая прогреваемость Миккельского озера наряду с богатой растительностью и хорошими кормовыми для молодежи условиями делают это озеро естественным инкубатором для промысловых рыб. Сюда поднимается на нерест лещ из Шотозера, лещ, судак и плотва из Крошнозера. Таким образом, Миккельское озеро определяет численность леща (а возможно, и судака) в Шотозере и Крошнозере.

Рыбопродуктивность Миккельского озера определялась нами двумя способами. Первый метод заключался в систематическом облове различных участков озера неводом в разные сезоны года и определении количества вылавливаемой рыбы в повидовом составе на единицу площади озера. Облов вдоль береговой линии производился мальковым неводом с длиной крыла 10 м и веревок (урезков) в 50 м. Середина озера облавливалась по четырем диаметрам (рис. 8) малым озерным неводом с длиной крыла в 35 м и урезков в 50 м. При расчислении площади облова мы исходили из следующего. Максимальной площадью облова мальковым неводом мог быть прямоугольник со сторонами

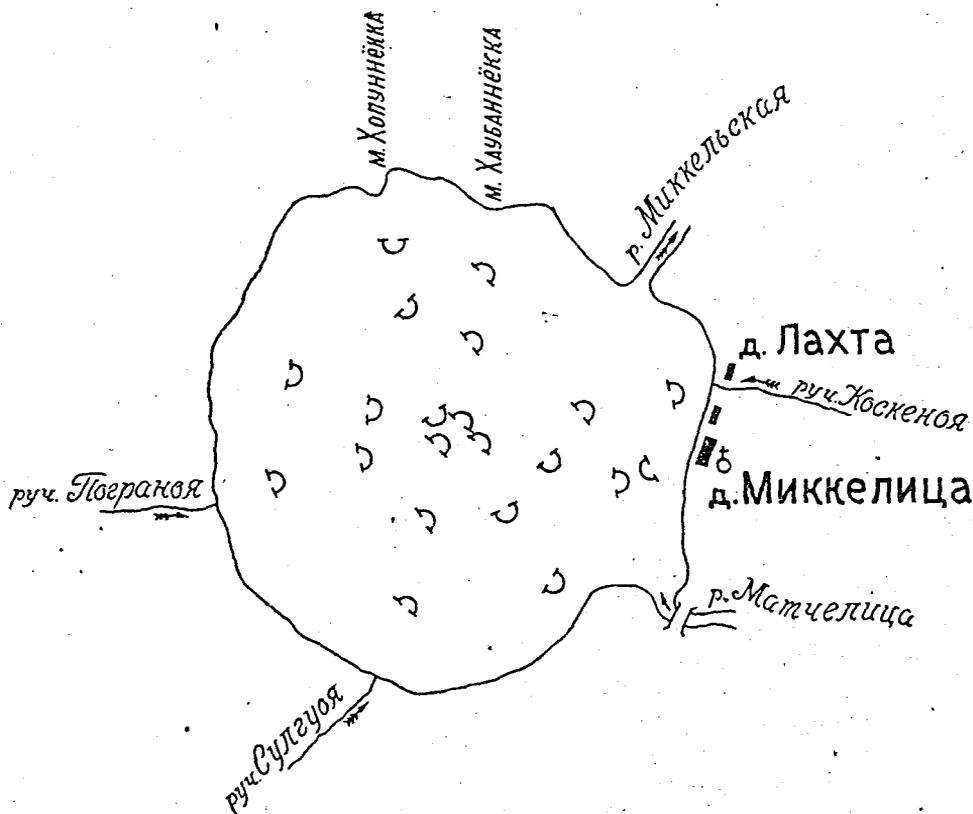


Рис. 8. Расположение неводных икhtiологических станций в Миккельском озере.

в 50 м (урезы) и 20 м (крылья), т. е. 1000 м<sup>2</sup>. Наблюдения показывают, что около 30% этой площади не облавливается, так как крылья невода закидываются по дуге, а не по прямой линии; у берега крылья сближаются, что также сокращает площадь облова. Кроме того, даже хорошо сконструированным неводом нельзя выловить всю рыбу на данной площади озера, и часть ее остается незаловленной. Исходя из этих соображений, за площадь облова невода мы принимали половину площади квадрата из крыльев и урезом, допуская, что вся находящаяся на данной площади рыба была заловлена в невод. Таким образом, для малькового невода площадь облова была принята за 500 м<sup>2</sup> ( $\frac{20 \times 50}{2}$ ), для малого озерного — 1750 м<sup>2</sup> ( $\frac{70 \times 50}{2}$ ).

Результаты количественного учета, представленные в таблице 18, показывают различную ихтиомассу в отдельных участках озера, причем она, как правило, не соответствует величине биомассы кормного бентоса данного района озера.

Таблица 18

Рыбопродуктивность Миккельского озера  
(на основании опытных уловов неводом)

Район озера	Количество тонн	Улов на 1 тоно (в з)	Ихтиомасса на 1 м <sup>2</sup> (в з)	Рыбопродуктивность на 1 га		Биомасса	
				штук	кг	бентос (в кг/га)	планктон (в г/м <sup>3</sup> )
Р. Миккельская — ручей Каскеноя . . . . .	45	604,4	1,0	3000	10,0	14,70	1,151
Ручей Каскеноя — р. Матчелица . . . . .	28	1015,8	2,0	7000	20,0	12,26	2,985
Р. Матчелица — ручей Сулгуоя . . . . .	36	614,5	1,2	2000	12,0	21,00	—
Ручей Сулгуоя — ручей Пограноя . . . . .	1	265,0	0,5	600	5,0	12,70	—
Ручей Пограноя — Ламбисельгская дорожка . . . . .	2	702,0	1,4	1000	14,0	—	—
Ламбисельгская дорожка — мыс Хопунёкка . . . . .	3	900,0	1,8	1000	18,0	16,00	—
Мыс Хопунёкка — р. Миккельская . . . . .	5	705,5	1,4	2000	14,0	16,50	—
Середина озера . . . . .	41	1501,8	0,85	2500	8,5	17,70	—
Среднее по озеру . . . . .	161	—	1,2	2460	12	—	—

Данные таблиц 18 и 19 показывают, что Миккельское озеро в настоящее время имеет относительно малую ихтиомассу, выражающуюся в 12 кг/га, или около 8 тонн для всей площади озера.

К другому методу определения рыбной продуктивности мы подошли в результате изучения межвидовых и внутривидовых взаимоотношений рыб в Миккельском озере.

Общее количество рыб в озерах определяется в конечном счете количеством корма, имеющегося в данном водоеме. Запасы пищи используются всем биоценозом (а не только рыбой), и в зависимости от состава биоценоза количество потребляемой им пищи будет различно.

Потребление пищи в водоеме представляет сложную картину. Во-первых, не все рыбы потребляют одинаковое количество пищи на единицу своего веса, а при равном количестве съеденной пищи не все рыбы могут давать одинаковые простоты своего веса. В различные се-

Таблица 19

Численность рыб по видовому составу  
в Миккельском озере (1953 г.)

Вид рыбы	На 1 м <sup>2</sup> г	На 1 га		Всего по озеру		В %	
		экз.	г	экз.	кг	экз.	кг
Лещ . . . . .	0,177	150	1770	99000	1168,2	6,09	14,96
Плотва . . . . .	0,207	360	2070	237600	1366,2	14,62	17,49
Окунь . . . . .	0,516	1500	5160	990000	3405,6	60,92	43,62
Ерш . . . . .	0,103	403	1030	283800	679,8	17,46	8,71
Щука . . . . .	0,147	15	1470	9900	870,2	0,62	12,42
Уклея . . . . .	0,003	5	30	3300	19,8	0,21	0,25
Налим . . . . .	0,03	1	300	660	198,0	0,05	2,53
Судак . . . . .	0,0002	1	2	660	1,3	0,05	0,02
Всего . . . . .		2435	11832	1624920	7809,1		

зоны года интенсивность питания отдельных видов рыб различна, да и у особей одного и того же вида в каждый сезон года наполнение желудков и кишечника колеблется от 0 до высшей степени наполнения. При нормальных условиях среды, повидимому, все рыбы обладают избирательной способностью в питании. Хищники, поедая рыбу, изменяют соотношение рыб в биоценозе; общее потребление биоценозом пищи, численность, рост и питание самих животных бентоса и планктона меняется по сезонам года и стадиям развития и т. д. Все эти сложные процессы определяют наблюдаемое нами соотношение рыб в озере и среднее потребление ими корма на единицу веса тела.

Для правильного суждения о рыбной продуктивности водоема необходимо знать общий запас пищи в нем и среднее разовое потребление пищи биоценозом. В общий запас пищи должны войти только те животные и растения, которые встречаются в пище рыб, т. е. „кормовые, продуктивные“ бентос и планктон.

Нами было уделено большое внимание изучению межвидовых взаимоотношений рыб в Миккельском озере. В частности, изучалось относительное потребление корма различными видами рыб в разные сезоны года (работа по определению питания молоди рыб велась З. И. Филимоновой (1956), по питанию взрослых рыб — В. А. Соколовой (1956)).

При учете потребления корма на единицу веса учитывались как рыбы с хорошо наполненными желудками, так и с желудками слабо наполненными и совершенно пустыми. Подсчитывался общий вес всех исследованных в разные сезоны года рыб и вес обнаруженной в них пищи. Затем путем деления общего веса пищи на вес исследованной рыбы определялось среднее разовое потребление пищи различными видами рыб в течение года. Его мы принимали за минимальное суточное потребление в течение всего года (табл. 20).

Необходимо отметить, что при определении потребления пищи на 1 кг веса тела взрослых рыб мы не брали в расчет детрит, который встречается в больших количествах в пище леща и плотвы, и зоопланктон, потребляемый как молодью, так частично и взрослыми рыбами (окунем, плотвой).

Таблица 20

Наблюдаемое (разовое) потребление пищи различными видами рыб (в г) на 1 кг веса тела (на основании материалов В. А. Соколовой и З. И. Филимоновой)

Вид рыбы	Потребление бентоса	В том числе тендипедид	Потребление зоопланктона сеголетками рыб
Лещ . . . . .	2,5	1,1	6,4
Плотва . . . . .	5,3	0,7	8,6
Окунь . . . . .	9,2	1,5	15,3
Ерш . . . . .	14,1	7,4	14,5

Расчислив потребление пищи на 1 кг веса различных рыб, мы можем перейти к обсуждению вопроса о потреблении корма сообществом рыб. Для правильного суждения об этом необходимо знать процентное соотношение различных видов рыб в составе ихтиофауны Миккельского озера (рис. 9). Наши опытные ловы, проводившиеся во все периоды года различными орудиями лова (невод, сети, крючки) и охватившие все участки озера, должны более или менее правильно отображать естественное соотношение различных видов рыб в водоеме. Общий вылов при этом будет представлять собою среднюю пробу ихтиофауны озера. Такая средняя проба по своему качественному составу будет близка к составу ихтиофауны озера, поэтому мы будем рассматривать ее как биоценоз в малом масштабе и пользоваться ею в дальнейшем при суждении о рыбопродуктивности озера.

Судя по нашей средней пробе, представленной в таблице 21, малоценные рыбы в Миккельском озере по численности составляют 93% его ихтиофауны.

Таблица 21

Видовой состав опытных уловов в Миккельском озере в 1953 г.

Вид рыбы	По численности		По весу	
	количество экз.	в %	вес (в г)	в %
Лещ . . . . .	2560	6,4	143 121	34,7
Окунь . . . . .	22 763	57,1	96 761	23,5
Плотва . . . . .	6091	15,3	67 613	16,4
Щука . . . . .	217	0,5	79 482	19,3
Ерш . . . . .	8061	20,2	19 536	4,7
Налим . . . . .	3	0,007	4460	1,1
Уклея . . . . .	156	0,3	811	0,1
Судак . . . . .	7	0,01	17	—
Ряпушка . . . . .	1	0,002	13	—
Всего . . . . .	39 859		411 814	

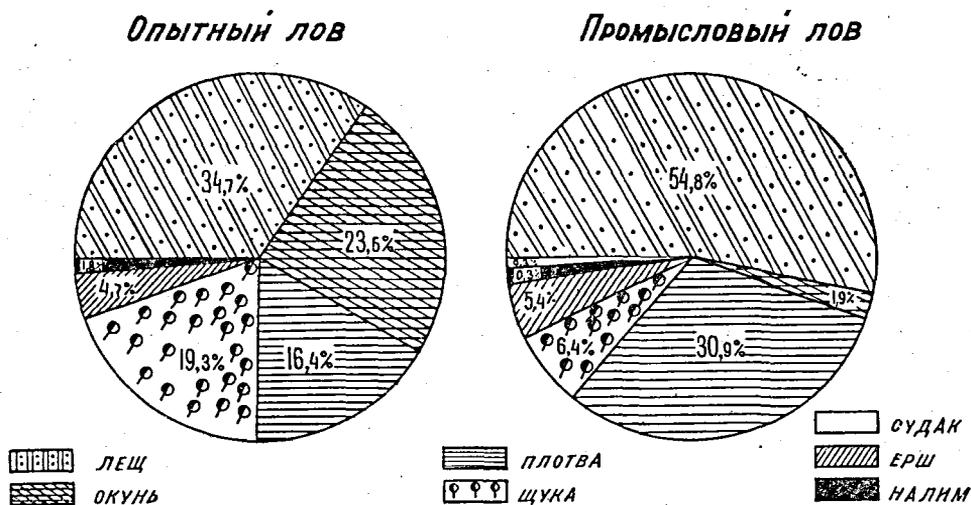


Рис. 9. Процентное соотношение различных видов рыб (по весу) в опытных и промысловых уловах по Миккельскому озеру в 1953 г.

Для определения рыбопродуктивности вторым методом был подсчитан в нашей средней пробе вес бентосоядных рыб и определено количество бентоса, соответствующее этому весу (табл. 22).

Таблица 22

Весовые соотношения рыбьего мяса и бентоса  
(Миккельское озеро, 1953 г.)

Вид рыбы	Весовые соотношения рыб в опытном улове (в кг)	Количество бентоса, потребляемое на 1 кг рыбы (в г)	В т. ч. количество тендипедид, потребляемое на 1 кг рыбы (в г)	Соотношение потребляемого бентоса		Соотношение потребляемых тендипедид	
				в г	в %	в г	в %
Лещ . . . . .	143,1	2,5	1,1	358	19	157,4	32
Ерш . . . . .	19,5	14,1	7,4	275	15	144,3	29
Окунь . . . . .	96,8	9,2	1,7	891	47	145,2	30
Плотва . . . . .	67,6	5,3	0,7	358	19	47,3	3
Всего . . . . .	327			1882		494	

Данные таблицы 22 и рис. 10 наглядно показывают относительное поедание кормов различными видами рыб: 19% кормового бентоса поедает лещ, 81% — ерш, окунь и плотва. Основной лещовый корм — тендипедида — на 68% поедается малоценными рыбами.

Потребляя относительно большое количество бентоса, малоценные рыбы дают значительно меньшие, чем лещ, весовые приросты (табл. 22) и тем самым сильно понижают общую рыбопродуктивность Миккельского озера.

По терминологии И. Ф. Правдина (1954), „под рыбной продуктивностью водоема ... надо понимать численность (запасы) общего рыбного стада (промысловых и непромысловых рыб) в нем; под промысловой



летворять определенным требованиям бионтов в их сообществах. Как состав рыбного населения, так и кормность, а стало быть, и продуктивность водоемов могут быть изменены хозяйственной деятельностью человека. Рационально поставленным промыслом можно воздействовать на состав ихтиофауны с тем, чтобы оставить в водоеме те виды рыб, которые способны возможно полнее и выгоднее использовать его кормовые ресурсы. Наряду с этим встанут также вопросы увеличения кормности водоема и его рыбопродуктивности.

Оставляя в стороне последний вопрос, остановимся на возможном изменении рыбопродуктивности озера путем воздействия на состав его ихтиофауны. Понятно, что при изменении состава ихтиофауны в водоеме нарушатся старые и создадутся новые зависимости и связи, что не может не сказаться на кормности водоема и на других его качествах. Предположим, что весь кормовой бентос Миккельского озера используется лещом (количество малоценных рыб доведено до минимума). Какую рыбопродуктивность имело бы озеро в этом случае? Наблюдаемое у леща годовое потребление бентоса на 1 кг веса тела выражается в 0,9 кг. Если 0,9 кг бентоса соответствуют 1 кг лещового мяса, то 12342 кг (вся биомасса кормного бентоса) будут соответствовать 13713 кг, т. е. рыбопродуктивность Миккельского озера в данном случае выразилась бы в 21 кг/га. С другой стороны, при использовании кормов только ершом рыбопродуктивность озера составила бы только 2,4 кг/га и т. д. Конечно, предлагаемые нами методы определения рыбопродуктивности не претендуют на большую точность и поставлены в порядке рабочей гипотезы.

Все наши рассуждения пока могут оправдаться только в тех случаях, когда, во-первых, правильно определена биомасса бентоса и интенсивность питания рыб и, во-вторых, если гидрологические условия озер, в частности кислородный режим, не будут лимитировать данную численность рыб.

На наш взгляд, в Миккельском озере и в Крошнозере мы имеем редкий для Карелии пример водоемов, пригодных именно для леща. Миккельское озеро имеет все качества естественного инкубатора и питомника для молоди леща, Крошнозеро — высококормное пастбище для взрослого леща. Кормовые ресурсы Миккельского озера (12,3 т) для молоди леща, несомненно, соответствуют кормовым ресурсам для взрослого леща в Крошнозере (и в Шотозере) при использовании их только лещом. К каждому из этих озер необходимо подходить с точки зрения его значения для восстановления запасов леща и в соответствии с этим строить промысел. Миккельское озеро определяет численность лещового стада, поэтому вылова леща в нем не должно быть. Крошнозеро, наоборот, мало влияя на увеличение численности лещового стада, создает его основные весовые приросты, т. е. определяет запасы леща этих двух озер и обеспечивает возможность изъятия промысловой продукции леща.

Судя по нашим данным (табл. 23), при существующем составе ихтиофауны и способах лова Миккельское озеро и Крошнозеро в настоящее время являются водоемами в промысловом отношении малоценными. Уловы леща в Миккельском озере пока поддерживаются запасами его в Шотозере, откуда лещ приходит в Миккельское озеро. Стадо крошнозерского леща в основном разгромлено и представлено преимущественно неполовозрелыми особями и особями, впервые вступающими в нерест. Ежегодное нарушение нереста леща промыслом приводит к резкому сокращению пополнения стада новыми поколениями, в результате чего численность леща сокращается. Замещение леща в водоемах малоценными рыбами приводит к постоянному снижению рыбопро-

## Рыбопродуктивность Миккельского озера

Вид рыбы	Крошнозеро									Мик
	общая рыбопродуктивность (в кг)	% рыб в уловах	рыбопродуктивность по отдельным видам (в кг)	годовой прирост на 1 кг веса рыбы (в г)	общий годовой прирост рыб в озере (в кг)	общий запас рыб, включая прирост (в кг)	съедено щукой (кг)	съедено судаком (кг)	общий запас рыб (в кг)	общая рыбопродуктивность (в кг)
Лещ . . .		13,0	3900	900	3510	7410	—	2500	4910	
Плотва . .		41,0	12 300	500	6150	18 450	5600	1553	11 297	
Окунь . . .	30 000	13,0	3900	600	2340	6240	3573	1014	1653	
Ерш . . .	или	19,0	5700	400	2280	7980	386	677	6917	7413
Щука . . .	34 кг/га	3,0	900	500	450	1350	—	—	1350	или
Судак . . .		4,0	1200	500	600	1800	—	540	1260	11—12 кг/га
Ряпушка .		4,0	1200	500	600	1800	—	677	1123	
Налим . . .		0,5	150	500	75	225	—	—	225	
Прочие . .		2,5	750	400	300	1050	—	—	1050	
Всего .					16 305	46 305	9559	6961	29 785	
							16 520			

дуктивности озер и падению промысловой продукции на га (табл. 24). Процент хищных рыб в озерах предельно высок (в Миккельском озере щука в опытных уловах составила по весу 21%, в Крошнозере — 7%), поэтому хищники поедают весь годовой прирост стада.

При определении рыбопродуктивности (табл. 23) нами учтен прирост молоди первого года, т. е. ежегодное пополнение стада рыб в результате нереста. Вопрос этот чрезвычайно труден, и мы можем произвести только грубо ориентировочные расчеты численности личинок по каждому виду рыб. Вопрос о выживаемости молоди рыб неоднократно ставился в литературе. Ряд авторов (Черфас, 1950) принимает выживаемость рыб от икры от 0,0006% до 3—5%. Г. С. Карзинкин (1952) указывает на выживаемость леща и воблы в 5% от абсолютной плодовитости.

Нами был произведен учет количества отложенной лещом и плотвой икры на нерестилищах и численность этих рыб в Миккельском озере.

При площади нерестилищ леща в 450 м<sup>2</sup> (1953 г.) и густоте засева икры в 23 500 яиц на 1 м<sup>2</sup> общее количество отложенной лещом икры выразится приблизительно в 10 575 000 яиц. Гибель икры на нерестилищах выразилась в 2%, следовательно, количество живой икры составит 10 363 000 яиц. При численности леща в Миккельском озере, определенной нами путем опытных ловов (табл. 19), 99 000 экз. (округляем до 100 000 экз.) выход леща от икры до 4—5 лет составит:  $100\ 000 : 10\ 363\ 000 \times 100 = \text{около } 0,1\%$ .

Таблица 23

и Крошнозера (по материалам 1953 г.)

кельское озеро							По двум озерам					
% рыб в уловах	рыбопродуктив- ность по отдель- ным видам (в кг)	годовой прирост на 1 кг веса рыбы (в г)	общий годовой прирост рыб в озере (в кг)	общий запас рыб, включая при- рост (в кг)	съедено щукой (кг)	запас рыб (в кг)	общий запас рыб (в кг)	съедено хищни- ками (кг)	запас рыб в озерах (в кг)	улов в 1954 г. (в кг)	остаток на 1955 г. (в кг)	прирост от переста (в кг)
35	2595	1191	3091	5686	3529	2157	13 096	6029	7067	9629 <sup>1</sup>	?	1700
16	1186	921	1092	2278	700	1578	20 728	7853	12 875	9138	38 336	2500
24	1779	808	1437	3216	533	2683	9456	5120	4336	3592	744	13 300
5	371	552	205	576	399	177	8556	1462	7094	3763	3331	5100
19	1408	704	991	2399	1487	912	3749	1487	2262	2675 <sup>1</sup>	?	
—	—	—	—	—	—	—	1800	540	1260	1006	254	4300
—	—	—	—	—	—	—	1800	677	1123	709	414	
1	74	700	52	126	—	126	351	—	351	246	105	
—	—	—	—	—	—	—	1050	—	1050	497	553	
	7413		6868	14 281	6648	7633	60 586	23 168	37 418	31 255	9237	26 900
											36 137	

<sup>1</sup> В уловах учтены лещ и щука из Шотозера, поднимающиеся в Миккельское озеро.

Таблица 24

Уловы рыбы в Миккельском озере и Крошнозере (в кг/г)

Год	Крошнозеро	Миккель- ское озеро	По двум озерам	Вылов в кг/га
1945	3223	29 448	32 671	21,0
1946	3444	30 251	33 695	21,7
1947	24 254	28 873	53 127	34,2
1948	33 893	24 291	58 184	37,5
1949	22 219	31 415	53 634	34,6
1950	23 567	21 464	45 031	29,0
1951	23 112	24 348	47 460	30,6
1952	14 553	20 832	35 385	22,8
1953	25 225	15 580	40 805	26,3
1954	16 594	14 650	31 244	20,0
Среднее . . .				28,8

Соответственно у плотвы количество рыб в озере составило 237 600 экз., а количество отложенной (живой) икры — 197 млн. штук. Отсюда процент выживаемости плотвы также равен 0,1 от количества отложенной икры. Процент выживаемости окуня и ерша нами не определен, так как не могли быть учтены нерестилища и количество отложенной на них икры. Но поскольку молодь всех рыб в Миккельском озере находится под воздействием одних и тех же экологических условий, мы можем допустить, что у ерша и окуня процент выживаемости от икры составит (как у леща и плотвы) около 0,1%.

Теперь мы можем подсчитать количество молоди рыб, ежегодно появляющиеся в Миккельском озере и Крошнозере. Говоря о потенциальной плодовитости всех рыб в обоих озерах (табл. 16) мы указывали, что для леща она выразится в 1,4 миллиарда яиц, для плотвы — в 2,5, для ерша — 5,1, для окуня — 9,5 миллиарда.

Приняв выживаемость рыб от икры за 0,1%, подсчитываем предполагаемое количество выжившей рыбы. Для леща оно составит 1,4 млн., для плотвы — 2,5 млн., для ерша — 5,1 млн., для окуня — 9,5 млн. рыб.

Вес одной личинки рассматриваемых видов рыб может быть принят за 1 мг, следовательно, в весовом отношении каждый миллион личинок может быть принят за 1 кг. Зная прирост на 1 кг веса тела за первый год жизни (табл. 12), можем подсчитать общий прирост личинок в обоих озерах (табл. 25).

Таблица 25

Годовой прирост рыбьего стада озер Миккельского и Крошнозера на первом году жизни

Виды рыбы	Количество выживаемой молоди (в кг)	Годовой прирост на 1 кг веса тела (в т)	Общий прирост за первый год жизни (в т)
Лещ . . . . .	1,4	1,2	1,7
Плотва . . . . .	2,5	1,0	2,5
Ерш . . . . .	5,1	1,0	5,1
Окунь . . . . .	9,5	1,4	13,3
Всего . . . . .			22,6

По нашим данным, ежегодный прирост бентосоядных рыб в результате нереста составляет по обоим озерам около 23 тонн (22,6 т). Если считать, что бентосоядные рыбы составляют в среднем 84% (в Миккельском — 79%, в Крошнозере — 89%), то общий прирост всех рыб будет равен 26,9 тонны. Вместе с остатком рыб от предыдущего года в 9—10 тонн (табл. 23) запас рыб будет равен 36—37 000 кг, т. е. рыбопродуктивность озера будет такой же, какой она была и в 1953 г. В таблице 23 не указан остаток леща от предыдущего года, т. к. невозможно определить в отдельности вылов крошнозерского и шотозерского леща. Без сомнения, несколько тонн молоди леща остается в Миккельском озере и Крошнозере, поэтому остаток рыбы на 1955 г. будет не 9237 кг, а больше. С другой стороны, и вылов рыбы по озерам составляет не 31 255 кг (товарная продукция), а на 3—4 тонны больше. В общем итоге остаток рыбы от предыдущего года и прирост ее от нереста составит около 37,5 тонны, т. е. рыбопродуктивность озер не

изменится. Что касается породного состава, то здесь возможны значительные изменения. Малоценные рыбы вылавливаются вне периода их нереста, а лещ — в период нереста, поэтому количество отложенной лещом икры уменьшается.

Указанные расчеты приводят нас к заключению, что численность леща сокращается, а численность малоценных рыб увеличивается. Неблагополучное состояние рыбопродуктивности Миккельского озера и Крошнозера подтверждается также материалами по кормовым для рыб ресурсам этих озер.

Тщательное исследование кормовой базы и питания рыб Миккельского озера и Крошнозера, проведенное З. И. Филимоновой (зоопланктон) и В. А. Соколовой (бентос), говорит об ограниченных кормовых ресурсах этих озер. Однако в ряду других карельских озер Миккельское озеро и особенно Крошнозеро являются водоемами с наиболее богатыми кормовыми ресурсами бентоса и планктона.

Общие кормовые ресурсы Миккельского озера выражаются в 12 342 кг бентоса и 1254,4 кг зоопланктона. По сезонам года это количество меняется. Так, по зоопланктону кормовые ресурсы составляют в зимний сезон 100 кг, в весенний — 391,5 кг, в летний — 242,9 кг, в осенний — 1794,3 кг.

По бентосу кормовые ресурсы для рыб составляют в зимний сезон — 10 857 кг, в весенний — 17 674,8 кг, в летний — 17 391 кг, в осенний сезон — 22 255,2 кг.

Общие кормовые ресурсы Крошнозера выражаются в 40 000 кг зоопланктона и 137,9 тонны бентоса (из них 73,6 тонны крупных тендипедид).

Помимо зоопланктона и бентоса к кормовым ресурсам указанных озер относится огромное количество бактерий и простейших, а также детрит с иложивущими кладоцерами, не учтенными в наших работах.

В качественном отношении кормовые ресурсы названных озер являются высокопродуктивными: зоопланктон на 94% представлен высококалорийными Cladocera и Copepoda, 70% биомассы бентоса составляют тендипедиды.

Состояние кормовых ресурсов рассматриваемых озер говорит о необходимости наиболее рационального их использования.

Наблюдаемый в настоящее время состав ихтиофауны Миккельского озера и Крошнозера является низким в качественном отношении. Основная часть кормовых ресурсов используется малоценными рыбами, имеющими незначительные весовые приросты и относительно большое потребление корма на единицу веса тела, что резко снижает промысловую продуктивность озер.

Что касается зоопланктона, то его запасы, например, в Крошнозере, остаются не использованными. В летний период здесь в планктоне обильно представлена *Leptodora kindtii*, являющаяся одним из основных компонентов в питании ряпушки. Однако ничтожно малое стадо ряпушки в данном озере оставляет этот высокоценный корм не использованным.

Исходя из кормовых ресурсов озер и потребления корма на единицу веса тела, возможную рыбопродуктивность Крошнозера мы определили в 240 000 кг, или 270 кг/га (табл. 26). Товарная продукция в этом случае будет ежегодно равна 120 000 кг, или 135 кг/га. Для обеспечения такой промысловой рыбопродуктивности в Крошнозере необходимо, чтобы Миккельское озеро ежегодно давало около 18 млн. молоди леща.

Рыбопродуктивность Миккельского озера при изменении состава ихтиофауны и обеспечении эффективного нереста леща может быть

## Возможная промысловая рыбная продуктивность Крошнозера

Вид рыбы	Основной запас рыб в водоеме (в кг)	% в составе ихтио- фауны	Годовой прирост на 1 кг веса тела (в кг)	Общий годовой прирост стада (в кг)
Лещ	74 000 (бентософагов)	61,2	0,9	67 000
Линь				
Карпокарась				
Ряпушка	40 000 (планктонофагов)	33,0	0,5	20 000
Песядь				
Судак	4000	3,3	0,5	2 000
Щука				
Малоценные . . . . .	3000	2,5	0,3	1 000
Всего . . . . .	121 000			90 000

<sup>1</sup> Расчеты к табл. 26: 1) кормовые ресурсы — 40 000 кг зоопланктона и 65  
2) годовое потребление планктона — 1 кг на 1 кг веса;  
3) годовое потребление бентоса (без детрита) — 0,9 кг  
4) плодовитость: леща и судака — 100 000 яиц, ряпуш-  
5) процент выживаемости от икры: леща — 3%, ря-

определена в 14 000 кг, или 21 кг/га. Обоснованием этому могут служить следующие расчеты:

- 1) возможные площади нерестилищ леща в Миккельском озере: 20 000 м<sup>2</sup>;
- 2) количество икры на нерестилищах леща:  $30\,000 \times 20\,000 = 600$  млн. яиц;
- 3) нужное количество самок:  $600\,000\,000 : 100\,000 = 6000$  экз.;
- 4) нужное количество самцов: 12 000 экз.;
- 5) количество живой икры:  $600\,000\,000 \times 98\% = 588\,000\,000$  яиц;
- 6) количество выжившей молоди:  $588\,000\,000 \times 3\% = 17\,640\,000$ , или около 18 млн. (18 кг).

Годовой прирост леща от нереста:  $18 \times 12 = 21,6$  тонны, или около 22 тонн.

Кормовые ресурсы бентоса позволяют иметь в Миккельском озере около 14 тонн молоди леща. Остальная часть молоди на разных стадиях своего развития скатывается в Шотозеро и в Крошнозеро.

## ВЫВОДЫ

1. Запасы леща в Миккельском озере и в Крошнозере находятся в неудовлетворительном состоянии.

2. Общая рыбная продуктивность озер очень низка и при существующих составе ихтиофауны и способах лова она будет снижаться и дальше.

Таблица 26  
при изменении состава ихтиофауны (по материалам 1953 г.)

Прирост от нереста (в кг)	Основной запас, включая прирост (в кг)	Съедено судаком (кг)	Съедено щукой (кг)	Запас рыб в озере (в кг)	Возможные уловы (в кг)	% рыб в уловах
22 000	163 000	12 500	1 300	150 000	76 000	63
28 000	88 000	12 500	1 300	74 000	34 000	28
$\frac{5\,000}{1\,000}$	$\frac{10\,000}{2\,000}$	—	—	$\frac{10\,000}{2\,000}$	$\frac{6\,000}{1\,600}$	7
3 000	7 000	500	3 000	3 500	3 000	2
59 000	270 000	25 500	5 600	240 000	120 000 (или 135 кг/га)	

тонн продуктивного бентоса;

на 1 кг веса;

ки — 2000, малоценных рыб — 100 000;

пушки — 5%, малоценных рыб — 3%, судака — 1%.

3. Основной запас рыб в озерах очень мал и не соответствует кормовым для рыб ресурсам водоемов. Так, в Крошнозере кормовые ресурсы планктона и бентоса (без крупных тендипедид) позволяют иметь основной запас рыб в 120 000 кг, или 135 кг/га (при условии потребления всех крупных тендипедид основной запас может составить до 200 000 кг), между тем в настоящее время основной запас рыб в Крошнозере составляет только 30 000 кг, или 34 кг/га.

4. Ежегодное пополнение от нереста ничтожно для леща и очень велико для малоценных рыб, что приводит к замедлению темпа роста всей молодежи.

5. Годовые приросты стада рыб вследствие его малочисленности и особенно низкого качественного состава малы.

6. Относительно малая общая рыбная продуктивность озер является одной из причин небольшой численности хищных рыб — судака и щуки, в то время как расчеты потребления пищи хищниками показывают определенную зависимость между их количеством и количеством мирных рыб. По нашему мнению, в естественных водоемах предельным количеством (весом) хищников является то, которое будет потреблять годовой прирост всего стада рыб, в том числе хищных. Следовательно, чем больше основной запас рыб и чем лучше его качественный состав, тем больше общий годовой прирост стада и тем больше хищников может быть в водоеме.

7. Исходя из этого, принципиально неверными будут попытки увеличения рыбной продуктивности водоемов путем вселения в них хищных рыб без предварительных работ по увеличению стада мирных рыб.

8. Пресс хищников как для ценных, так и для малоценных рыб одинаков: хищники изымают годовые приросты стада всех рыб, поэтому борьбу с малоценной рыбой необходимо вести не путем „биологической мелиорации“, а путем интенсивного отлова ее в период нереста.

9. В настоящее время в Миккельском озере и в Крошнозере промысел базируется на основном запасе рыб и на приростах от нереста. Годовые весовые приросты всего стада рыб поедаются хищниками.

10. При изменении состава ихтиофауны и накоплении основного запаса рыб соответственно кормовым ресурсам водоема промысел будет базироваться на годовых весовых приростах стада и на пополнении от нереста, оставляя нетронутым основной запас рыб. Это создаст устойчивую промысловую продукцию водоема.

11. Хищные рыбы в основном запасе рыб не должны превышать 3%. В промысловых уловах хищные рыбы в этом случае должны составить 6—7% общего вылова рыбы.

12. Основными путями увеличения запасов леща и повышения рыбной продуктивности озер является изменение состава ихтиофауны, накопление основного запаса рыб соответственно кормовым ресурсам путем временного запуска и ежегодное пополнение стада ценных рыб мощными поколениями в результате естественного нереста.

#### ЛИТЕРАТУРА

Вебер Д. Г. и Титова В. Ф. 1956. Рыбы Миккельского озера и Крошнозера (печатается в настоящем сборнике).

Дрягин П. А. 1951. О методах учета рыбопромысловых запасов в пресноводных водоемах. Тр. проблемных и тематических совещаний ЗИН, в. 1.

Карзинкин Г. С. 1952. Основы биологической продуктивности водоемов. Пищепромиздат.

Кожина Е. С. 1956. Наблюдения под ранними стадиями жизни леща в Миккельском озере и Крошнозере (печатается в настоящем сборнике).

Монастырский Г. Н. 1949. О типах нерестовых популяций рыб. Зоолог. журн., т. XXVII, в. 6.

Никольский Г. В. 1950. О биологическом обосновании контингента вылова и путях управления численностью стада рыб. Зоолог. журн. т. XXIX, в. 1.

Потапова О. И. 1954. Лещ как объект озерного рыбного хозяйства КФССР. Мат. совещания по проблеме повышения рыбной продуктивности внутренних водоемов КФССР. Петрозаводск.

Потапова О. И. 1956. Условия размножения леща в Миккельском озере и Крошнозере (печатается в настоящем сборнике).

Правдин И. Ф. 1954. Проблема повышения рыбной продуктивности. Мат. совещания по проблеме повышения рыбной продуктивности внутренних водоемов КФССР. Петрозаводск.

Соколова В. А. 1956. Кормовые ресурсы бентоса для рыб Миккельского озера и Крошнозера (печатается в настоящем сборнике).

Смирнов А. Ф. 1954. Рыбохозяйственное значение внутренних водоемов Карело-Финской ССР. Мат. совещания по проблеме повышения рыбной продуктивности внутренних водоемов КФССР. Петрозаводск.

Филимонова З. И. 1956. Зоопланктон Миккельского озера и Крошнозера и его значение в питании рыб (печатается в данном сборнике).

Харкевич Н. С. 1956. Гидрохимическая характеристика Миккельского озера и Крошнозера (печатается в настоящем сборнике).

Черфас П. С. 1950. Рыбоводство в естественных водоемах. Москва.

К. В. ЛУЗГИН и О. И. ПОТАПОВА

РЫБНЫЙ ПРОМЫСЕЛ НА МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ  
И КРОШНОЗЕРЕ И ПУТИ ЕГО РАЦИОНАЛИЗАЦИИ

## УЛОВЫ

На Миккельском озере лов рыбы производится главным образом в весенне-летний период.

Общие уловы по Миккельскому озеру за 1945—1954 гг. в среднем составили 241,5 ц при колебании от 146 ц в 1954 г. до 314 ц в 1949 г. (табл. 1).

Таблица 1

Вылов рыбы в Миккельском озере за 1945—1954 гг. (в ц)

Год	Лещ	Окунь	Судак	На-лим	Плот-ва	Щука	Ерш	Ук-лея	Смесь <sup>1</sup>	Ря-пуш-ка	Сиг	Вылов за год
1945	107	10	4,3	0,7	50	26	89	—	8,5	—	—	296
1946	80	24	4,8	0,5	114	21	58	—	—	—	—	302
1947	154	11	0,4	0,5	34	18	52	—	17,4	1,8	0,4	289
1948	106	25	—	0,2	61	14	37	—	—	—	—	243
1949	129	2	0,2	0,1	108	18	51	—	5,3	—	—	314
1950	83	6	0,2	0,4	63	11	49	—	1,9	0,9	0,6	216
1951	103	5	0,1	0,6	65	15	46	—	7,2	0,8	—	243
1952	81	3	0,3	0,3	78	23	21	—	6,4	—	—	213
1953	85	3	0,4	0,4	48	8,8	8,4	—	—	—	—	154
1954	72	11	0,3	1,6	14	21	3	3	19,0	—	—	145
Среднее за 10 лет . . .	100,0	10,0	1,1	0,53	63,5	17,53	41,44	0,3	6,57	0,3	0,4	241,5
В % . . . . .	41,44	4,14	0,45	0,21	26,32	7,26	17,17	0,13	2,73	0,13	0,02	100

Из данных таблицы 1 видно, что основными промысловыми рыбами Миккельского озера являются лещ, плотва, ерш, щука и окунь, которые составляют 97% среднегодового улова; все остальные рыбы (судак, уклея, ряпушка и сиг) промыслового значения не имеют. В общем го-

<sup>1</sup> На рыбоприемных складах молодь окуня, плотвы, уклеи, щуки и других рыб принимается как „смесь“.

довом вылове на протяжении десяти лет первое место занимает лещ, на долю которого приходится 41,4% среднегодового улова, второе место — плотва (26,32%), третье — ерш (17,17%), четвертое — щука (7,26%). Ряпушка, сиг и судак являются редкими рыбами в Миккельском озере и составляют 0,6% среднегодового улова.

По данным 1945—1954 гг. в Миккельском озере в среднем вылавливалось до 100 ц леща ежегодно, в том числе около 90% годового улова в период нереста, т. е. в мае и июне. Обычно большим уловам в мае соответствуют меньшие уловы в июне. В некоторые годы уловы леща в мае и июне почти одинаковы. В годы с ранней и теплой весной, когда температуры воды в мае соответствуют температурам нереста леща, уловы его бывают большими в мае. В годы с холодной затяжной весной температуры воды остаются низкими до июня, и тогда высокие уловы леща наблюдаются в первой половине июня.

В уловах леща отмечаются колебания, а общая кривая уловов с каждым годом понижается (табл. 2).

Таблица 2

Уловы леща в Миккельском озере с 1945 по 1954 г. (в ц)

Год	Крупный лещ	Мелкий неполовозрелый лещ	Вылов за год	В %	
				крупный лещ	мелкий лещ
1945	98,5	8,4	106,9	92,0	8,0
1946	70,1	10,3	80,4	87,0	13,0
1947	140,7	13,5	154,2	90,5	9,5
1948	89,6	15,9	105,5	84,5	15,5
1949	114,5	14,6	129,1	82,9	17,1
1950	79,3	4,3	82,6	94,9	5,1
1951	92,3	10,6	102,9	89,8	10,2
1952	61,9	14,2	76,1	82,7	17,3
1953	53,4	31,9	85,3	63,0	37,0
1954	61,5	10,9	72,4	85,0	15,0
Среднее за 10 лет . . .	86,18	13,46	99,44	86,7	13,3

Как видно из таблицы 2, 1945, 1947, 1949, 1951 и 1953 гг. характерны более высокими уловами леща по сравнению с 1948, 1950, 1952 и 1954 гг.

В среднегодовом улове за 10 лет крупный лещ составляет 86,7%, мелкий — 15,8%. В последние три года (1952—1954 гг.) процент мелкого леща в уловах увеличился, и промысел в основном стал базироваться на лещовом стаде, впервые вступающем в промысел.

Мережами колхоза „Искра“ вылавливается мелкий лещ в возрасте 3, 4, 5 лет, идущий из Шотозера в Миккельское озеро по р. Миккельской. В 1952 г. в р. Миккельской было выловлено 349 кг мелкого леща (около 1800 экз.) средним весом около 200 г; в 1953 г. в июне выловлено 606 кг мелкого леща (около 4000 экз.) в возрасте 3—6 лет, средним весом 162 г. Со второй половины июня начинается лов покатного неполовозрелого леща в р. Миккельской. В 1952 г. такого леща было выловлено 353 кг (около 2000 экз.).

Вылов производителей до откладки икры и лов молоди леща на жизнестойких стадиях (в возрасте 4, 5, 6 лет) ведет к подрыву запасов леща.

Нагул и зимовка леща происходят в Крошнозере. Основные места его зимовки расположены в южном плесе и на ямах между деревнями Гонганалица и Ершनावолок.

В зимний период в Крошнозере лов леща, как и других рыб, зависит от состояния зимовальных ям. В 1951 г. при облове зимовальной ямы добыто 14 ц крупного и 4 ц мелкого леща; в декабре 1944 г. при облове зимовальной ямы добыто в одно притонение 6790 кг неполовозрелого леща (около 30—40 тысяч экз.). В весенний период (май—июнь) в Крошнозере лова леща нет, так как рыбаки переключаются на лов нерестового леща в Миккельском озере. В Крошнозере промысел возобновляется в июле месяце, но уловы леща чрезвычайно малы. Лов его усиливается в октябре в местах скопления на зимовку (наши наблюдения по мечению осенью 1953 г.). По среднегодовым данным за 10 лет (1945—1954 гг.) в общем вылове рыбы на Крошнозере лещ составляет около 13%.

Материалы по уловам леща за последнее десятилетие показывают, что промысел леща осуществляется в важнейшие периоды его жизни: весной во время массовых скоплений на нерестилищах в Миккельском озере и в декабре на зимовальных ямах в Крошнозере. Такая организация промысла оказывает отрицательное влияние на запасы леща и ведет к понижению его уловов.

В таблице 3 приводятся данные по уловам крупного и мелкого леща в Крошнозере и Миккельском озере.

Таблица 3

Уловы леща в Миккельском озере и Крошнозере за 1944—1954 гг. (в ц)

Год	Мелкий лещ	Крупный лещ	Вылов за год	В %	
				мелкий лещ	крупный лещ
1944	172,0	24,1	196,1	87,71	12,29
1945	8,4	98,9	107,3	7,83	92,17
1946	12,1	71,8	83,9	14,43	85,57
1947	36,0	155,8	191,8	18,77	81,23
1948	19,4	92,7	112,1	17,49	82,51
1949	16,3	116,6	132,9	12,26	87,74
1950	8,2	84,9	93,1	8,80	91,8
1951	15,6	108,4	124,0	12,58	87,42
1952	32,7	79,4	112,1	29,17	70,83
1953	72,0	72,9	144,9	49,71	50,29
1954	30,8	91,2	122,0	25,27	74,73
Среднее за 11 лет	38,5	90,6	129,1	25,0	75,0

Главным промысловым сезоном в Миккельском озере является II-квартал, особенно май и июнь. В III квартале более половины уловов

составляет ерш, добываемый в открытой части озера мутниками. При мутниковом лове вылавливается большое количество сеголеток леща, которые в июне, августе и даже в сентябре держатся вместе с ершом. В летнем промысле 1953 и 1954 гг. увеличиваются уловы леща в капровые сети.

Лов рыбы в зимний период на Миккельском озере развит очень слабо. Уловы рыбы в IV квартале составляют только около 2% годового улова. В некоторые годы зимнего промысла совсем не было (1947, 1952, 1953 и 1954 гг.).

Товарная продукция по Миккельскому озеру изменяется от 47,6 до 22,2 кг/га при средней 36,5 кг/га. Уловы рыбы по месяцам с 1945 по 1954 г. приводятся в таблице 4.

Общие уловы по Крошнозеру за 1945—1954 гг. в среднем составляют 187 ц с колебаниями от 32 ц в 1945 г. до 252 ц в 1953 г. Уловы по отдельным годам приводятся в таблице 5.

Данные по уловам показывают, что на протяжении 10 лет основу промысла в Крошнозере составляли плотва, ерш, окунь, лещ, ряпушка, судак и щука. Сиг в Крошнозере встречается редко и промыслового значения не имеет. Первое место в уловах занимает плотва (41,1%), второе ерш (18,5%), третье — окунь (13,3%), четвертое — лещ (13,1%). Плотва, ерш, окунь и лещ составляют 86% всего улова по озеру.

Анализ данных по уловам рыбы показывает, что Крошнозеро из лещового водоема, каким оно может быть по своим природным условиям, превратилось в плотично-ершово-окуневый водоем. На протяжении 10 лет в уловах преобладают малоценные рыбы (плотва, ерш и окунь), составляющие 73,31% среднегодового улова. Ряпушка, лещ, судак и щука в среднегодовых уловах составляют только 23,7%.

Количественное соотношение отдельных видов рыб в водоеме даже при наличии организованного промысла находится в зависимости от условий воспроизводства и видовых особенностей рыб. Несмотря на то, что из года в год основу промысла составляют плотва, ерш и окунь, численность их остается высокой, обеспечивая устойчивые уловы. Это можно объяснить тем, что в течение 1945—1954 гг. условия естественного воспроизводства ерша, окуня и плотвы не нарушались промыслом. Кроме того, плотва и окунь размножаются и в Крошнозере и в Миккельском озере. Уловы плотвы в Крошнозере в течение мая—июня составляют в среднем менее 1% его годового улова. Отсутствие промысла плотвы в нерестовый период обеспечивает нормальный ее нерест и развитие молоди. То же можно сказать об окуне и ерше.

Наблюдаются значительные колебания в уловах ряпушки. В отдельные годы (1946 и 1948 гг.) ряпушки в уловах совсем не было. Минимальные уловы ее наблюдались в 1952 г. (49 кг), в 1954 г. (71 кг) и в 1945 г. (74 кг). Максимальные уловы ряпушки отмечены в 1951 г. (5168 кг) и в 1953 г. (1247 кг). Большие уловы в предыдущем году, соответствуют малым уловам в последующем году, что отчетливо видно из таблицы 5.

Ловится ряпушка в августе и сентябре в прибрежной зоне. Несмотря на то, что в период нереста ряпушки промысла нет, запасы ее ограничены и уловы неустойчивы. Колебания уловов ряпушки в Крошнозере, видимо, связаны с ее миграцией из Крошнозера через Миккельское озеро в Шотозеро. Иногда ряпушка встречается в Миккельском озере. В сентябре 1947 г. в Миккельском озере было добыто 182 кг ряпушки, в середине ноября 1950 г. — 60 кг, в апреле и сентябре

Таблица 4

Общие месячные уловы рыбы по Миккельскому озеру за 1945—1954 гг. (в кг)

Годы	Месяцы												Вылов за год	В кг/га
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1945	—	—	633	3097	4807	10 682	2392	3586	1218	3057	—	—	29 448	44,6
1946	—	—	—	351	7603	8037	3751	7998	1160	1351	—	—	30 251	45,8
1947	—	—	—	265	15 091	3252	2429	6042	1794	—	—	—	28 873	43,7
1948	375	731	315	991	9592	10 703	468	—	1116	—	—	—	24 291	36,8
1949	1089	1563	262	—	17 689	2540	2402	1863	4007	—	—	—	31 415	47,6
1950	—	—	—	1442	3235	9700	624	3798	1500	—	155	1010	21 464	32,5
1951	395	780	715	928	3969	11 026	1434	2862	940	—	—	1299	24 348	36,9
1952	—	—	—	239	5334	12 160	989	2078	32	—	—	—	20 832	31,6
1953	—	—	675	940	10 061	3904	—	—	—	—	—	—	15 580	23,6
1954	—	—	540	334	11 423	1429	929	—	—	—	—	—	14 650	22,2
Всего . . . . .	1859	3074	3140	8583	88 804	73428	15418	28 207	11767	4408	155	2309	241 152	
Среднее . . . . .	185,9	307,4	314,0	858,3	8880,4	7342,8	1541,8	2820,7	1176,7	440,8	15,5	230,9	24 115,2	36,5
В % . . . . .	0,77	1,27	1,30	3,56	36,82	30,44	6,39	11,69	4,88	1,82	0,06	1,0	100	

## Вылов рыбы в Крошнозере

Год	Лещ		Окунь		Судак		Налим	
	крупный	мелкий	крупный	мелкий	крупный	мелкий	крупный	мелкий
1945	43,0	—	337,0	—	567,0	—	—	—
1946	138,0	184,0	201,0	398,5	277,5	106,0	4,4	—
1947	1880,0	1851,0	928,6	5832,5	1386,2	318,0	69,0	8,4
1948	332,0	256,0	82,0	862,0	76,0	67,5	27,0	9,5
1949	213,0	177,5	1037,0	4251,5	278,5	433,5	76,5	25,0
1950	678,0	481,5	189,0	3910,5	461,5	93,2	99,0	29,0
1951	1611,5	510,0	31,0	844,0	200,0	66,5	66,5	2,0
1952	1748,5	1970,0	55,0	491,0	305,5	75,0	75,0	30,0
1953	2441,0	4809,5	163,5	963,0	1446,5	161,5	245,0	7,0
1954	2973,0	1995,0	873,0	3465,0	541,0	204,0	85,0	—
Всего	12 058,0	12 234,5	3897,1	21018,0	5539,7	1525,2	747,4	110,9
Среднее	1205,8	1223,4	389,7	2101,8	553,9	152,5	74,7	11,0
В % . .	6,45	6,54	13,32		3,77		0,45	

1951 г. — 79 кг. Уловы в апреле связаны с ряпушкой, поднимающейся из Шотозера.

Основными рыбодобывающими организациями на Миккельском озере<sup>1</sup> и Крошнозере являются рыболовецкие колхозы „Красный Октябрь“ и „Первое мая“ Пряжинского района.

Среднегодовой улов за 1953—1954 гг. колхоза „Красный Октябрь“ в обоих озерах составил 246,3 ц, колхоза „Первое мая“ — 111,2 ц, причем лещ, судак, щука и налим дали более 60% среднегодового улова, а плотва и ерш — около 24%. В уловах колхоза „Первое мая“ плотва и ерш составили около 40% (табл. 6). В 1954 году в промысловое использование было вовлечено Шотозеро. Здесь бригадой рыбаков из колхоза „Красный Октябрь“ было выловлено: леща — 13,3 ц, окуня — 3,4 ц, судака — 22,7 ц, налима — 0,2 ц, плотвы — 0,4 ц, щуки — 5 ц, ерша — 1 ц, сига — 2 ц. Судак, лещ и щука составили две трети всего улова на Шотозере. Колхоз „Первое мая“ промысляет в декабре и январе в малых озерах Сувгяярви и Савиново, где выловил 2,5 ц окуня, 8,6 ц плотвы и 0,1 ц судака. Вовлечение в промысловое использование Шотозера и других малых водоемов положительно сказывается на выполнении плана рыбодобычи колхозов.

Среднегодовой вылов на одного рыбака по колхозу „Красный Октябрь“ составил 16,5 ц, по колхозу „Первое мая“ — 27,7 ц.

<sup>1</sup> Миккельское озеро по акту на вечное пользование передано сельскохозяйственному колхозу „Искра“, который озеро не облавливает, а проводит лов рыбы мережами в весенний период на р. Миккельской.

Таблица 5

с 1945 по 1954 г. (в кг)

Плотва		Щука		Ерш	Смесь	Ряпушка	Вылов за год
крупная	мелкая	крупная	мелкая				
—	1797,0	76,0	—	329	—	74,0	3223,0
—	1289,0	81,0	28,5	886	—	—	3593,4
—	6080,0	307,0	204,5	4893	—	171,0	23 929,2
—	19 078,0	204,0	111,0	12 713	—	—	33 818,0
—	10 340,0	303,7	59,0	3651	624	129,0	22 199,2
3,5	13 556,5	595,5	102,5	2920	321	181,5	23 622,2
—	8619,0	711,5	116,0	2953	332	5168,0	21 231,0
263,0	6882,0	336,0	47,0	893	270	49,0	18 580,0
28,0	5705,0	1450,0	320,0	3 702	2594	1247,0	25 224,5
255,0	2908,0	611,0	25,0	1 691	838	71,0	16 585,0
549,5	76 834,5	4736,2	1 012,5	34 631	4969	7090,5	18 695,5
54,9	7583,4	473,6	101,3	3 463,1	496,9	709,0	18 685,5
41,39		3,1		18,5	2,67	3,8	100

## ОРУДИЯ И СПОСОБЫ ЛОВА РЫБЫ

Основными орудиями лова на Крошнозере и Миккельском озере являются закидные невода, мережи, капроновые сети и мутники. В промысле на обоих озерах ежегодно используется 4 невода, 4 мутника, 200 мереж и около 200 капроновых сетей. В последние годы решающее значение в промысле приобретают капроновые сети и мережи.

Сети, изготовленные из искусственного шелка „капрон“, в 2—3 раза уловистее обычных хлопчатобумажных сетей, прочнее и значительно устойчивее к действию воды. Капроновые сети получили широкое распространение в озерном рыболовстве и в значительной мере вытеснили сети, изготовленные из растительного волокна. В промысле применяются одностенные и рамные сети.

Одностенные капроновые сети обычно имеют длину 30—35 м; рамные сети — 32 и 64 м. Высота сетей колеблется от 2 до 4 м. Сети изготавливаются из нитки 150/6, 150/9, 60/6 и 70/6 с размерами ячеек в 40, 45, 50, 55, 60 и 70 мм. Посадка сети на тетивы (подборы) производится с посадочным коэффициентом на 0,45—0,50 у одностенных сетей и 0,4 у рамных сетей. В качестве посадочной нитки используется капроновая нить 34/9, 34/12 и 34/18. Тетивы (подборы) делаются из капронового шнура диаметром 4,5 и 6 мм. В качестве плава на сети используются поплавки из пенопласта, балберы и бересты („киборки“). Нижнюю тетиву загружают камнями или металлическими кольцами. Готовые сети окрашивают в коричневый или черный цвет.

## Видовой состав уловов в Крошнозере и Миккельском

Водоем	Год	Колхоз	Лещ		Окунь	
			круп- ный	мел- кий	круп- ный	мел- кий
Миккельское озеро	1953	Красный Октябрь . . . . .	41,4	26,6	1,0	1,0
	"	Первое мая . . . . .	12,0	5,4	—	1,0
	1954	Красный Октябрь . . . . .	45,5	9,3	—	5,2
	"	Первое мая . . . . .	16,0	1,6	—	5,7
Крошнозеро	1953	Красный Октябрь . . . . .	19,0	41,0	1,6	8,0
	"	Первое мая . . . . .	5,4	7,1	—	1,3
	1954	Красный Октябрь . . . . .	22,1	16,0	0,5	16,3
	"	Первое мая . . . . .	7,6	3,9	8,3	18,0
Среднее		Красный Октябрь . . . . .	64,0	46,4	1,5	15,4
		Первое мая . . . . .	20,5	9,0	4,1	13,0

Сети устанавливаются рядами по 10—12 сетей в один ряд. На концах сетного порядка ставят концевые якоря с кубасами — вежами. Осмотр сетей в весенне-летний период производится один раз в сутки, а осенью и зимой — один-два раза в неделю. Средний вылов рыбы на одну рамную сеть размером  $32 \times 3$  м составляет от 1,0 до 2,0 ц в год.

Мережный лов получил широкое применение на Миккельском озере и Крошнозере. Наибольшее значение в озерном рыболовстве имеют мелкие береговые мережи, применяемые для лова нерестовых рыб — леща и щуки в весенний период. Из более крупных мереж на лову используются матки и полуматки онежского образца. Такие мережи с сетными стенками устанавливаются в истоке р. Матчелицы для лова покатной рыбы из Крошнозера в Миккельское озеро (особенно весной для лова леща).

Береговая мережа состоит из сетной бочки, посаженной на 5 обручей, дуги в виде полукруга и крыла из сетной стенки длиной в несколько метров. Внутри мережи имеются два усинка — горловины, одна из них начинается от первого обруча, вторая — от третьего обруча. Горловины растягиваются четырьмя симками. Для лова щуки применяются мережи со следующими размерами: длина крыла 6—7 м, высота 1 м, диаметр обручей 0,6—0,7 м, расстояние между обручами 0,7 м, длина мережи от дуги до конца носка 4 м. Крыло мережи делается из хлопчатобумажной дели 20/9 с ячеей 30 мм, первая часть бочки (до второй горловины) из хлопчатобумажной дели 26—30 мм, носок мережи из дели с ячеей 22—24 мм.

Мережа для лова леща имеет несколько большие размеры и строится по такому же принципу, как и мережа для лова щуки. Мережа для лова леща имеет обручи диаметром от 1 до 1,2 м, крыло длиной 12—13 м, а его носок делают из хлопчатобумажной дели 20/9 с ячеей 40 мм.

Мережи устанавливаются в прибрежной зоне на двух кольях (один кол ставится в конце крыла, а другой на конце мережи), иногда по

Таблица 6

озере в разрезе колхозов (в ц)

Судак		Налим круп- ный	Плотва		Щука		Ерш	Смесь	Ряпуш- ка	Вылов за год
круп- ный	мел- кий		круп- ная	мел- кая	круп- ная	мел- кая				
0,4	—	0,4	—	29,0	6,0	1,2	—	—	—	107,0
—	—	—	—	19,0	2,0	0,5	84,0	—	—	48,3
—	0,2	1,4	—	10,5	15,2	1,9	2,1	9,2	—	100,5
0,12	—	0,12	—	3,5	3,9	0,5	0,6	9,8	—	41,84
11,0	1,6	2,3	0,3	52,2	14,0	3,2	6,5	18,7	10,3	189,7
3,6	—	0,1	—	5,0	0,6	—	30,5	6,7	2,2	62,5
3,7	1,9	0,8	2,5	14,7	5,0	—	9,0	2,0	1,0	95,8
2,0	—	—	—	14,4	1,4	—	7,6	7,0	—	70,2
7,55	1,8	2,6	1,4	53,2	20,1	3,1	8,8	14,9	5,5	246,3
2,8	—	0,2	—	20,9	3,9	0,5	23,5	11,7	1,1	111,2

несколько мереж в один ряд или попарно на одно общее крыло с надужьями, обращенными друг к другу. Вылов на одну береговую мережу составляет 0,3—0,8 ц рыбы за сезон. Крупные мережи матки и полуматки, применяемые в Крошнозере и р. Матчелице, построены по образцу онежских мереж.

Неводной лов рыбы развит на обоих озерах. В Миккельском озере закидными неводами ловят леща весной в юго-западной части озера.

На Крошнозере неводной лов носит более или менее постоянный характер и производится почти круглый год.

В весенний период лов закидными неводами производится в северной части озера, в летний период — севернее деревни Кочуры, осенью неводной лов постепенно перебрасывается в южную часть озера. В зимний период неводным ловом охватывается все озеро, особенно плесо, расположенное между деревнями Ершнаволок и Гонганалицы, и южная глубоководная часть озера. Весною и летом неводами ловят плотву, щуку и окуня, а осенью и зимой ряпушку, судака и леща. Средний вылов на один невод составляет 20—30 ц в год.

На Миккельском озере и Крошнозере рыбаки различают летние и зимние невода. Длина летнего невода по обоим крыльям до 160 м, высота крыла под мотней от 4 до 10 м, зимние невода значительно крупнее летних. Летние и зимние невода строятся из мелкоячейной дели с размерами ячеи 10, 12, 14, 16, 18, 20 и 24 мм, мотня делается из 10 мм дели. Посадка крыльев к подборам производится с посадочным коэффициентом 0,5—0,67. В качестве плава для невода применяются берестяные и деревянные поплавки. На нижнюю подбору подвязываются грузила (камни), обернутые в бересту. В период открытой воды лов неводом производится с двух лодок, которые обслуживают 4 человека. При зимнем лове тяга невода производится при помощи ручных вороток. Подледный неводной лов — весьма трудоемкий процесс: в течение зимнего дня делается одно, редко два притонения.

Лов мутниками на Миккельском озере и Крошнозере производится с половины июля и до замерзания водоема. Мутником ловятся ерш и мелкий окунь, в прилове бывает молодь леща и судака.

Мутник — орудие траллирующего типа. Мутник представляет собой небольшой неводок с крыльями длиной 7—9 м при высоте около мотни 3,5 м. В конце крыльев ставятся клячевые палки (длиной около 0,5 м). Крыло мутника строится из дели с диаметром ячеи 10—12 мм (нитка 34/9). Посадка крыльев к подборам производится с посадочным коэффициентом 0,5—0,45. Верхняя подбора оснащается поплавками из бересты, нижняя подбора загружается камнями, оплетенными в бересту („шомба“), которые привязываются к подборам на расстоянии 0,4—0,5 м друг от друга. Мотня кроится трапецевидной формы из 4 плах 10 мм дели, а куток из 6—8 мм дели. Длина мотни в посадке 8—9 м, верхний порог мотни — 1 м, нижний — 1,5 м. Для подбор мутника используется морская стоянка или пеньковосмольная веревка толщиной 20—25 мм в окружности. К концам крыльев мутника привязываются толстые мочальные канаты (гужи — муты) длиной 80—90 м и к ним привязывается тонкая веревка (20—30 мм) такой же длины. Мутником ловят 2—3 рыбака обычно на одной лодке, очень редко на двух лодках.

Процесс лова мутником состоит из четырех операций, выполняемых последовательно: 1) набор канатов и мутника в лодку, 2) замет канатов и мутника, 3) тяга канатов, 4) подъем мутника. Место для замета мутника выбирается с таким расчетом, чтобы тягу канатов и мутника производить с наиболее глубокого участка на менее глубокий. При замете мутника опускают якорь с буйком и закрепляют конец веревки за буйковую веревку, затем выметывают канат и мутник и возвращаются к якорю, выпуская канат и веревку второго крыла. У якоря лодку закрепляют неподвижно и вручную вытягивают веревку, канаты и мутник. Толстые канаты, волочась по дну, поднимают муть, отпугивающую ерша внутри тони к неводу-мутнику. На одно притонение мутником затрачивается 30—40 минут. Лов мутником производится на илистых грунтах. В Крошнозере мутниками ловят в центральной и южной частях озера. Средний вылов на один мутник за сезон от 10 до 15 ц.

#### ПУТИ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА

Современная организация рыбного промысла на Миккельском озере и Крошнозере ведет к подрыву запасов основной промысловой рыбы — леща и способствует увеличению запасов малоценных рыб. Несмотря на ежегодное увеличение промыслового снаряжения и улучшение его качества при стабильном количестве рыбаков, наблюдается снижение уловов рыбы. Особенно нерационально организован промысел леща в период его нереста в Миккельском озере. На местах нереста и на миграционных к ним путях устанавливается такое большое количество орудий лова, что проход леща на нерестилища становится практически почти невозможным. В результате ежегодного отлова производителей леща до откладки икры и лова молоди в Миккельском озере и Крошнозере запасы леща подорваны.

В Крошнозере широкое развитие получили малоценные рыбы, которые на протяжении десяти лет дают устойчивые уловы. Это объясняется отсутствием вылова их в период нереста.

Рыбный промысел на Миккельском озере и Крошнозере нуждается в реорганизации. Чтобы создать рациональное рыбное хозяйство на этих озерах, необходимо изменить соотношение видов ихтиофауны путем подавления численности малоценных рыб, восстановить и увели-

чить запасы ценных промысловых рыб (туводных и новых), провести рыбоводные и акклиматизационные работы, а также работы по мелиорации водоемов.

Проведение указанных мероприятий обеспечит восстановление запасов леща в Миккельском озере и Крошнозере через 8—10 лет.

В ближайшие три года рыбный промысел следует базировать только на вылове малоценных рыб. Ежегодно в обоих водоемах необходимо вылавливать до 275 ц малоценной рыбы, в том числе плотвы — 130 ц, налима — 5 ц, окуня — 45 ц, ерша — 70 ц, щуки — 25 ц.

Вылов производителей малоценных рыб рекомендуется проводить в следующие сроки: ерша — в мае и июне, плотвы — в мае: на нерестилищах в прибрежной зоне, окуня — в мае и июне в прибрежной зоне и в р. Матчелице, налима — в январе и феврале. Наряду с этим следует уничтожать икру, закладывая в водоем зеленые веники перед нерестом и выбирая их затем вместе с развивающейся икрой малоценных рыб.

Из орудий лова рекомендуется применение ильменских неводов („шестерок“), сетей для лова плотвы и береговых мереж. Невод „шестерка“ имеет широкое применение на озере Ильмень. Этот невод обслуживается бригадой из 6 человек, им ловят окуня, плотву, ерша, снетка, уклею и других рыб. Длина невода 200—240 м. Мотня представляет собою мережу, посаженную на 5—8 обручей и снабженную двумя горлами. Таким неводом ловят в прибрежной зоне с двух лодок, выбирая его или вблизи берега на лодки, или на берег. Эти невода дают уловы около 100—150 ц за сезон.

В зимний период на Крошнозере целесообразно применять подледный мутник-бегунок чудского типа, который приобрел большое промысловое значение на Чудском озере для лова мелкого частика. Здесь им ловят на глубине 9—11 м.

Мутник-бегунок состоит из мотни, небольших крыльев и урезков (гужей). Форма тони не отличается от тони обычного невода, но тяга производится по возможности без остановки и быстро, в особенности в момент притонения. В бригаде насчитывается 14—16 ловцов и 5 лошадей. За день бригада делает 5—6 притонений. Мутник-бегунок главным образом применяется для лова ерша и окуня. Средний вылов одним мутником-бегуном на Чудском озере составляет 300—400 ц рыбы за квартал.

В связи с запретом лова ценных видов рыб в Миккельском озере и Крошнозере общий возможный вылов рыбы на этих озерах в подготовительный период не обеспечит выполнение государственного плана добычи рыбы колхозами „Красный Октябрь“ и „Первое мая“. Поэтому указанным колхозам необходимо шире использовать рыбные запасы Шотозера (с организацией здесь рыбоприемного пункта), Вагатозера, Бухтозера, Топозера и других малых озер.

Для облова Шотозера достаточно бригады рыбаков из 6—8 человек, снаряженной береговыми и большими мережами-матками, капроновыми сетями и закидным неводом (типа ильменской „шестерки“).

В подготовительный период на водоемах, кроме мелиорации и усиленного отлова малоценных рыб, необходимо проводить работы по акклиматизации новых видов рыб.

По данным М. В. Балагуровой,<sup>1</sup> возможный улов рыбы на Крошнозере при изменении соотношения видов ихтиофауны может быть доведен до 1206 ц в год, в том числе: 760 ц леща, линя, сазана и

<sup>1</sup> Статья М. В. Балагуровой „Состояние запасов леща в Миккельском озере и Крошнозере и их воспроизводство“ печатается в настоящем выпуске.

карпокарася, 340 ц ряпушки и пеляди, 60 ц судака, 16 ц щуки, 30 ц прочих малоценных видов рыб.

Для обеспечения вылова рыбы в количестве 1200 ц потребуется 25—30 рыбаков при норме вылова на одного рыбака 40—50 ц в год.

Рыбный промысел должен базироваться на использовании капровых сетей, ставных орудий всех видов (мереж, заколов, ставных неводов) и закидных неводов.

Использование неводов рекомендуется для продолжения работ по биологической меллиорации озер, т. е. для отлова малоценных рыб.

В целях охраны нерестилищ и молоди леща необходимо осуществление постоянного контроля на Миккельском озере органами государственной рыбоохраны КАССР и установление в Крошнозере запрета на лов судака и ряпушки в период их нереста.

И. Ф. ПРАВДИН и М. В. БАЛАГУРОВА

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ К ПОВЫШЕНИЮ РЫБНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА (выводы и рекомендации)

Проведенные на Миккельском озере и Крошнозере исследования и анализ собранных научных материалов позволяют установить основные явления и закономерности, происходящие в жизни водоемов и населяющих их рыб, и на основании этого предложить рекомендации по повышению рыбной продуктивности, а также по улучшению рыбного хозяйства на этих и подобных им водоемах.

Промысловое значение Миккельского озера и Крошнозера на фоне общей рыбной продукции озер Карелии ничтожно. Даже при высокой форме организации рыбного хозяйства и увеличении уловов в 10 раз против имеющихся нельзя ожидать, чтобы продукция этих водоемов смогла оказать в будущем существенное влияние на повышение общей суммы вылова рыбы по всем озерам Карелии. Площадь Миккельского озера и Крошнозера составляет ничтожный процент (около 0,04%) общего озерного фонда республики. Невелик и вылов рыбы в этих озерах: в среднем за 10 лет (с 1945 по 1954 г.) он составил 431 ц в год, или 28 кг/га, т. е. 1% общего вылова по всем озерам Карелии.

Несмотря на это, постановка широких комплексных исследований на указанных двух малых водоемах по большой, новой и совершенно необходимой теме себя вполне оправдывает. Во-первых, малые водоемы более доступны и пригодны для решения многих, в том числе и теоретических вопросов. Во-вторых, избранные озера, относящиеся к типу водоемов евтрофных или близких к ним, можно принять за пример, эталон, пользуясь которым следует приложить выводы и предложения, полученные в результате исследований на Миккельском озере и Крошнозере, к другим многочисленным озерам такого же типа. В-третьих, на исследованных озерах обеспечивается организация проверки и наблюдения результатов работ по рыбоводству, которые рекомендуются как основное мероприятие по повышению рыбной продуктивности озерных водоемов. В-четвертых, опыт глубокого биологического изучения Миккельского озера и Крошнозера поможет улучшить и поднять рыбную продуктивность других водоемов такого же типа, что, несомненно, скажется положительно на общей промысловой продукции озерных водоемов Карелии.

Главной задачей проведенных исследований было выяснение состояния рыбных запасов Миккельского озера и Крошнозера. Эти исследо-

вания показали, что рыбные запасы указанных водоемов находятся не только под влиянием промысловой деятельности человека, но и в меньшей степени под влиянием факторов среды.

Видовой состав ихтиофауны Миккельского озера и Крошнозера значительно изменился и изменяется под влиянием физических и биологических процессов, совершающихся в водоемах. Не так давно эти водоемы были более глубокими и менее заиленными, с иным газовым и солевым режимом воды, с иным составом рыбных кормов и видовым составом рыбного населения. Водоемы были олиготрофными, что обеспечивало существование в них сига, ряпушки и, вероятно, форелей. К настоящему времени ряпушка пока остается в небольшом количестве в Крошнозере, сиги вследствие своей малочисленности здесь не имеют никакого промыслового значения, а форели и вовсе нет. Водоемы становятся, по ихтиологическим признакам, карповыми и окуневыми.

Однако эволюция природных условий водоемов совершается не столь быстро. В настоящее время Миккельское озеро и Крошнозеро переживают переходный момент, когда еще есть возможность поддержать и увеличить в них запасы таких рыб, как ряпушка (в Крошнозере), и ускорить формирование запасов леща (в Миккельском озере и Крошнозере). Этот же „переходный“ период позволяет предусмотреть необходимость и возможность изменения ихтиофауны в целях поднятия ее хозяйственной ценности путем вселения новых для таких озер рыб и создания наиболее благоприятных условий для ценных рыб, уже имеющихся в исследованных озерах, в первую очередь для леща. Разрешение подобных вопросов становится осуществимым на основании результатов изучения природы водоемов, их гидрологии, гидрохимии и гидробиологии.

Состояние рыбных запасов в высшей степени зависит также от чисто ихтиобиологических факторов: от количества производителей, их численности и плодовитости, от количества отложенной на нерестилищах икры и вышедших из икры личинок, от степени выживаемости молоди рыб и т. п. Все эти вопросы были основной частью проведенных ихтиологических работ по теме.

Взаимоотношения рыб, особенно пищевые взаимоотношения, также имеют решающее влияние на состояние запасов отдельных видов ихтиофауны и общих рыбных запасов водоемов. На примере изучения взаимоотношений видов рыб Миккельского озера и Крошнозера можно проследить, как малоценные, так называемые „сорные“ рыбы подавляющим образом воздействуют на запасы наиболее ценных промысловых рыб: плотва, уклея, ерш и мелкий окунь подрывают запасы леща.

Промысел способен не только подорвать рыбные запасы, но и вовсе их уничтожить. С другой стороны, промысел может оказывать и благоприятное влияние на рыбные запасы. На исследованных озерах, к сожалению, не обнаружено ни одного факта, который дал бы право говорить о проявлении в промысле хотя бы самых элементарных забот о поддержании и умножении рыбных запасов. В связи с этим характер промыслового использования Миккельского озера и Крошнозера должен быть изменен.

Благотворное влияние на рыбные запасы таких малых водоемов должно оказать рыбоводство, т. е. различные мероприятия по воспроизводству рыб. Успех рыбоводства возможен лишь при глубоком познании жизни разводимых рыб и их требований к условиям среды. По отношению к лещу Миккельского озера, Крошнозера и отчасти Шотозера возможности разведения установлены.

Масштаб проведенных исследовательских работ по повышению рыбной продуктивности Миккельского озера и Крошнозера значителен, однако следует признать их неполноту и необходимость постановки микробиологических и фитопланктологических исследований. Микробиологические исследования совершенно необходимы в первую очередь для выяснения микробиологического состава грунта, который в виде детрита и мягких частей ила нередко заполняет кишечники взрослых рыб и их молоди. Нельзя объяснить такие факты простым механическим заглатыванием рыбами грунта. Фитопланктон входит в пищевой рацион рыб и пищевых для рыб организмов, но такое значение фитопланктона исследованных озер осталось пока крайне мало выясненным. Также недостаточно проведено исследований по физиологии рыб, а именно по физиологии питания рыб, кроме того, слишком мал экономический элемент в работах по Миккельскому озеру и Крошнозеру. В последующих аналогичных работах все это должно иметь место.

Исследовательские работы, выполненные за трехлетний период на Миккельском озеру и Крошнозере, с одной стороны, дали выводы хозяйственного значения, с другой, как уже упомянуто, они могут быть использованы при выполнении такой же темы по другим водоемам того же типа. Водоемов, подобных исследованным нами, в Карелии много, и для повышения качественного и количественного состояния их рыбных запасов потребуются рекомендации, сходные с теми, которые предлагаются для уже исследованных двух озер. Исследования других озер, сходных с Миккельским озером и Крошнозером, очевидно, должны будут проводиться методами, разработанными и применяющимися на этих озерах.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА КАК РЫБНЫХ УГОДИЙ

Рассматриваемые озера относятся к группе малых водоемов, составляющих основную часть озерного фонда Карелии. Главнейшими физическими свойствами исследованных озер нужно признать их небольшие размеры и мелководность, что особенно резко выражено в отношении Миккельского озера (площадь Миккельского озера  $6,6 \text{ км}^2$ , наибольшая глубина  $2,4 \text{ м}$ ; площадь Крошнозера  $8,9 \text{ км}^2$ , наибольшая глубина  $12,6 \text{ м}$ ).

Малые размеры водоемов содействуют общей однородности их гидрологического и гидрохимического режима, а малые глубины обуславливают высокую прогреваемость в летнее время и сильное охлаждение зимой. Летняя относительная теплопроводность озер обеспечивает возможность существования в них таких теплолюбивых рыб, как судак и лещ. Вследствие той же теплопроводности здесь сохраняется даже синец, правда, в исключительно ничтожном количестве, который может быть назван скорее реликтовым представителем ихтиофауны. Общее развитие органической жизни исследованных озер протекает достаточно нормально и намного превышает подобное развитие многих других озер Карелии, чему содействует также полное или почти полное отсутствие железной руды, сильно распространенной в большинстве водоемов Карелии.

Фауна грунта, имеющая различное количественное развитие в отдельных участках этих озер, в общем богата, и средние цифры биомассы дна, например, в Крошнозере, много выше показателей биомассы по другим озерам Карелии.

Фауна беспозвоночных животных (зоопланктон) толщи воды в Миккельском озере и Крошнозере в количественном отношении также имеет относительно высокое развитие.

Качественный состав бентоса и планктона является весьма ценным для питания рыб. Планктон представлен здесь на 94% высококачественными в кормовом отношении ракообразными (*Cladocera* и *Copepoda*), что в сочетании с их большой численностью создает хорошие условия для питания молоди рыб и рыб-планктонофагов (ряпушки, уклея). Кормовые ресурсы бентоса за счет значительного развития высококачественной в кормовом отношении группы личинок комаров (*Tendipedidae*) следует считать хорошими для леща как основной промысловой рыбы рассматриваемых озер. По биомассе зоопланктона и бентоса названные озера относятся к группе озер Карелии с высокой продуктивностью.

Однако при относительно высоком развитии жизни на единицу площади дна и единицу объема водной толщи общее количество кормовых для рыб ресурсов Миккельского озера и Крошнозера, вследствие малых размеров данных водоемов, весьма ограничено. Общие кормовые ресурсы Миккельского озера выражаются примерно в 123 ц бентоса и 13 ц зоопланктона. По сезонам года эти количества меняются. Общие кормовые ресурсы Крошнозера выражаются в 40 тонн планктона и 138 тонн бентоса, в том числе 74 тонны составляют крупные тендипеды.

Ограниченность общей суммы кормовых ресурсов данных озер говорит о необходимости рационального использования рыбных кормов.

Наблюдаемый в настоящее время состав ихтиофауны Миккельского озера и Крошнозера является низким в качественном отношении. Основная часть кормовых ресурсов используется малоценными рыбами, имеющими незначительные весовые приросты и относительно большое потребление корма на единицу веса тела, что резко снижает рыбопродуктивность этих озер. Например, при использовании кормов Миккельского озера только лещом рыбопродуктивность его выразится в 21 кг/га, при использовании их ершом — в 2,4 кг/га.

Касаясь характеристики озер в отдельности, следует отметить, что Миккельское озеро имеет все свойства естественного инкубатора для разведения отложенной в водоеме икры рыб и питомника для их молоди.

Быстрое прогревание воды в Миккельском озере, обусловленное малыми глубинами (средняя глубина 1,4 м), обеспечивает более ранний нерест рыб, поднимающихся из Шотозера и спускающихся из Крошнозера. Причиной подъема шотозерских рыб в Миккельское озеро является поступление в озеро более теплых миккельских вод, стимулирующих нерестовую миграцию леща. Менее понятны причины миграции леща из Крошнозера. Возможно, и здесь основным фактором, стимулирующим миграцию, является температура воды. Как показали гидрологические исследования, северо-западная часть Крошнозера, значительно более мелководная, чем юго-восточная, прогревается быстрее, причем температуры воды постепенно повышаются к северо-западу, т. е. по направлению к Миккельскому озеру. Повидимому, лещ, следуя за более теплой водой, попадает в зону потока р. Матчелицы и таким образом спускается в Миккельское озеро на нерест. Эти миграции исторически сложились в тот период, когда Миккельское озеро, несомненно, было заливом большого водоема, включавшего в себя и воды Крошнозера.

Осеннее похолодание вызывает быстрое охлаждение воды в Миккельском озере. Поступление в этот период в Миккельское озеро более

теплых крошнозерских вод стимулирует осеннюю миграцию рыб из Миккельского озера в Крошнозеро, к местам зимовки. Скот молоди леща в Шотозеро происходит пассивно. Эта молодь на разных стадиях своего развития попадает в зону потока р. Миккельской и сносится в Шотозеро.

Помимо леща в Миккельское озеро приходят для целей размножения и другие рыбы: щука, окунь, плотва. Огромная в сравнении с лещом численность малоценных рыб и их нормальный (не нарушаемый промыслом) нерест обеспечивают ежегодное пополнение стада малоценных рыб огромным количеством молоди, в результате чего запасы этих рыб даже при усиленном их вылове не уменьшаются.

Миккельское озеро имеет около 20 000 м<sup>2</sup> удобных нерестилищ для леща, расположенных в береговой зоне озера. Мелководность и быстрая прогреваемость этой зоны, обилие биогенных элементов в воде, наличие растительности и большое количество зоопланктона делают ее наиболее важным районом для выпаса личинок леща.

Однако изучение межвидовых взаимоотношений рыб показывает отрицательное влияние малоценных рыб на кормовую базу для молоди леща, что снижает его численность и темп роста. Наиболее отрицательное влияние на численность леща оказывают личинки плотвы, состав пищи и места обитания которых совпадают с таковыми у леща.

Одним из важнейших мероприятий по повышению запасов леща является подавление численности плотвы и других малоценных рыб. При этом условии Миккельское озеро может давать ежегодно около 18 млн. молоди леща. Часть этой молоди (около 8 тонн) остается в Миккельском озере до 4—5 лет, остальная часть скатывается в Шотозеро и подымается в Крошнозеро. Таким образом, Миккельское озеро в значительной мере определяет запасы леща в Крошнозере и Шотозере.

Крошнозеро, в отличие от Миккельского озера, имеет лишь малое значение для нереста леща. Большие глубины и крайне малое количество водной растительности создают здесь неблагоприятные нерестовые условия для леща. Исключением является северо-западная часть озера у истока р. Матчелицы, где имеются незначительные по площади береговые участки с зарослями осоки, которые могут служить местами нереста для леща. Однако в 1953 г. все такие места были заняты икрой плотвы. Почти отсутствие удобных мест для нереста в Крошнозере служит также одной из причин ската крошнозерского леща в Миккельское озеро. Из ценных промысловых рыб только ряпушка и судак находят в Крошнозере удобные места для нереста, однако площадь и таких нерестилищ незначительна.

Не имея ярко выраженных свойств нерестилища, Крошнозеро располагает хорошими условиями для нагула ценных промысловых рыб — леща, ряпушки, судака. Теплопроводность Крошнозера способствует интенсивному питанию леща и судака. Кормовые условия для леща в Крошнозере весьма благоприятны. Основная масса кормового бентоса состоит из тендипедид, причем около 50% биомассы составляют личинки комаров (мотыля). Исследования показывают, что этот вид корма используется только очень крупным лещом, а так как численность последнего в Крошнозере очень мала, то огромные количества мотыля остаются неиспользованными.

В зоопланктоне Крошнозера в летний период обильно представлен планктонный рачок лептодора, являющийся одним из основных компонентов питания ряпушки. Малочисленность стада последней оставляет неиспользованным и этот высокопродуктивный корм.

Высокая биологическая продуктивность рассматриваемых озер, снижающая их газовые (кислородные) условия, является неблагоприятным фактором для лососевых рыб, в частности для ряпушки и сига; однако приспособительные свойства этих рыб настолько велики, что ряпушка, например, может служить одним из объектов даже прудового хозяйства.

Как общий вывод в отношении кормовых ресурсов Крошнозера следует указать на недоиспользование рыбами отдельных групп планктона и бентоса. Если принять во внимание, что большая часть кормовых ресурсов потребляется малоценными рыбами, то станет совершенно очевидным нерациональное использование природных ресурсов этого озера, не совместимое с принципами ведения рационального рыбного хозяйства.

По своим гидрологическим и биологическим свойствам озера Миккельское и Крошнозеро являются типичными лещовыми водоемами. Наличие условий, необходимых для жизни и других ценных промысловых рыб (судака, ряпушки и др.), повышает их значение как рыбопромысловых угодий.

В морфологическом отношении Миккельское озеро и Крошнозеро представляют собою водоемы, удобные для рыбохозяйственной эксплуатации. Малые размеры и незначительные глубины способствуют их легкой облавливаемости.

Отрицательным моментом для жизни рыб в Миккельском озере и Крошнозере следует считать поступление в них притоков, несущих воду из прилегающих к озеру болот. Однако это влияние касается незначительных по площади участков, поэтому большого значения не имеет. Проточность озер обеспечивает регулярное обновление всей их водной массы. Газовый режим в озерах в общем благоприятен, но в зимний период в отдельных участках Миккельского озера все же наблюдается значительный дефицит кислорода. Правда, участки эти расположены в основном в северо-западной и западной частях озера. В центральной, юго-восточной и восточной частях озера кислородные условия в зимний период удовлетворительны.

Несмотря на отдельные отрицательные факторы, имеющие место в Миккельском озере и Крошнозере, эти водоемы могут быть отнесены к группе озер, на которых возможна организация продуктивного лещово-судакового хозяйства.

Выясненные факторы среды и их связи с биологией рыб должны быть положены в основу построения рациональных форм рыбного хозяйства. Именно с таких позиций следует подходить к рыбохозяйственной оценке любого водоема как рыбного угодья, причем, как видно из сказанного выше, необходимо, если не на исследованных озерах, то на других аналогичных водоемах включить в исследовательский план вопросы фитопланктонологии, физиологии, микробиологии и экономики.

По существу Миккельское озеро и Крошнозеро должны быть научно-опытными пунктами для постоянных наблюдений над жизнью водоемов и их рыб, а также для разработки методов повышения рыбной продуктивности озерных водоемов. Это важно потому, что немало вопросов теоретического и хозяйственного значения еще не имеют надежных методов для своего разрешения. К таким вопросам относятся: условия существования молоди рыб, начиная с самых ранних стадий их жизни, степень (коэффициент) выживаемости рыб, поведение молоди и взрослых рыб в зависимости от условий среды и физиологических процессов, протекающих в самих рыбах, методы борьбы с малоценной рыбой и т. д.

## ОСНОВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИККЕЛЬСКОГО ОЗЕРА И КРОШНОЗЕРА

Построение правильного рыбного хозяйства на любом водоеме должно иметь своей целью: а) получение наивысшей промысловой продукции с водоема и б) обеспечение воспроизводства и улучшения рыбных запасов.

На примере Миккельского озера и Крошнозера видно, что рыбопромысловая эксплуатация этих водоемов не только не достигает второй цели, но и не ставит ее. Промысел здесь многие годы устремлен лишь на изъятие возможно большего количества леща без малейших забот о поддержании и увеличении его стада и сохранении тех свойств и условий водоема, которые необходимы для существования леща. Результат такой нерадивости налицо: запасы леща подорваны, а естественные условия водоемов ухудшаются.

Существующий лов леща на исследованных озерах производится исключительно на подходах его к нерестилищам и на самих нерестилищах. Направляющийся из Крошнозера на нерестилища в Миккельское озеро лещ вылавливается в начале этого пути — у истока р. Матчелицы — и на самом пути — в р. Матчелице, которая представляет собой узкий проток между двумя названными озерами. Оставшаяся от речного лова часть производителей леща вылавливается затем в озере на нерестилищах. Подрыв лещового стада промыслом завершается неводным ловом леща (и других рыб) на тех местах, где отложена и инкубируется икра леща. При таком неводном лове большое количество развивающейся икры леща погибает.

Таким образом, недопущение производителей на нерестилища приводит к тому, что наибольшая часть весьма пригодных для леща нерестилищ остается без засева икрой, а неводной лов на лещовых нерестилищах механически уничтожает живую икру.

Тот же промысел содействует ухудшению и естественных условий водоемов. Места лова леща перед р. Матчелицей и в самой речке из года в год засоряются огромным количеством кольев, остающихся после сетей и мереж, употребляемых при лове ходового леща. Такие места быстро зарастают водной растительностью и заносятся илом. Образуются целые сплавины гниющих древесных и травянистых остатков. Зарастание р. Матчелицы стало уже настолько большим, что в некоторых участках затруднителен проход обыкновенных рыбацких лодок.

Таково же положение и на р. Миккельской, вытекающей из Миккельского озера и служащей путем для леща, направляющегося из Шотозера на нерест в Миккельское озеро. Кроме того, на р. Миккельской имеется мельница, плотина которой преграждает проход леща из Шотозера.

Засорение и загрязнение вод снижает и их химические свойства, что также отрицательно сказывается на рыбе. Установлено, что химические свойства загрязненных участков р. Матчелицы лишают молодь леща удобных и нужных для нее пастбищ.

При организации лещового хозяйства должна быть проведена расчистка обеих рек от указанных засорений и загрязнений. В подобном мероприятии нуждаются также береговые участки Миккельского озера и предистоковые участки р. Матчелицы.

Осушение прилегающих к озерам заболоченных участков и превращение их в культурные земли, равно как улучшение обработки и удобрения уже освоенных земель, прилегающих к озерам, скажутся весьма благоприятно как на химизме воды, так и на кормности данных водоемов, а следовательно, и на их рыбопродуктивности.

Помимо проведения вышеуказанной технической мелиорации, на Миккельском озере и Крошнозере должна быть проведена еще более необходимая для ценных промысловых рыб, в данном случае для леща, мелиорация биологическая. В этом направлении главнейшим мероприятием нужно признать ослабление, а по отношению к некоторым видам, быть может, и полное уничтожение численности малоценных рыб, каковыми для этих озер являются плотва, ерш, разновидность мелкого окуня и укляя. Отрицательное влияние этих рыб сказывается как в резком ограничении численности леща (плотвой), так и в замедлении темпа его роста из-за ухудшения условий нагула. Относительно большое потребление малоценными рыбами корма на единицу веса, малые весовые приросты и низкое качество их мяса резко снижают качество рыбной продуктивности водоемов. Все это говорит о необходимости очистки озер от малоценных рыб и замены их наиболее ценными видами рыб.

Борьба с малоценными рыбами должна вестись путем массового отлова их в период нереста. Места нереста плотвы расположены от истока р. Миккельской к северо-западу и далее по побережью до устья р. Матчелицы. Отлов плотвы и других малоценных рыб должен производиться одностенными мелкоячейными сетями (22 мм) с ниткой № 133/6 по всему побережью озера, на самих нерестилищах и на подступах к ним. Эффективной мерой борьбы с плотвой следует считать устройство для нее пловучих нерестилищ с последующим уничтожением икры. Неводной лов плотвы на нерестилищах нерационален, так как при нем выдирается подводная растительность (фонтиналис), служащая лещу субстратом для откладки его икры.

Нерестилища окуня расположены в южной, юго-восточной и юго-западной частях Миккельского озера, а также в его центральных участках. Отлов окуня в период его нереста также должен производиться сетями.

Нерестилища ерша расположены в основном в береговых участках восточной части озера, где при условии расчистки этой зоны может быть применен неводной лов на участках от ручья Каскеноя до устья р. Матчелицы.

В Крошнозере отлов плотвы и окуня в весенний период должен производиться сетями в северо-западной части озера и особенно в предистоковой части р. Матчелицы. Неводной отлов окуня и ерша возможен в береговой зоне западной части озера от р. Холмы до деревни Гонгналицы.

Резкое подавление численности малоценных рыб должно быть проведено в первые 2—3 года. Без этого невозможно проведение ни одного из рыбоводных мероприятий. Однако и после резкого подавления численности малоценных рыб мероприятия по борьбе с ними должны в дальнейшем проводиться систематически, из года в год, в период нереста, т. е. в мае — начале июня. Уловы малоценных рыб в этот период должны составить не менее 80—90% ежегодного возможного их улова.

Наряду с резким подавлением численности малоценных рыб в первые 2—3 года необходимо подвергать усиленному отлову малоценных хищников — щуку и налима, а также ограничить численность судака.

При всемерном подавлении численности малоценных рыб и малоценных хищников, а также ограничений судака уже с первых лет организации хозяйства должны быть проведены мероприятия, обеспечивающие нормальный нерест леща и ряпушки. Основными условиями для

этого являются допуск производителей леща к местам нереста и запрет лова нерестующего леща в Миккельском озере. Длительный процесс восстановления запасов леща, обусловленный его поздним созреванием, и чрезвычайная уязвимость его запасов при нарушении условий естественного воспроизводства, а также избыток кормов, которые не могут быть использованы лещом, говорят о необходимости введения в состав ихтиофауны данных озер других ценных промысловых рыб.

Важной промысловой рыбой в Крошнозере должна стать ряпушка — потребитель зоопланктона. В настоящее время ряпушка имеется в составе ихтиофауны этого озера, но составляет предмет весьма незначительного промысла. В общем улове рыбы за год она составляет в среднем 3,3%, причем колебания уловов по годам значительны: в 1951 г. — 5168 кг, в 1952 г. — 49 кг. Среднегодовой вылов ряпушки за последние годы составлял 7 ц. Такие ничтожные уловы объясняются малочисленностью ее стада в Крошнозере, где она почти полностью вылавливается в августе при подходе в береговую зону. Помимо промысла ряпушка подвергается сильному воздействию хищных рыб: судака, щуки, налима, окуня и малоценных рыб, в частности ерша, потребляющего икру ряпушки.

Температурные условия Крошнозера и тем более Миккельского озера не вполне благоприятны для холодолюбивой ряпушки, однако вследствие своих приспособительных свойств она здесь живет. Основными компонентами питания ряпушки являются босмина, лептодора, битотрефес, дафнии, диапомусы, богато представленные в зоопланктоне Крошнозера. Кормовые ресурсы зоопланктона этого озера позволяют кормиться в нем стаду ряпушки в 40 тонн, что обеспечит ежегодную товарную продукцию в 340 ц без ущерба для запасов этой рыбы.

Весьма эффективным должно явиться однолетнее выращивание ряпушки в Крошнозере и в Миккельском озере. Икра ряпушки может инкубироваться на Суйстамском рыбоводном заводе и транспортироваться по железной дороге или на автомашине. Ежегодное количество вводимой молоди ряпушки должно составлять не менее 10 млн. штук. Весьма желательно введение в Крошнозеро крупной ряпушки или ладожского рипуса.

Помимо ряпушки для рационального использования кормовых ресурсов Крошнозера может быть рекомендована пелядь (из озер бассейна р. Печоры). Подобно ряпушке, пелядь может обитать в озерах с температурой воды в 20° и выше. Питается пелядь преимущественно планктонными организмами (босмины, диапомусы, циклопы и др.), однако карликовая озерная форма пеляди потребляет в пищу крупного мотыля, запасы которого в Крошнозере существующей ихтиофауной почти не используются. Пелядь нерестится на песчаных отмелях, которые в Крошнозере имеют значительное распространение. Половой зрелости крупная озерная пелядь достигает на 4—5 году. Ее размеры достигают 40—50 см при весе в 1,5—2 кг. Карликовая озерная пелядь достигает длины 31 см и веса 0,3—0,4 кг при средней длине в 22—31 см и весе 0,14—0,32 кг.

Введение двух планктонофагов (ряпушки и пеляди) будет способствовать рациональному использованию кормовых ресурсов зоопланктона и резко повысит рыбопродуктивность Крошнозера. Кроме того, ряпушка составит один из важнейших компонентов в питании судака, что, несомненно, скажется положительно на состоянии его запасов.

Из карповых рыб для рационального использования кормовых ресурсов бентоса Крошнозера могут быть рекомендованы сазан, линь, карпокарась. Эти виды должны явиться основными потребителями круп-

ных тендипедид Крошнозера. Благоприятные кормовые и температурные условия Крошнозера и Миккельского озера будут способствовать интенсивному питанию и росту указанных видов.

Проведенный в 1945 г. опыт перевозки сазана из астраханской Волги в Крошнозеро не дал положительных результатов. Без анализа причины опыт был признан неудачным, а условия Крошнозера для сазана неподходящими; на этом попытки акклиматизации сазана в Карелии были прекращены. Между тем, наши работы на озерах Миккельском и Крошнозере позволяют вскрыть причины неудачного опыта с акклиматизацией сазана.

Основной причиной гибели молоди сазана в Крошнозере было истребление его хищниками — щукой и налимом. Как удалось установить в 1946 г. (по опросным данным), молодь сазана встречалась в уловах до глубокой осени 1945 г. и заметно увеличилась в размерах. Весной 1946 г. она в уловах отмечена не была, и предполагалось, что сазан не перенес суровых условий зимовки. На самом деле более естественно предположить, что молодь сазана в течение зимы была истреблена щукой, поднявшейся из Миккельского озера на зимовку в Крошнозеро.

Анализ рыбопродуктивности озер и межвидовых взаимоотношений рыб говорит об огромном влиянии хищных рыб на ихтиофауну Крошнозера и Миккельского озера. Хищные рыбы истребляют в этих озерах такие количества мирных рыб, которые равны годовым весовым приростам всего их стада. Нет сомнения, что и молодь сазана была полностью истреблена хищными рыбами. Ввиду этого после очистки озер от малоценной и хищной рыбы должен быть повторен опыт с акклиматизацией сазана. Наряду с молодью сазана необходимо сделать посадку в Крошнозеро и взрослого половозрелого сазана. Посадку сазана (молоди и взрослых особей) необходимо проводить в течение 3—4 лет с установлением запрета на его вылов в этот период. После этого периода сазан будет накапливать свое стадо путем естественного нереста.

В настоящее время важным объектом прудового рыбного хозяйства признается гибрид карпа и карася — карпокарась. Обладая высоким качеством мяса, карпокарась имеет интенсивный рост и значительные годовые весовые приросты. В Крошнозере карпокарась явится потребителем крупных тендипедид. Малотребовательный к кислородным условиям карпокарась может обитать в участках озера с пониженным содержанием кислорода. Бесплодие карпокарася делает необходимым ежегодные подсадки его в Крошнозеро. Однако эффективное использование карпокарасем кормов Крошнозера, особенно крупных тендипедид, делает ежегодные подсадки этой рыбы весьма рентабельным мероприятием.

Из бентософагов может быть рекомендован также линь.

Кормовые ресурсы бентоса Крошнозера (без крупных тендипедид) позволяют иметь в нем основной запас рыб-бентософагов в 740 ц. При условии использования всех запасов бентоса, вместе с крупными тендипедами Крошнозеро может прокормить запас бентосоядных рыб в 1500 ц. В первом случае ежегодная товарная продукция бентосоядных рыб составит 760 ц, во втором — 1560 ц без ущерба для запасов рыб.

Из хищников в лещовом рыбном хозяйстве на Миккельском озере и Крошнозере могут быть рекомендованы судак и угорь. Судак, обитающий в настоящее время в этих озерах, имеет незначительную численность вследствие низкой общей рыбной продуктивности указанных озер. В уловах он составляет в среднем 3,7%, или около 9 ц. Запасы судака в Крошнозере могут быть подняты только путем увеличения запасов рыб, служащих для него пищей. При условии полного исполь-

зования кормовых ресурсов зоопланктона и бентоса ценными промысловыми рыбами основной запас судака и других хищников может составить в Крошнозере 40 ц, что обеспечит их ежегодную товарную продукцию до 8 тонн. Дальнейшее повышение запасов хищников возможно только при повышении запасов мирных рыб.

В составе ихтиофауны хищники должны составлять не более 3,5%, а в общих уловах рыбы при этом условии они должны составить 7—8%. Регулирование количества хищников — один из путей повышения рыбной продуктивности водоемов.

Численность щуки в лещовом рыбном хозяйстве должна быть доведена до минимума. Исследования роста и питания щуки Миккельского озера и Крошнозера приводят к заключению, что в этих водоемах при имеющихся экологических условиях и составе ихтиофауны щуку нельзя признать необходимым членом этой ихтиофауны настолько, чтобы можно было рассчитывать на ее деятельность как на главнейшее средство борьбы с малоценными рыбами.

При настоящем соотношении количеств мирных рыб, в том числе леща, и количеств хищных рыб щука (равно и судак) поедает большое количество леща и тем самым подрывает лещовые запасы. Рост щуки в Миккельском озере и Крошнозере довольно медленный, и жертвовать на такой рост лещом, который должен составить основу рыбного хозяйства этих озер, явно нецелесообразно. В других водоемах при иных соотношениях рыб и более быстром росте щуки она может вполне оправдать себя в роли биологического мелиоратора.

В результате рыбоводных мероприятий рыбная продуктивность Крошнозера может быть значительно повышена и доведена до 135 кг/га, что обеспечит ежегодную продукцию в 1200 ц.

В будущем лещовом хозяйстве на Миккельском озере и Крошнозере должны быть определены нормы вылова леща и других рыб, соответствующие орудия лова и сроки лова рыбы.

Исходя из расчета, что после проведения перечисленных мероприятий эти два озера смогут обеспечить получение промысловой продукции до 1200 ц, норма ежегодного вылова рыбы намечается следующая:

Вид рыбы	Возможный улов (в ц)	% в общем улове	Сезон лова	Орудия лова
Лещ	760	63	Все периоды года, кроме нерестового периода	Сети 60—70 мм
Сазан				
Карпокарась				
Линь	340	28	Август—сентябрь—октябрь	Сети и невода
Ряпушка				
Пелядь	80	7	Период нереста и другие сезоны	Сети, мережи
Хищные: судак, щука, налим				
Малоценные (плотва, ерш, окунь)	30	2	Май — начало июня	Сети
Всего	1200			

Главнейшим орудием лова должны быть капроновые сети с ячеей 60—70 мм для леща, сазана и карпокарася и с ячеей 16—18—22 мм для ряпушки и малоценных рыб.

Неводной лов можно применять в Крошнозере только для лова ряпушки. Мережи следует применять только для лова щуки и налима в период их нереста. Кроме того, мережи могут быть установлены в реках Матчелице и Миккельской в целях регулирования количества производителей, пропускаемых на нерест в Миккельское озеро.

Сезоны лова для разных рыб различны. Щука и налим должны вылавливаться в основном в период их нереста: щука — в конце апреля — начале мая; плотва, ерш, укляя — в мае — начале июня; налим — в декабре — феврале.

Ценные промысловые рыбы в период их нереста вылавливаться не должны. В остальные же периоды года они могут отлавливаться капроновыми сетями с ячеей не менее 60 мм.

Следовательно, для построения рационального рыбного хозяйства на Миккельском озере и Крошнозере необходимо осуществить целый комплекс мероприятий, между собою тесно связанных и основанных на свойствах водоемов, биологии рыб, состоянии кормовых ресурсов для рыб, взаимоотношениях между рыбами, на мероприятиях по рыбоводству и условиях промысла. Ни одно из названных мероприятий, взятое отдельно, не в силах повысить рыбную продуктивность данных водоемов. Даже запрещение лова в том или другом водоеме или в обоих вместе не может привести ни к увеличению запасов рыб, ни к улучшению промысловых качеств рыб, если не будут проведены другие рекомендуемые и обоснованные результатами научных исследований мероприятия. Такой принцип особенно наглядно подтверждается и доказывается исследованиями небольших озер Миккельского и Крошнозера и в отдельности — исследованиями леща.

#### ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ЗАПАСОВ ЛЕЩА В МИККЕЛЬСКОМ ОЗЕРЕ И КРОШНОЗЕРЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭТИХ ОЗЕР

Исследования Миккельского озера и Крошнозера были направлены к тому, чтобы найти мероприятия, обеспечивающие повышение запасов леща в этих озерах, и которые можно было бы использовать для таких же целей и на других водоемах Карелии. Несмотря на то, что не все относящиеся к поставленной теме вопросы, как-то: вопросы экономики, микробиологии и фитопланктонологии, получили научное освещение, проведенные исследования дают основание для рекомендации следующих конкретных предложений, которые, несомненно, оправдают себя и приведут к ценному хозяйственному эффекту.

1. Состояние стада леща определяется прежде всего жизненностью его личиночной стадии, поэтому требуется содействие наиболее благоприятным условиям жизни личинок леща, особенно при переходе их на самостоятельное питание. При неблагоприятных условиях, из которых главным является недостаток в пище, наблюдается массовая гибель личинок леща (как и всяких других рыб). В Миккельском озере установлена сильная конкуренция в пище молоди плотвы и уклей с молодько леща. Поэтому необходимо подавить или вовсе уничтожить численность плотвы и уклей. Также нужно, чтобы лещ занимал откладываемой им икрой все имеющиеся в Миккельском озере нерестовые участки, где

его молодь лучше будет обеспечена кормом. Полезным мероприятием по увеличению корма для молоди леща может стать удобрение мелко-водной озера.

2. На численность (запасы) леща огромное влияние оказывают хищные рыбы. Исходя из этого, важнейшим мероприятием для увеличения запасов леща можно рекомендовать регулирование количеств хищников вообще и всемерный отлов щуки, налима, окуня.

3. Нужно обеспечить свободный проход производителей леща на нерестилища, находящиеся почти исключительно в Миккельском озере, и обеспечивать нерестующему лещу возможность засева икрой всех нерестилищ.

4. Для увеличения запасов леща и повышения темпа его роста необходима очистка водоема от малоценной рыбы, поедающей основную массу лещового корма. Малоценные рыбы имеют значительно большие возможности к увеличению своей численности, чем лещ, и при нерациональном использовании запасов леща промыслом малоценные рыбы быстро замещают леща в водоеме, резко снижают его промысловую продукцию.

5. Исследование межвидовых взаимоотношений рыб позволило подойти к определению рыбной продуктивности Миккельского озера и Крошнозера по их кормовым ресурсам и потреблению последних сообществом рыб.

6. Современная рыбная продуктивность Миккельского озера определена в 11—12 кг/га, рыбопродуктивность Крошнозера — в 37—38 кг/га. Промысловая продукция Миккельского озера с 1946 г. постепенно падает и составляет в среднем 36 кг/га (за счет запасов леща в Шотозере и Крошнозере). Промысловая продукция Крошнозера составляет около 21 кг/га.

7. Если указанные водоемы и на будущее время останутся с таким же составом ихтиофауны и с той же формой промысла, то нет ни малейшего сомнения, что они потеряют свое хозяйственное значение: запасы ценных промысловых рыб будут падать еще быстрее, а количество малоценных рыб увеличится.

8. Кормовые для рыб ресурсы Миккельского озера и Крошнозера в данное время используются преимущественно малоценными рыбами, а некоторые пищевые компоненты (зоопланктон) в значительной мере остаются неиспользуемыми. Поэтому необходимо ввести в такие озера рыб, способных возможно полнее и выгоднее использовать кормовые ресурсы, не ограничивая численности друг друга. Такими видами могут явиться лещ, сазан, карпокарась, линь, ряпушка, пелядь, судак, угорь (для Крошнозера). В Крошнозере ресурсы зоопланктона позволяют иметь запасы ряпушки в пределах 40 тонн и запасы бентосоядных рыб в 74 тонны. Годовые приросты стада рыб и прирост от нереста обеспечат ежегодные уловы в 120 тонн, или 135 кг/га.

9. Проведение предлагаемых мероприятий на Миккельском озере и Крошнозере создаст возможность организовать здесь высокопродуктивное рыбное хозяйство, главными промысловыми рыбами которого будут лещ (в Миккельском озере), судак и ряпушка (в Крошнозере). Помимо этих рыб в состав промыслового стада того и другого озера должны войти и новые для них породы рыб, которые будут введены (линь, сазан, карпокарась, пелядь и угорь).

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
И. Ф. Правдин. Увеличение запасов ценных промысловых рыб — главная задача рыбного хозяйства на внутренних водоемах Карелии . . . . .	3
Д. Г. Вебер и В. Ф. Титова. Рыбы озер Миккельского и Крошнозера . .	12
В. А. Фрейндлинг. Гидрологическая характеристика озер Миккельского и Крошнозера . . . . .	32
Н. С. Харкевич. Гидрохимическая характеристика Миккельского озера и Крошнозера . . . . .	56
З. И. Филимонова. Зоопланктон Миккельского озера и Крошнозера и его значение в питании рыб . . . . .	89
В. А. Соколова. Кормовые ресурсы бентоса для рыб Миккельского озера и Крошнозера . . . . .	125
О. И. Потапова. Условия размножения леща в Миккельском озере . . . .	147
Е. С. Кожина. Наблюдения над ранними стадиями жизни леща в Миккельском озере и Крошнозере . . . . .	164
М. В. Балагурова. Состояние запасов леща в Миккельском озере и Крошно-озере и их воспроизводство . . . . .	188
К. В. Лузгин и О. И. Потапова. Рыбный промысел на Миккельском озере и Крошнозере и пути его рационализации . . . . .	233
И. Ф. Правдин и М. В. Балагурова. Биологические обоснования к повышению рыбной продуктивности Миккельского озера и Крошнозера (выводы и рекомендации) . . . . .	245

**Замеченные опечатки**

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
14	Таблица 2, графа 6, 1 снизу	15,9	16,9
26	27 сверху	(в см)	(в мм)
71	2 снизу	от 0,1 до 0,05 мг-экв	от 1/10 до 1/20
102	Таблица, графа 4, 3 сверху	6	5
119	Таблица, графа 9, 1 снизу	177	777
154	Таблица, графа 7, 4 сверху	5816	6316
155	4 снизу	1,4 м	1,7 м
158	8 сверху	90 см <sup>2</sup>	900 см <sup>2</sup>
195	Рис. 2	р. Нижний	р. Нижней
197	Таблица 8, графа 12, 1 снизу	310,0	910,0
223	6 снизу	(табл. 22)	(табл. 12)
225	1 снизу	к постоянному	к постепенному
230	11 снизу	18×12	18×1,2
232	1 снизу	Черфас П. С.	Черфас Б. И.
243	10 снизу	Бухтозера	Вухтозера

*К стр. 174 и 175*

Подпись под рис. 4, относится к рис. 5.

\* Подпись под рис. 5 относится к рис. 4.

Зак. 1518

Труды Ф. А. Н.