

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 639.2.53.

**ДИНАМИКА ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВОВ РЫБЫ В ОЗ. ВОДЛОЗЕРО  
И ФАКТОРЫ, ЕЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ**

© 2009 г. Л.П. Петрова<sup>1</sup>, О.Я. Глибко<sup>2</sup>

*1 – Национальный парк «Водлозерский», Петрозаводск 185000*

*2 – Институт водных проблем Севера Карельского НЦ РАН, Петрозаводск 185000*

Поступила в редакцию 10.01.2008 г.

Окончательный вариант получен 14.07.2008 г.

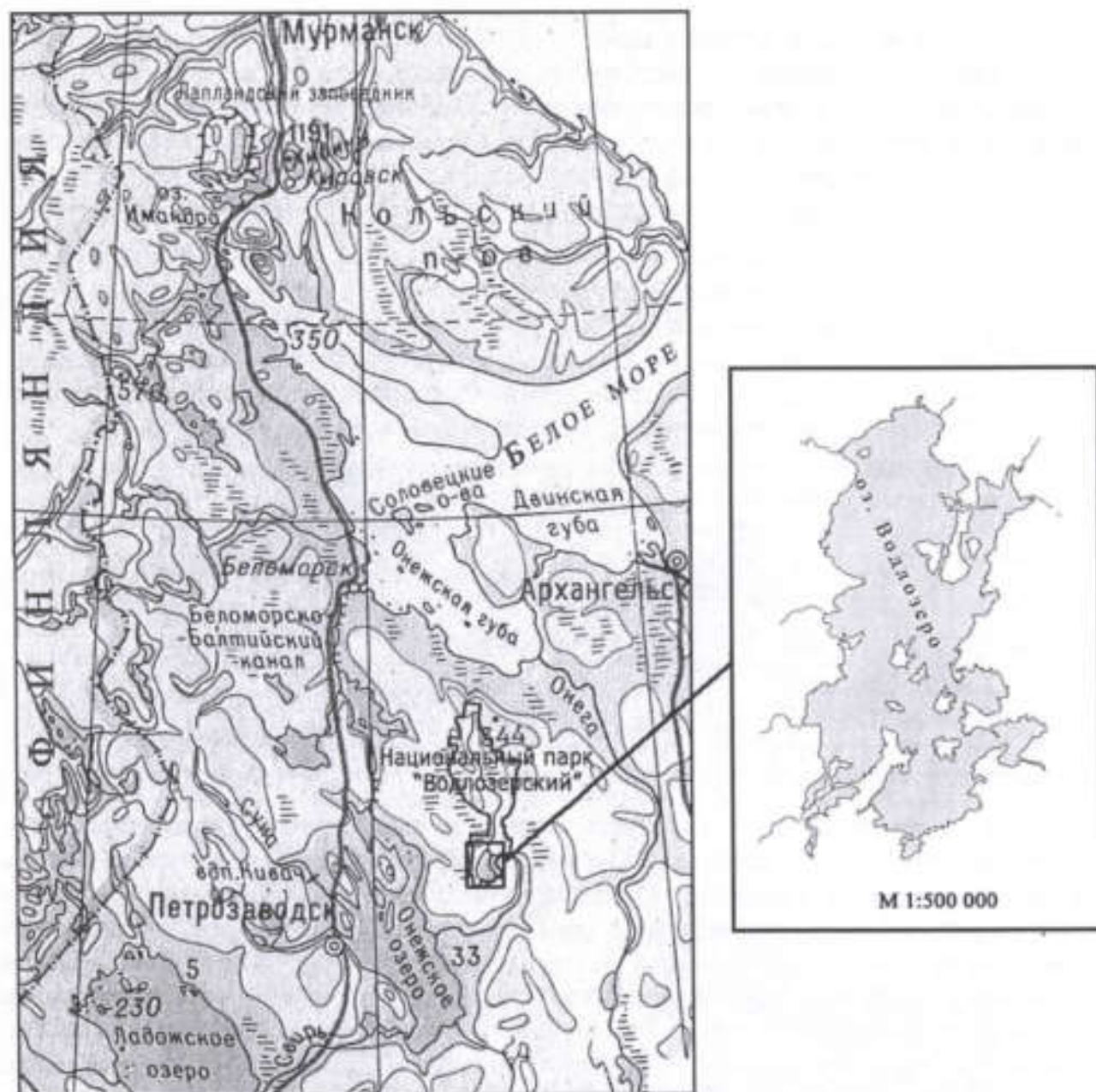
Оз. Водлозеро является одним из наиболее крупных промысловых водоемов Республики Карелия, по объемам вылова занимает 3-е место после Онежского и Ладожского озер, по рыбопродуктивности – первое место среди больших озер. В течение периода наблюдений (с 1934 г.) в Водлозере изменялись объемы и состав уловов. Причины динамики рыбной части сообщества определяются комплексом экологических факторов. На популяции короткоциклового холодолюбивого рыб (снеток) решающее влияние оказывают летние температуры воды. В водохранилищный период (1934-2005 гг.) отрицательное воздействие на весеннерестующие виды оказывал уровенный режим. Лимитирующим фактором для ценных видов рыб (судак, лещ, сиг) является промысел, воздействие которого определяется используемой промысловой базой и интенсивностью лова.

**ВВЕДЕНИЕ**

Озеро Водлозеро расположено на юго-востоке Республики Карелия вблизи с Архангельской областью. Оно относится к категории крупных озер республики и по своей площади 362 км<sup>2</sup> среди них занимает пятое место (исключая Ладожское и Онежское озера). С 1991 г. водоем входит в состав одной из крупнейших охраняемых природных территорий мира – Национального парка «Водлозерский», имеющего статус биосферного резервата UNESCO.

Водная система Водлозера занимает крайнее восточное положение в Балтийском бассейне и располагается на границе с бассейном Белого моря. Она служит начальным участком главного водотока Северо-Запада Европейской части России, включающего р. Илексу – оз. Водлозеро – р. Водлу – Онежское озеро – р. Свирь – Ладожское озеро – р. Неву – Финский залив Балтийского моря и протянувшегося с северо-востока на юго-запад более чем на 1 000 км (Литинская, 1976). Водлозеро с водосбором занимает среди этих водных объектов важное место, аккумулируя и регулируя сток, формирующийся на участке, примыкающем с запада к главному водоразделу Северной Европы (Куликов, 2001) и глубоко вклинивающимся в Беломорский бассейн (рис. 1).

В 1934 г. озеро в целях лесосплава было превращено в водохранилище путем сооружения двух плотин на реках, вытекающих из озера: регулируемой (на р. Вама) и нерегулируемой (на р. Сухая Водла). В 2006 г. Суховодлинская плотина формально закрыта для пусков, а Вамская перестроена в нерегулируемую с фиксированными параметрами. Т.е. в настоящее время водоем практически возвращается в естественное состояние, и его уровенный режим теперь будет определяться только климатическими условиями конкретного года. Возвращение водохранилища к нерегулируемому гидрологическому режиму является редким явлением в истории отечественного и мирового гидростроительства.



Масштаб 1: 5 000 000

Рис. 1. Схема расположения оз. Водлозеро.

Fig. 1. Delineation of Vodlozero lake situation.

Водлозеро издавна использовалось в рыбопромысловых целях. При организации национального парка водоем не был изъят из хозяйственного использования и промысел рыбы продолжает играть здесь существенную роль для местного населения. В настоящее время по объемам вылова Водлозеро занимает 3-е место в Карелии после Онежского и Ладожского озер, а по рыбопродуктивности – первое место среди больших озер республики. Организованный промысловый лов на озере существует уже более 70 лет, имеются данные официальной статистики по уловам основных промысловых видов рыб, начиная с 1934 г.



Анализ многолетней динамики промысловых уловов показал, что на протяжении всего периода наблюдений изменялись не только их объемы, но и состав, что обуславливалось как природными, так и антропогенными факторами. Поэтому целью настоящей работы стал анализ состояния рыбной части сообщества оз. Водлозеро и выяснение причин, определяющих ее динамику.

*Промысловое использование рыбных ресурсов оз. Водлозеро*

Промышленный лов рыбы на Водлозере был организован в 30-е годы и не прерывался даже в период Великой отечественной войны. Промысловое значение имеют 10-11 видов, основу промысла создают такие рыбы, как лещ, судак, окунь, щука, синец, снеток. В любительском (потребительском) рыболовстве к перечисленным видам добавляются сиговые: сиг и ряпушка. При этом запасы и значимость отдельных видов с течением времени менялись. Динамика объемов учтенных уловов приведена в таблице 1.

**Таблица 1.** Учетные объемы вылова рыбы в оз. Водлозеро (1934-2006 гг.), т.

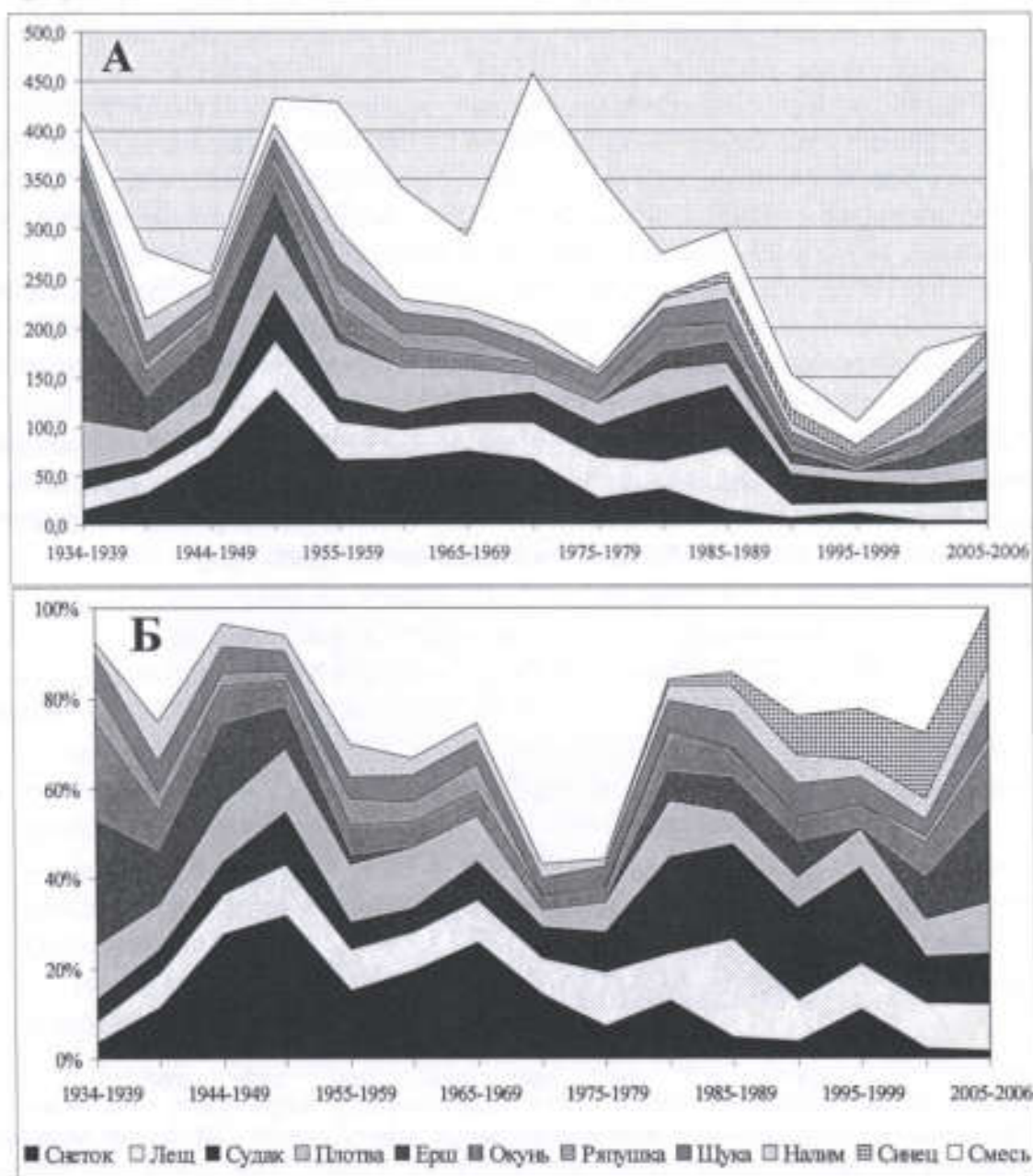
**Table 1.** Demand rates of fish catch in Vodlozero (1934-2006), ton.

десятилетия	годы									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
193	—	—	—	—	387,9	400,5	603,9	431,6	385,9	269,0
194	230,9	172,6	181,4	268,8	253,1	178,4	—	230,8	310,6	307,8
195	408,3	442,7	405,5	450,7	494,2	442,1	415,1	339,0	438,0	424,0
196	415,4	491,3	317,2	198,9	324,5	279,9	290,0	359,9	332,3	239,5
197	384,6	598,1	485,7	387,9	447,6	414,3	283,9	354,1	308,6	431,6
198	247,1	220,9	270,4	316,6	283,6	301,7	311,5	282,6	282,6	244,5
199	287,2	117,8	114,1	104,6	71,4	112,9	122,9	124,9	47,3	57,2
200	95,6	188,0	158,7	172,9	173,2	196,9	191,1	—	—	—

Как видно из таблицы, учетные уловы в течение всего периода наблюдений испытывали значительные колебания. Максимальной величины уловы достигали в 50-е годы и в первой половине 70-х годов, минимальных величин в 90-е годы, что было связано как с кризисными явлениями в рыбной отрасли, так и с недостатками статистического учета вылова в этот период. Менялся также состав уловов как в абсолютном, так и в относительном отношении (рис. 2), что может свидетельствовать как о неодинаковом характере динамики популяций отдельных видов рыб, так и о направленности и интенсивности промысла. Так, если динамика уловов снетка в целом соответствует общей динамике вылова рыбы: максимальные уловы в 50-60-е годы и резкое их снижение в 90-е годы – то популяция синца как раз в последние два десятилетия демонстрировала устойчивый рост. Максимальные учетные уловы судака имели место в 80-е годы, ряпушки – в периоды 1935-1939 гг., 1943-1945 гг. и в середине 50-х-60-е годы, леща – в 50-е годы и во второй половине 80-х годов.

Известно (Петрова, Кудерский, 2006), что в динамике величины уловов на оз. Водлозеро прослеживается выраженная цикличность. Продолжительность этих циклов составляет около 20 лет, например 1942-1963 гг. (22 года), 1964-1981 гг. (18 лет). Последний такой цикл начался в начале 80-х годов и его завершение можно было ожидать в начале 2000-х гг. Однако неблагоприятные тенденции, характеризующие состояние промысла на оз. Водлозеро с 90-х годов, нарушили указанную динамику рыбной части сообщества. Развал рыбной отрасли и уменьшение объемов изъятия рыбы, наблюдавшееся в первой половине 90-х годов, положительно сказались лишь на популяциях мелкого частика (синец, окунь,

ерш), объемы изъятия которого упали в несколько раз из-за убыточности этого вида промысла в рыночных условиях. Промысел стал носить выраженный селективный характер, поскольку был направлен на вылов ценных видов рыб (лещ, судак, сиг); объемы вылова этих видов стали расти, и при этом официальной статистикой учитывалась лишь часть уловов. Со второй половины 90-х годов отрасль стала постепенно выходить из кризиса, объемы уловов и количество организованных пользователей возрастают. Однако сохраняется направленный характер промысла и сокрытие части уловов.



**Рис. 2.** Динамика абсолютных (А) и относительных (Б) уловов основных промысловых рыб Водлозера (1934-2006 гг.).

**Fig. 2.** Dynamic of absolute (A) and comparative (B) catches of main commercial fishes in Vodlozero (1934-2006).

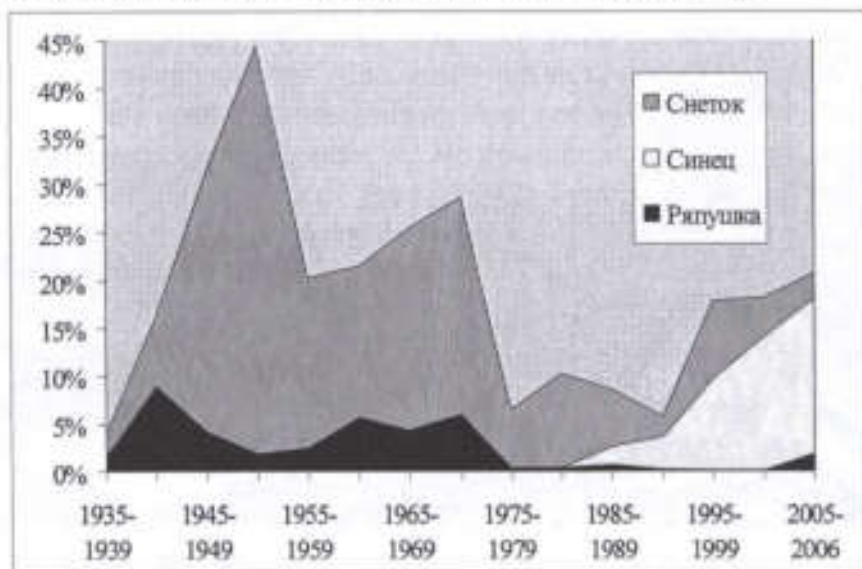


*Факторы, определяющие динамику популяций рыб Водлозера*

Причины колебаний в численности каждого вида, составляющего рыбную часть сообщества Водлозера, определяются своим комплексом экологических факторов, которые можно разделить на две группы: природные и антропогенные.

Среди природных факторов, влияющих на состояние популяций рыб озера, большое место отводится абиогенным, среди которых в первую очередь следует назвать *температурный*. В условиях мелководного Водлозера, средняя глубина которого составляет 2,8 м, даже незначительное увеличение среднегодовых температур может оказывать значительное влияние на популяции как холодолюбивых видов рыб (снеток, ряпушка), так и южных видов, находящихся на границе ареалов (синец). Исследования, проведенные Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН, показали, что среднегодовая температура в районе оз. Водлозеро за последние 50 лет увеличилась на 0,9 °С (Назарова, 2006). В то же время во второй половине XX-го в. наблюдалось резкое падение уловов холодолюбивых видов рыб – снетка и ряпушки, а синец с 80-х годов резко увеличил свою численность и стал одним из основных промысловых видов. Корреляционный анализ показал связь между динамикой температуры и уловами указанных видов рыб (Петрова, Глибко, 2007). Следует также учитывать косвенное влияние указанного фактора и на те виды, для которых снеток, ряпушка выступают в качестве кормовых объектов.

Зафиксированное статистикой многолетних наблюдений потепление климата привело к направленным изменениям в структуре рыбного сообщества, в частности, к перераспределению в структуре ихтиоценоза в пользу теплолюбивых видов, прежде всего синца, по сравнению с холодолюбивыми (ряпушка, снеток) (рис. 3).



**Рис. 3.** Динамика относительных уловов снетка, синца и ряпушки Водлозера (график по нарастающей).  
**Fig. 3.** Dynamic of comparative catches of smelt, zoe and whitefish in Vodlozero (graph at an ever-increasing rate).

*Уровенный режим* оказывал значительное воздействие на рыбную часть сообщества Водлозера в водохранилищный период. После превращения озера в водохранилище сезонного регулирования для целей лесосплава на водоеме резко изменился уровенный режим, что выразилось как в существенном увеличении абсолютных значений уровня воды,



так и в возрастании амплитуды их колебаний в 3–4 раза по сравнению с естественными (с 60–70 до 180–250 см). Высокие колебания уровня воды создавали неблагоприятные условия для нереста и зимовки рыбы. Зимняя сработка уровня создавала экстремальные условия для выживания водных организмов, приводила к частичному сокращению площади нерестилищ и гибели икры весенненерестующих видов рыб. При осушении наиболее продуктивных по кормовой базе прибрежных мелководных участков уменьшалось количество донных животных, что приводило к снижению кормовой базы, и, тем самым, к снижению рыбопродуктивности за счет ухудшения условий питания (по материалам исследований СевНИИРХ и НП «Водлозерский», 1993–2005 гг.).

Результаты изучения изменений структуры рыбного сообщества Водлозера за период с 1934 г. в привязке к динамике уровня режима водоема позволили условно разделить промысловые виды на две группы: испытывающие влияние фактора уровня режима и относительно мало восприимчивые к нему (Глибко, 2006; Петрова, Глибко, 2007). К первой группе можно отнести большинство видов промысловых рыб, ко второй – такие виды, как налим, щука, окунь, ерш. Для последних видов на протяжении исторического развития водохранилища отмечались стабильные показатели численности и доли в уловах.

В настоящее время в связи с перестройкой Вамской плотины в нерегулируемую уровень режим Водлозера стабилизировался. Он теперь в меньшей степени оказывает воздействие на гидроценоз и может быть отнесен к естественным абиотическим факторам.

Общим для всех эксплуатируемых популяций рыб и единственным в настоящее время антропогенным фактором воздействия стал *промысел*. Воздействие промысла определяется двумя основными параметрами: интенсивностью лова и используемой промысловой базой.

По имеющимся данным, интенсивность лова рыбы в разное время неоднократно менялась, что и определялось, в основном, социально-экономическими условиями. В этом отношении можно выделить несколько периодов, связанных с состоянием рыболовства на Водлозере и его роли для местного населения:

- конец XIX – начало XX вв. – рыба – основной источник существования для местного населения. Она используется для личного потребления и обменивается или продается с целью приобретения др. необходимых товаров.
- середина 1930-х – 1940-е гг. – снижение интенсивности рыболовства, обусловленное развитием в регионе лесной отрасли, а с 1941 г. по 1944 г. – Великой Отечественной войной.
- 1950-е гг. – возрастание уловов, связанное с послевоенным восстановлением хозяйства и плановой экономикой страны.
- 1960-е гг. – снижение добычи рыбы в связи с интенсивной миграцией местного населения Водлозерья, централизацией рыбодобычи в одной деревне (Куганаволок) и соответственно сокращения числа рыбаков-профессионалов.
- 1970-е – 1980-е гг. – возрастание интенсивности рыболовства за счет добычи мелкого частика, обусловленное социально-экономической политикой государства.
- 1990-е гг. – резкое падение общих уловов, связанное с кризисом всех сфер экономики и переходом государства к рыночной системе хозяйства

— начало XXI века — возрастание уловов за счет развития организованного и любительского рыболовства; ориентация промысла на добычу крупночастиковых видов рыб.

Степень и характер антропогенной нагрузки на ихтиоценоз также определяется ассортиментом промысловой базы (Петрова, Глибко, 2007). Высокий вылов, имевший место в 30-е и в начале 50-х годов, объясняется использованием широкого набора и большого количества орудий лова — мереж, заколов, ставных и тягловых неводов, мутников, крючков (рис. 4). При этом интенсивно эксплуатировались популяции практически всех видов рыб. В последующие годы в промысловой базе начались изменения. Первым существенным изменением был запрет мутникового лова ерша в 1955 г. Ограничительные меры имели целью более рациональное и бережное использование рыбных богатств водоема и незначительно отразились на общем вылове. Так, в 70-е годы среднегодовой объем уловов был почти такой же, как в 50-е годы (410 и 426 т соответственно). С другой стороны, запрет мутникового лова ерша имел положительное значение для других видов рыбы, в первую очередь судака: сократилась гибель его молоди, имевшая место при этом специализированном промысле. Вероятно, это предопределило возможность увеличения запасов судака, наблюдавшегося в 80-е годы (Петрова, Кудерский, 2006).

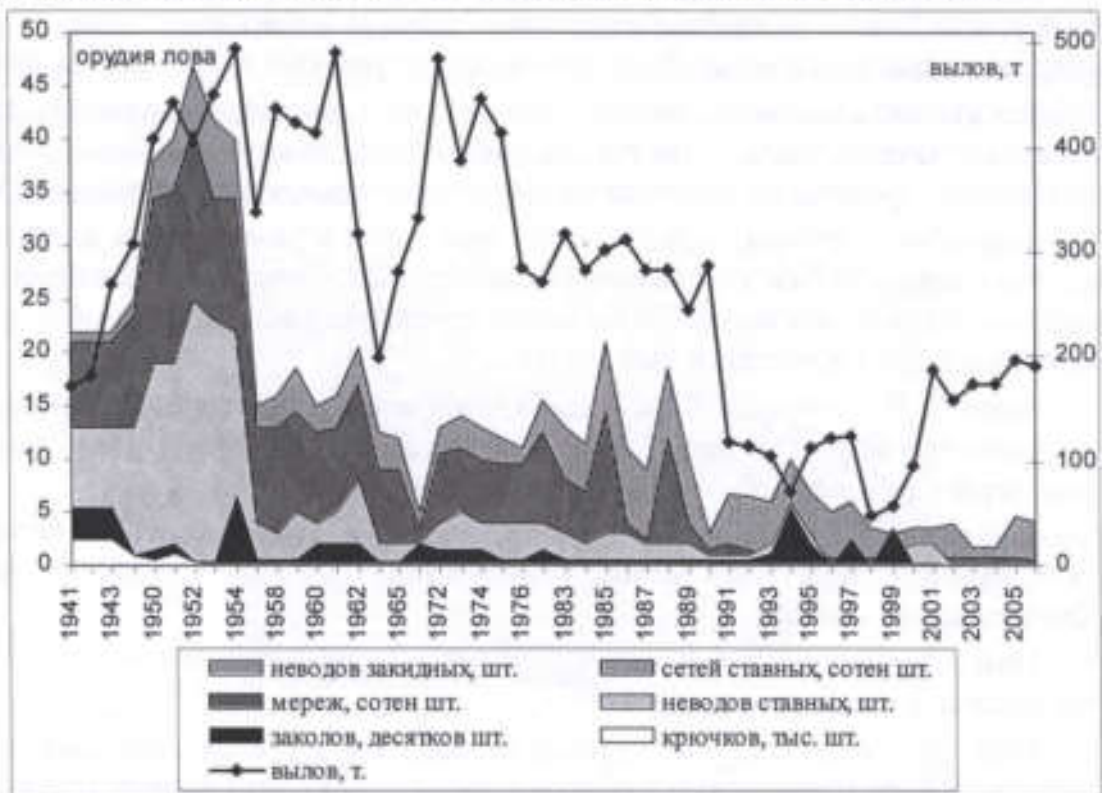


Рис. 4. Динамика уловов и используемой промысловой базы на оз. Водлозеро (Петрова, Глибко, 2007).  
Fig. 4. Dynamic of catches and usable commercial basis in Vodlozero lake (Petrova, Glibko, 2007).

С 1983 г. на Водлозере перестали использоваться ставные невода, с 1991 г. — тягловые невода — производительные, но не селективные орудия лова. Начиная с 80-х годов, с каждым годом все шире использовались крупноячейные сети — орудия лова, характеризующиеся наибольшей селективностью.



В настоящее время ассортимент и количество используемой промысловой базы стабилизировались. Число устанавливаемых организованными пользователями крупноячейных сетей, начиная с 1993 г., составляет в среднем 370 и не превышает 410 шт./год. Мелкоячейных мереж устанавливается в среднем 70 единиц в год, преимущественно в весеннюю путину. Рыбаками-любителями согласно официально выданным разрешениям применяется для добычи рыбы 200 крупноячейных сетей ежегодно. Однако всеми категориями пользователей наблюдается превышение количества разрешенных орудий лова. В связи с этим промысел стал базироваться на крупночастиковых и наиболее ценных видах рыб.

#### *Влияние экологических факторов на основных промысловых рыб Водлозера*

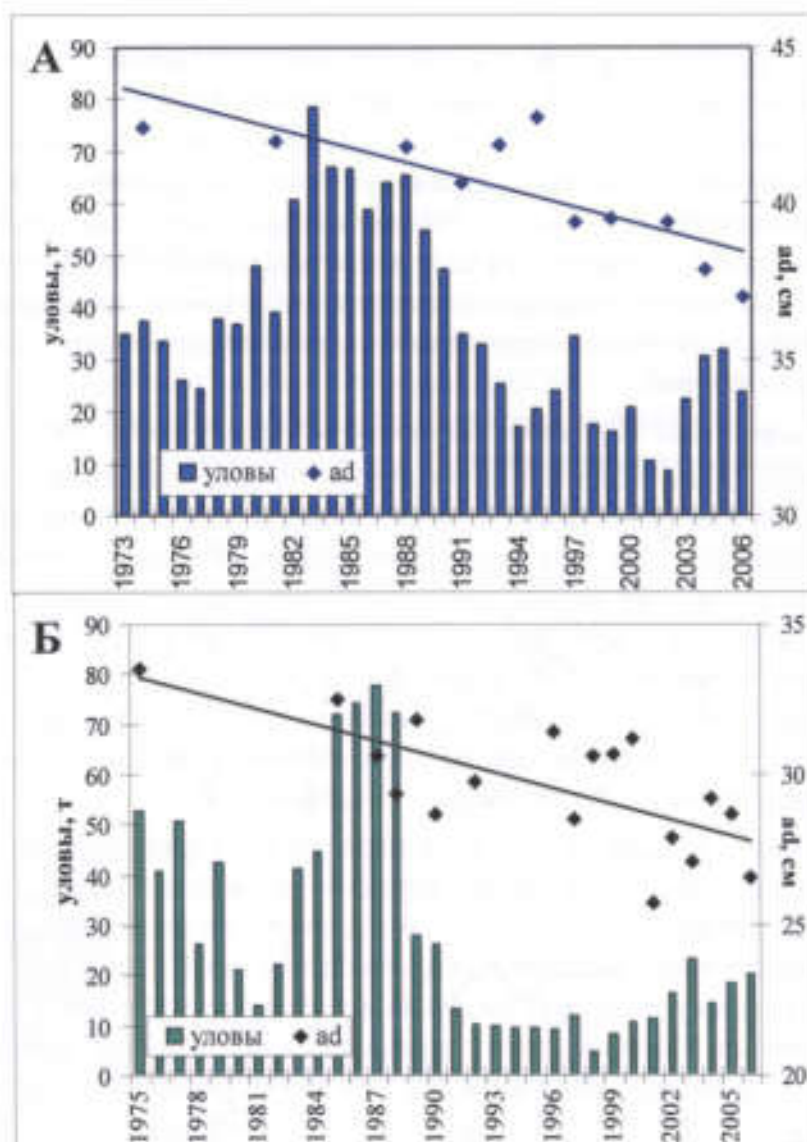
Рассмотренные выше экологические факторы неодинаково влияют на разные виды рыб, о чем свидетельствует анализ многолетних данных (Петрова, Кудерский, 2006; Глибко, 2006; Петрова, Глибко, 2007). В этом отношении рыбы оз. Водлозеро можно разделить на три группы. Первую составляют ценные виды рыб (судак, лещ, сиг), для которых основным лимитирующим фактором является промысел. Во вторую группу входят виды, в большей степени подверженные влиянию абиотических факторов (снеток, ряпушка). В третью группу включены малоценные рыбы, на которые указанные экологические факторы оказывают косвенное влияние, через воздействие на виды первой и второй групп (ерш, окунь). Рассмотрим особенности каждой группы рыб в отдельности.

1. Ценные в промысловом отношении виды рыб, на которые промысел оказывает существенное влияние – это, в основном, крупночастиковые рыбы, такие как судак, лещ, сиг. Объемы уловов этих видов рыб до конца 70-х годов в основном коррелировали с общим выловом (рис. 2), максимумы уловов приходились на 50-е годы. С 80-х годов интенсивность промысла ценных видов существенно возросла и достигла уровня предельно допустимой антропогенной нагрузки. Высокие уловы сохранялись в течение 20-летнего периода, доля в уловах судака в этот период составляла 25-29%, леща – 23-27%, в то же время всего мелкого частика не превышала 32%.

Возросшая интенсивность промысла негативно отразилась на размерно-возрастном составе популяций судака и леща, однако в течение долгого времени их продукционные возможности оставались на высоком уровне, что и определило большие уловы. Причины устойчивости популяций к повышенной антропогенной нагрузке могут быть в благоприятных условиях размножения, сложившихся для этих рыб в указанный период и связанных, в том числе, со стабилизацией уровня режима.

Известно, что при длительном чрезмерном изъятии рыбы в популяциях включаются механизмы приспособления к повышенной смертности (Анухина, 1983). Приспособление долгоживущих видов, нерестящихся несколько раз в жизни и характеризующихся многовозрастной структурой популяции, может происходить путем достижения равновесия на более низком уровне численности. Здесь о негативном влиянии промысла можно судить в первую очередь по изменению размерно-возрастной структуры популяций: происходит их омоложение. Увеличивается количество неполовозрелых и не достигших промысловых размеров особей, из уловов практически пропадают экземпляры старших возрастных групп. В последние годы эти явления характеризуют популяции судака и леща, из чего можно заключить о чрезмерном изъятии этих рыб (рис. 5).





**Рис. 5.** Сопоставление данных по средним размерам в промысловых уловах и официальным объемам вылова для судака (А) и леща (Б) Водлозера.

**Fig. 5.** Comparison of data on average sizes in commercial catches and official sizes of catch for pikeperch (А) and bream (Б) in Vodlozero.

2. На такие виды, как снеток, ряпушка, синец, промысел влияет гораздо меньше. Лимитирующими здесь оказываются абиотические факторы и, в первую очередь, температурный. Учет этого фактора позволяет объяснить случаи резких изменений в численности указанных видов. Например, известно, что повышение температуры в июне-июле негативно сказывается на урожайности поколений снетка (Кудерский, Федорова, 1977). На Водлозере существенное падение уловов снетка наблюдалось в начале 60-х годов. Зимой 1960-1961 гг. и последующей весной были выловлены большая часть нерестовых концентраций снетка (более 200 т). Осенью 1961 г. (сентябрь-ноябрь) уловы составили менее 2 т, хотя в этот сезон в предыдущие годы вылавливалось от 20 до 50 т этой рыбы. В 1962 г. учтенный улов составил 26,2 т, в 1963 г. – 10,1 т. Только к концу 60-х годов уловы вновь достигли величин более 100 т рыбы в год. Говорить о интенсивном промысле как об основной причине падения численности снетка в 60-е годы нельзя: ранее также отмечались высокие

уловы снетка (например, в 1951 г. более 185 т), однако на запасах рыбы существенным образом это не сказалось. Скорее, здесь оказали влияние высокие летние температуры воды, которые отмечались в летний период 1960 и 1961 гг. В этих условиях популяция снетка не смогла быстро восстановить свою численность (рис. 6). Анализ возрастного состава уловов за 1961-1962 гг. показывает преобладание старших возрастных групп (в 1961 г. – 2+-4+, 1962 г. – 3+-4+). С 1962 г. летние температуры упали и условия размножения для снетка улучшились. Основу уловов 1963 г. составили особи 0+ и 1+.

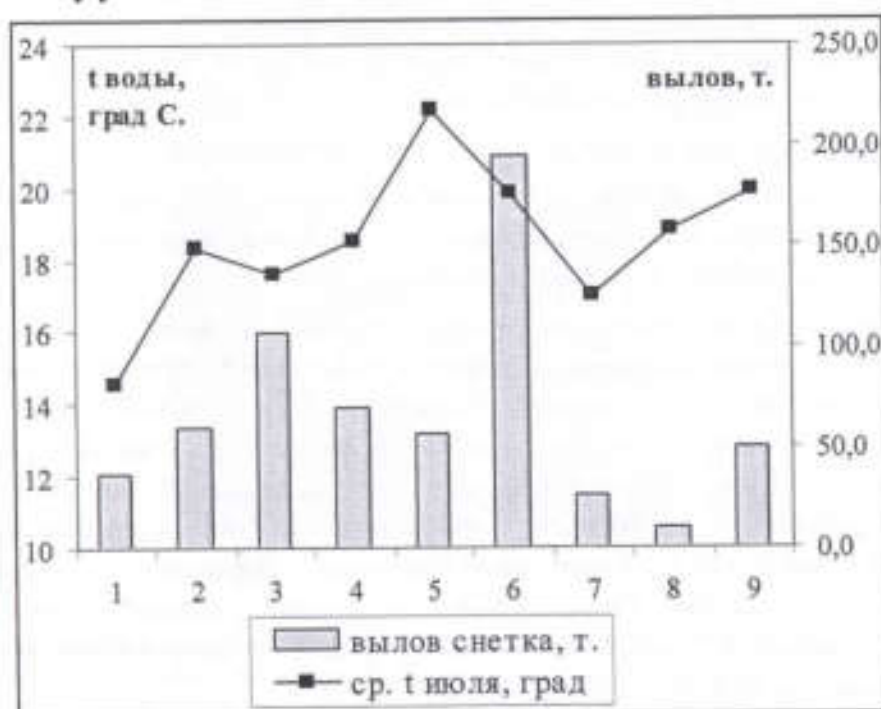


Рис. 6. Сопоставление данных по среднеиюльской температуре воды в оз. Водлозеро (в/п Куганаволок) и вылову снетка (1956–1964 гг.).

Fig. 6. Comparison of data on average temperature of water in Vodlozero lake in July (Kuganavolok village) and catch of smelt (1956–1964).

3. На рыб, не относящихся к ценным объектам промысла (окунь, ерш, плотва и др.), промысловый и температурный факторы в условиях Водлозера оказывают косвенное воздействие. Увеличение объемов изъятия ценных видов создает возможности для роста и развития остальных видов, занимающих сходные экологические ниши. Наблюдающееся в 90-е годы недоиспользование мелкочастиковых рыб привело к возрастанию их численности. Так, если в 40-70-е годы объемы вылова мелкого частика достигали величин 300 т/год и более (более 50% от общего вылова), то в 90-е годы – менее 100 т/год (менее 40% вылова). Низкие уловы мелкого частика объясняют убыточностью этого вида промысла в рыночных условиях.

Следует указать, что для некоторых видов определить основной фактор воздействия достаточно сложно. Так, в отношении причин популяционного «взрыва» синца в оз. Водлозеро существует несколько точек зрения. Одни авторы считают, что решающим фактором стало потепление климата (Кудерский, Петрова, 2006). Существует также мнение, что одной из причин увеличения численности синца явилось изменение гидрологического режима (Глибко, 2006). Для синца по сравнению с другими весеннерестующими видами рыб, которые, как



и он, откладываяют икру на прибрежную растительность, складываются более благоприятные условия и в период размножения. До весенне-летнего спуска воды в водохранилище личинки синца успевали выклюнуться и окрепнуть. В то же время личинки такого ценного вида, как лещ, нерест которого происходит в более поздние сроки, в отдельные годы оказывались изолированными от водоема и погибали (Бабий и др., 1999). Третьей возможной причиной «взрыва» может быть усиленное воздействие организованного промысла в 60-70-е годы на трофических конкурентов синца – снетка и ряпушки, снижение численности которых предопределило возможность для роста популяции рассматриваемого вида. В настоящее время синец доминирует в рыбной части сообщества среди планктонофагов (Бабий и др., 2001).

*Количественная оценка влияния промысла на рыбную часть сообщества*

Выше были описаны основные параметры воздействия экологических факторов, в том числе промысла, на рыбную часть сообщества. Вопрос количественной оценки степени воздействия фактора требует отдельного рассмотрения.

Во-первых, следует определить, какие данные можно использовать для оценки рыбной части сообщества Водлозера. Данные промысловой статистики вплоть до конца 80-х годов в целом достаточно адекватно отражают состояние популяций промысловых видов рыб. Разница между учтенными уловами и фактическим выловом, по экспертной оценке, в период с 1934 по 1990 гг. была величиной постоянной – составляла около 10% и представляла собой рыбу, используемую рыбаками на личное потребление. С 90-х годов эта разница, ввиду сокрытия значительной части уловов, возрастает и достигает двукратных и более величин. Т.е. данные промысловой статистики за период после 1990 г. лишь с известной осторожностью могут использоваться для качественной и количественной оценки состояния рыбных запасов водоема.

Одним из косвенных признаков недостоверности данных промысла в указанный период могут служить результаты аналитической оценки состояния рыбной части с применением информационно-статистических индексов (рис. 7), например индекса Шеннона, основанного на относительном обилии и объединяющего видовое богатство и выравненность в единую величину индекса. В качестве исходных материалов при расчете индекса нами были использованы, в том числе, данные официальной статистики промысла. Анализ результатов вычислений показывает резкое падение значений показателя в 2001 и 2002 гг. (на рисунке обведены в кружок). Подобное изменение вызвано, скорее всего, неточностью материалов, используемых при расчетах (недостоверность промысловой статистики), поэтому данные за эти годы не учитываются в общем анализе. Так, согласно статистике, в эти годы произошло существенное падение (по сравнению с предыдущими годами) величины уловов хищных рыб, но фактически объемы уловов возросли.

Вторым вопросом при количественной характеристике воздействия промысла является выбор метода оценки. Комплексная укрупненная оценка изменений в состоянии экосистемы в целом и в рыбной части сообщества в частности возможна путем определения изменения продукции отдельных видов или сообщества. Длительное воздействие экологического фактора на рыбную часть сообщества сказывается на продукционных возможностях популяций. Если известно, какие из параметров экосистемы (величина солнечной радиации, морфо-гидрологические параметры, химический состав воды,

почвенный состав дна, структура флоры и фауны) подверглись изменению и каким образом изменилась продуктивность сообщества, возможно провести укрупненный расчет ущерба в отношении как экосистемы в целом, так и популяций отдельных гидробионтов.

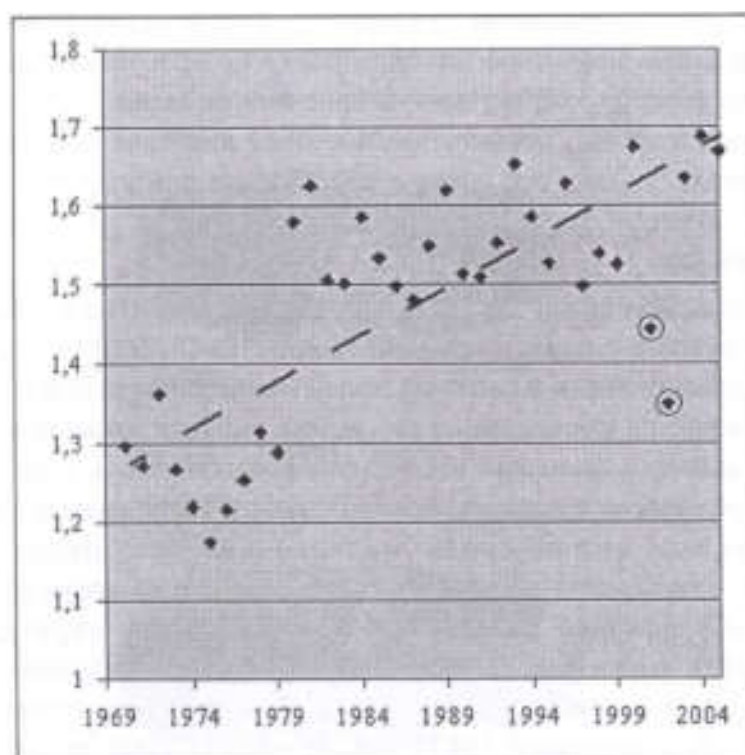


Рис. 7. Динамика индекса Шеннона рыбной части сообщества Водлозера (1969-2005 гг.).  
Fig. 7. Dynamic of Shannon index of fish part of Vodlozero cenosis (1969-2005).

Для расчетов необходимо иметь данные о биологической продуктивности до и после предполагаемого воздействия. Тогда оценку ущерба можно произвести по формуле:

$$N_i = \Delta P_i \times S \times T \times 10^{-1} (I)$$

где:  $N_i$  – ущерб  $i$ -тому виду (группе) рыб, т;  $\Delta P_i$  – изменение продуктивности  $i$ -того вида (группы) рыб, кг/га. Определяется разницей продуктивности до и после воздействия;  $S$  – площадь зеркала водоема, км<sup>2</sup>;  $T$  – предполагаемый период воздействия или восстановления экосистемы, лет;  $10^{-1}$  – коэффициент пересчета.

Причем если после воздействия прошло значительное время, и имела место длительная сукцессия, в процессе которой продуктивность менялась, следует учесть динамику этого показателя в течение всего времени достижения экосистемой нового равновесного состояния:  $P_i = f(t)$ . Средняя величина рассчитывается:

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{t=1}^T P_i(t)}{T} \quad (2)$$

При этом, если это не даст большой погрешности, возможно выделение в пределах периода восстановления некоторых временных отрезков, для которых продуктивность принимается постоянной. Затем с учетом вклада каждого отрезка рассчитывается



средневзвешенный показатель для всего периода, который и используется в дальнейших расчетах.

Оценка ущерба рыбным ресурсам путем определения изменения рыбопродукции водоема не требует значительного времени и сравнительно проста в вычислениях, что можно отнести к положительным моментам метода. Также не требуется выделение отдельных (базовых) критериев ущерба, характеризующих направления воздействия фактора на сообщество. С другой стороны, недостатками метода является невозможность выделить (взвесить) роль отдельных факторов при их совместном воздействии на экосистему. Что касается точности расчетов, то она исключительно зависит от точности определения величины продуктивности.

В таблице 2 приведены данные по рыбопродуктивности оз. Водлозеро (водохранилищный этап) в разные периоды: период 1947-1980 гг., характеризующийся относительно высокими уловами и высокой долей мелкого частика в уловах, период 1981-1990 гг., когда наблюдается постепенное снижение рыбных запасов на водоеме с одной стороны и значительные изменения в состоянии сообщества с другой, в частности, некоторое увеличение запасов крупного частика (прежде всего, судака и леща) и изменение значимости отдельных видов среди мелкого частика, период 1991-2004 гг., характеризующийся снижением абсолютного вылова и выраженной направленностью промысла на вылов ценных видов рыб (рис. 8). Для периода 1947-1980 гг. рыбопродуктивность принята по материалам Г.Е. Новосельцева (рассчитана биоэнергетическим методом шкалы Г.Г. Винберга; Методы определения продукции..., 1968; Новосельцев, 1983). Для периодов 1981-1990 гг. и 1991-2004 гг. рыбопродуктивность принята по экспертным оценкам (данные СевНИИРХ и НП «Водлозерский»).

**Таблица 2.** Рыбопродуктивность Водлозера в разные периоды существования, ккал/м<sup>2</sup>.  
**Table 2.** Fish capacity of Vodlozero in different periods of existence, kcal/m<sup>2</sup>.

Группы рыб	I (1947-1980 гг.)	II (1981-1990 гг.)	III (1991-2004 гг.)
1	2	3	4
Бентофаги	0,90	0,82	0,69
Планктонофаги	1,20	0,86	0,85
Хищные рыбы	0,69	0,62	0,56
Общая	2,79	2,30	2,10

Данные таблицы свидетельствуют, что рыбопродуктивность Водлозера в 80-90-е годы снизилась. В качественном отношении наиболее существенно снизилась продукция планктонофагов (в первую очередь, за счет снетка и ряпушки), тогда как продукция бентофагов и хищных рыб уменьшилась менее значительно.

Для расчета укрупненного ущерба рыбным запасам принимаем показатели продукции согласно данных таблицы 2 (показатели отражают средние значения и условно принимаются постоянными на протяжении этапа); площадь зеркала водоема 340 км<sup>2</sup>; усредненный Р/В показатель для рыб Водлозера 0,38 (бентофаги – 0,40, планктонофаги – 0,45, хищные – 0,32).

Результаты расчетов по формуле (1) приведены в таблице 3. Как видно из табличных данных, для всех групп рыб наблюдалось значительное снижение продукционных показателей (на 25-35%), что, в конечном итоге, и предопределило положительную величину ущерба.

Отметим, что, скорее всего, основной причиной снижения продукции в данном случае явился нерациональный рыбный промысел, хотя, возможно, определенную роль здесь сыграли другие факторы, такие как гидрологический режим водохранилища и изменение климата (Петрова, Глибко, 2007).

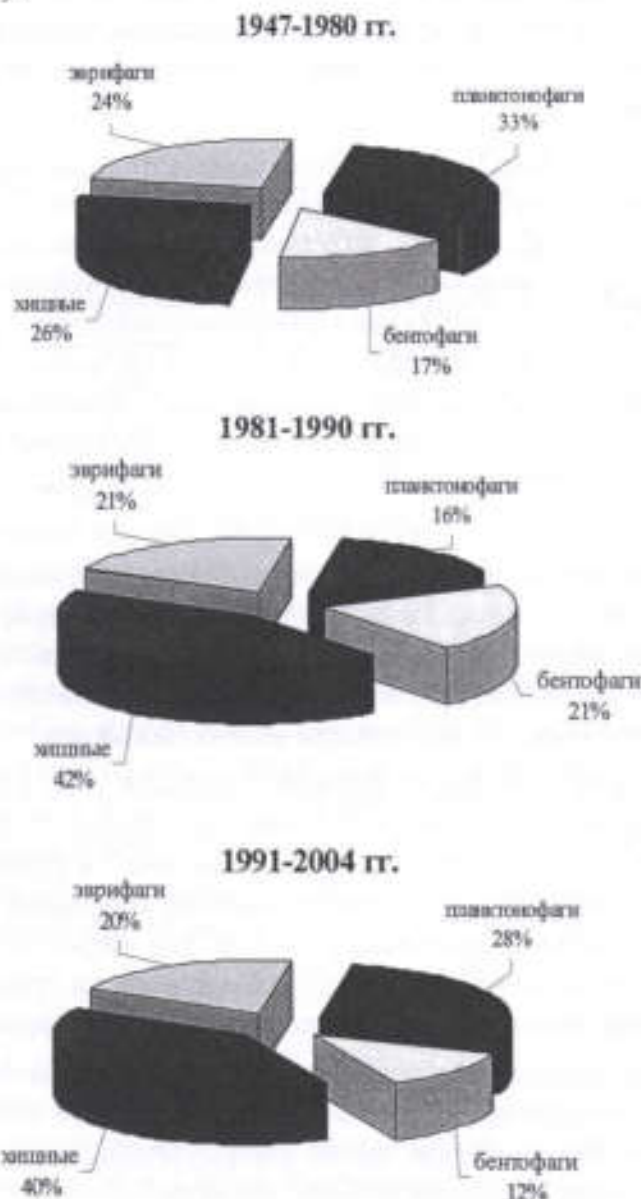


Рис. 8. Соотношение экологических групп рыб в уловах в 1947-2004 гг. и 1980-2004 гг.

Fig. 8. Correlation of ecological groups of fishes in catches in 1947-2004 and 1980-2004.

Таким образом, расчеты укрупненного ущерба рыбным запасам Водлозера дали величину в 518,5 т, при этом для группы планктонофагов ущерб оказался наиболее значителен. Следует заметить, что некоторые виды, такие, как синец, а также лещ и судак в 80-е годы, в этих условиях увеличили свои производственные показатели, что, правда, не смогло компенсировать общего снижения рыбопродуктивности водоема.

Оценка изменения производственных показателей в последние годы (2005-2007 гг.) требует отдельного исследования в связи с происходящей сейчас перестройкой



гидрологического режима водоема и зачастую неудовлетворительным учетом объемов уловов. Начавшееся в 80-е годы и продолжившееся со второй половины 90-х годов интенсивное, а иногда и чрезмерное воздействие промысла на популяции леща и судака в настоящее время приводит к снижению их запасов, что также требует изучения. Кроме того, следует оценить состояние и развитие популяций планктонофагов (снетка, ряпушки и синца), испытавших за последний период наиболее существенные изменения в количественных показателях.

**Таблица 3.** Определение абсолютных потерь рыбных запасов оз. Водлозеро, т.  
**Table 3.** Definition of absolute losses of fish resources in lake Vodlozero, ton.

Группы рыб	Потери, т		
	между периодами I-II	между периодами I-III	Всего
Бентофаги	27,2	107,1	134,3
Планктонофаги	115,6	178,5	294,1
Хищные рыбы	23,8	66,3	90,1
Общая	166,6	351,9	518,5

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оз. Водлозеро является одним из наиболее крупных и высокопродуктивных водоемов Республики Карелия и имеет большое рыбохозяйственное и природоохранное значение. Рыбная часть его сообщества за период существования на водоеме организованного промысла претерпела значительные изменения. Эти изменения касались как общей рыбопродуктивности водоема, так значимости отдельных видов.

Большое значение для формирования рыбных ресурсов Водлозера имеют абиотические факторы, в первую очередь уровенный режим и температурный фактор. Уровенный режим оказывал значительное воздействие на рыбную часть сообщества Водлозера в водохранилищный период, когда высокие колебания уровня воды и зимние сработки создавали неблагоприятные условия для нереста и зимовки рыбы. На холодолюбивые виды, а также южные виды, находящиеся на границе ареала, в условиях мелководного Водлозера большое влияние оказывает температурный фактор.

Одной из главных причин, обуславливающих динамику численности рыб в водоеме, является промысловый фактор. Воздействие промысла на состояние рыбной части сообщества определяется его параметрами: направленность, интенсивность, характер используемой промысловой базы. Для ценных видов рыб промысел носит лимитирующий характер. Интенсивная эксплуатация на пределе допустимой антропогенной нагрузки отрицательным образом сказывается на состоянии популяций рыб, уменьшая численность и изменяя размерно-возрастную структуру популяций. Ассортимент и количество используемой промысловой базы определяет абсолютные объемы и относительный состав уловов. Селективность орудий лова приводит к направленному вылову отдельных видов рыб. В последние годы рыболовство направлено на добычу ценных видов рыб, таких как судак, лещ, сиг, ряпушка, что обуславливает снижение их запасов. В то же время менее ценные виды (синец, ерш) недоиспользуются, что приводит к возрастанию их численности.

Причины колебаний в численности каждого вида определяются своим комплексом экологических факторов. В этом отношении рыбы оз. Водлозеро можно разделить на три



группы: ценные виды рыб, для которых основным фактором воздействия является промысел (судак, лещ, сиг); виды, в большей степени подверженные влиянию абиотических факторов (снеток, ряпушка); малоценные рыбы, на которые экологические факторы оказывают косвенное влияние, через воздействие на виды первой и второй групп (ерш, окунь, плотва).

Количественная оценка влияния экологических факторов может быть произведена путем анализа изменения продукционных возможностей популяций рыб. За последние десятилетия рыбопродуктивность оз. Водлозеро упала, причиной чего может быть промысловый фактор. Расчеты показали, что ущерб испытывают все экологические группы рыб, но в наибольшей степени это касается планктонофагов.

Рыбный промысел является в настоящее время и будет в ближайшем будущем единственным существенным антропогенным фактором воздействия на экосистему Водлозера. Поэтому задача его рационализации в целях сохранения рыбных богатств сегодня является одной из актуальных. Она может быть решена при совместных усилиях администрации и специалистов Водлозерского национального парка, местных жителей, рыбопромысловиков и государственных и муниципальных органов.

Таким образом, система оз. Водлозеро как одна из важнейших составляющих бассейна Онежского озера представляет важный объект теоретико-прикладных исследований. В рамках рыбохозяйственных и природоохранных исследований наибольшее значение имеет изучение рыбных ресурсов Водлозера и разработка рекомендаций по оптимизации промысла с целью их сохранения и устойчивого использования. В области теоретических исследований на примере Водлозера возможно проведение исследований процессов изменения экосистемы и, прежде всего ихтиоценоза, при переходе от озерного состояния к водохранилищному и обратно. Полученные данные могут быть использованы при построении натуральных математических моделей, в т.ч. для определения запасов биоресурсов, определении нормативов изъятия рыбных ресурсов и оптимизации режима рыболовства, при оценке влияния на экосистему проектируемой или осуществляемой хозяйственной и иной деятельности, планировании компенсационных мероприятий и пр.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анухина А.М. Рыбопромысловое использование водохранилища // Водлозерское водохранилище: Сб. науч. тр. Мурманск, 1983. С. 89-101.

Бабий А.А., Петрова Л.П., Веденеев В.П. Биопродукционное состояние популяции синца (*Abramis ballerus*) Водлозерского водохранилища // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Петрозаводск, 1999. С. 69-77.

Бабий А.А., Петрова Л.П., Веденеев В.П. Биопродукционная характеристика синца *Abramis ballerus* Водлозерского водохранилища (Южная Карелия) // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. №4. С. 504-510.

Глибко О.Я. Влияние уровня режима на экологическую структуру ихтиоценоза Водлозерского водохранилища. Сб.: Водлозерские чтения: естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера. Петрозаводск, 2006. С. 50-55.

Кудерский Л.А., Петрова Л.П. Рыбное население Водлозера как индикатор климатических изменений. Сб.: Мат. Междунар. конф. «Современные экологические проблемы Севера». Ч. 1. Апатиты, 2006. С. 187-188.



*Кудерский Л.А., Федорова Г.В.* Снижение запасов снетка в больших водоемах Северо-Запада европейской части СССР в 1973-1975 гг. Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. 1977. №20. С. 3-8.

*Куликов В.С.* Главный водораздел северной Европы // Человек и окружающая среда Баренц региона в начале XXI в. Петрозаводск, 2001. С. 63-70.

*Литинская К.Д.* Режим уровней воды озер и водохранилищ Карелии. Ленинград: Наука, 1976. 147 с.

Методы определения продукции водных животных. Методическое руководство и материалы / Под ред. Г.Г. Винберга. Минск: Высшая шк., 1968. 245 с.

*Назарова Л.Е.* Изменение основных характеристик климата карельской части Национального парка «Водлозерский» во второй половине XX века. Сб.: Водлозерские чтения: естественнонаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 27-30.

*Новосельцев Г.Е.* Общая характеристика экосистемы Водлозерского водохранилища // Водлозерское водохранилище. Сб. науч. тр. СеврыбНИИпроекта. Мурманск: ПИНРО, 1983. С. 80-88.

*Петрова Л.П., Кудерский Л.А.* Водлозеро: природа, рыбы, рыбный промысел // НП «Водлозерский», Институт озерадения РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. 181 с.

*Петрова Л.П., Глибко О.Я.* Изменение структуры ихтиоценоза оз. Водлозеро (Республика Карелия) под влиянием природных и антропогенных факторов. Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского). Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 337. М., 2007. С. 503-513.

## DYNAMIC OF COMMERCIAL CATCHES OF FISH IN LAKE VODLOZERO AND ITS DETERMINATIVE FACTORS

© 2009 y. L.P. Petrova<sup>1</sup>, O.Y. Glibko<sup>2</sup>

1 – National park «Vodlozersky», Petrozavodsk

2 – Institute of water problems of North of Karelian science center  
of Russian Academy of Science, Petrozavodsk

Lake Vodlozero is one of the main commercial basins of Republic of Karelia. It takes 3d place in size of catch after Onego and Ladoga lakes and first place in fish capacity. Starting from 1934 the size and composition of its catches have been changing. Causes of dynamics of fish part of cenosis are defining with complex of ecological factors. Conclusive affection on populations of short cycle psychrophilic fish (European smelt) summer temperatures of water render. During reservoir period (1934-2005) negative effect on spices, which grow during the spring, level regime rendered. Limiting factor for valued species of fish (pikeperch, bream and whitefish) is trade, influence of which is determined with usable commercial basis and intension of haul.