

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 597-152.6:597.553.2(282.251.1)

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ МУКСУНА *COREGONUS MUKSUN* РЕКИ ОБЬ

© 2006 г. А.К. Матковский

*Государственный научно-производственный центр
рыбного хозяйства, Тюмень 625023*

Поступила в редакцию 05.04.2006 г.

Окончательный вариант получен 06.06.2006 г.

За период 1969-2004 гг. изучаются закономерные изменения численности муксуна р. Обь и анализируются факторы их обуславливающие. Проанализированы различные периоды рыболовства по степени использования запасов муксуна, дана оценка современного состояния запасов. Выявлена двенадцатилетняя цикличность в появлении высокоурожайных поколений муксуна. Установлено, что численность поколений муксуна в значительной мере зависит от количества производителей и ряда факторов, связанных с уровнем водности года. Основным воздействующим фактором на популяцию является промысел. Отмечено существенное снижение промысловой численности муксуна в последнее десятилетие. Подчеркивается отрицательное влияние браконьерского вылова, и необходимость реализации мер по восстановлению запасов муксуна.

Выяснение закономерностей в динамике численности любого промыслового объекта имеет первостепенное значение для планирования рационального его использования. Особую актуальность такие исследования приобретают для тех видов рыб, запасы которых, как правило, эксплуатируются достаточно интенсивно или по причине высокой промысловой нагрузки к настоящему моменту времени уже достаточно истощились. Знание закономерных изменений численности вида позволяет заблаговременно менять стратегию рыболовства, а в случае подрыва запаса – грамотно принимать решения по восстановлению утраченного ресурса.

В реке Обь муксун является важным объектом промысла, чему способствуют не только отменные деликатесные качества этого вида рыбы, но и сравнительно высокая его численность, способность в отдельные сезоны года образовывать плотные скопления. Ежегодный вылов муксуна за период 1932-2005 гг. варьирует в пределах 406-4 891 т при средней величине 1 634 т. В последние годы его уловы значительно снизились и составляют порядка 500-900 т. Промысел муксуна в основном ведется в период его нагула и миграций, при этом большая часть улова добывается во время нерестовой миграции. Вопрос обоснованности такого лова с позиции сохранения репродуктивных показателей популяции и рационального использования запаса муксуна считаю нерешенным, т.к., с одной стороны, чрезмерно эксплуатируется нерестовое стадо, с другой стороны, неэффективно используется продукция промысловой части популяции.

Одной из особенностей обского муксуна, в отличие от других мест его ареала, является наличие самой протяженной нерестовой миграции (Москаленко, 1971). Данный факт прежде всего связан с зимними заморными явлениями, охватывающими большую часть среднего и все нижнее течение реки (Мосевич, 1947). В период миграции возрастает уязвимость муксуна для промысла, в том числе и браконьерского. С ростом городов в Среднем Приобье последний фактор стал особенно существенным. Кроме того, значительный размах браконьерский лов приобрел и в Обской губе, в местах зимних концентраций рыб. Все это наряду с загрязнением реки отрицательно сказалось на численности популяции муксуна.

К сожалению, до настоящего времени закономерности динамики численности муксуна реки Оби не изучались. Большинство исследований сводилось лишь к анализу изменений величин его уловов (Москаленко, 1958; Петкевич, 1971; Замятин, Слепокуров, 1971; Крохалевский и др., 2001; Костицын и др., 2003). Поэтому целью настоящей работы являлось выяснение наиболее общих закономерностей флуктуации численности обского муксуна, и какие необходимы меры для поддержания и рационального использования его запасов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для расчета численности муксуна был применен метод восстановленного запаса рыб, который был модифицирован и прошел успешное тестирование (Матковский, 2001, 2007).

Численность рыб рассчитывалась по формуле:

$$N_j = \sum_{i=j}^{j+r-1} P_i, \quad (1)$$

где N_j – численность поколения в год j , экз.; r – количество лет равное возрасту, с которого происходит устойчивое снижение улова данного конкретного поколения, лет; P_i – условный промысловый запас поколения в год i , экз.

Условный промысловый запас отражает количество рыб промыслового размера, находящихся в районе лова и обеспечивающих данный конкретный улов. Величина условного промыслового запаса определялась как:

$$P_i = \frac{c_i}{1 - e^{-z_i t}} = \sum_{i=1}^t c_i, \quad (2)$$

где c_i – улов поколения в год i , экз.; z_i – коэффициент пропорциональности, близкий коэффициенту общей смертности поколения в год i .

Применение рассмотренного метода для расчета численности муксуна было связано с тем, что для его реализации необходим минимум информации, что крайне важно для тех задач, когда требуется анализ больших временных рядов наблюдений. Для расчетов использовались размерно-возрастные ряды муксуна, полученные в ходе многолетних мониторинговых исследований Обь-Тазовского

филиала Госрыбцентра во время анадромной миграции рыб из Обской губы в р. Обь. Ряд наблюдений охватывал период с 1969 по 2004 гг. За все годы возраст муксуна был определен старшим научным сотрудником Н.Н. Огурцовой. Сведения по уловам муксуна брались из официальной промысловой статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В многолетнем аспекте отмечается устойчивая тенденция снижения уловов муксуна (рис. 1), что при условии стабильной промысловой нагрузки может служить одним из критериев сокращения его запаса. Однако интенсивность промысла по годам, как будет показано ниже, существенно меняется, и поэтому для выводов подобного рода необходим анализ улова на единицу промыслового усилия, а также оценка происходящих изменений на уровне численности рыб.

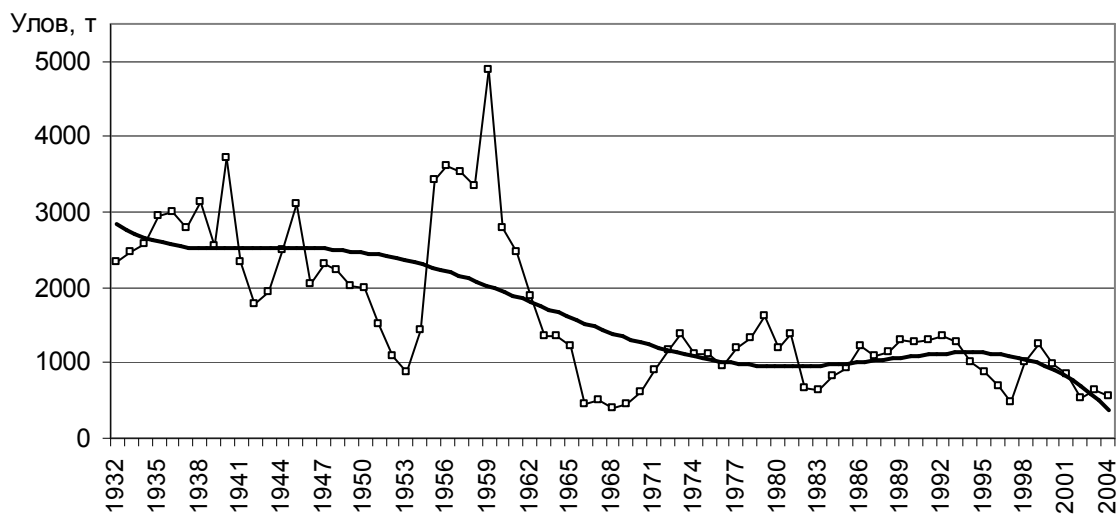


Рис. 1. Динамика уловов муксуна в бассейне р. Обь за период 1932-2004 гг.

Fig. 1. The dynamics of muksun catches in the basin of the Ob for the period 1932-2004.

Наиболее существенный тренд в уловах муксуна стал проявляться с 60 годов в результате эффекта перелома во время работы созданной базы морского лова (морлова). В период тралового и дрейферного промысла в Обской и Тазовской губах изымалось большое количество молоди сиговых рыб, что отрицательно сказалось на величинах пополнения многих промысловых стад. Введенный запрет на траловый и дрейферный промысел соответственно в 1966 г. и 1968 г., а также на лов в дельтах Оби, Таза и Пура, увеличение размера ячеи в орудиях лова, создание ряда соров-заповедников способствовали быстрому восстановлению запасов всех видов сиговых рыб (Шумилов, Замятин, 1983). Кроме того, с 1972 г. были приняты новые меры регулирования рыболовства путем лимитирования количества орудий лова (Полымский, 1978). Причем, как позднее было выяснено, данные меры не позволили эффективно использовать запасы муксуна (Полымский, Крохалевский, 1990). Его вылов на протяжении 70-х и 80-х годов стабилизировался лишь на уровне 700-1 200 т. Последующие годы

перестройки, связанные с изменением экономического курса страны, явились переходным этапом от планового к нерегулируемому промыслу. С одной стороны, в связи с развалом государственных рыбодобывающих предприятий их промысел был существенно сокращен, с другой стороны, значительно возрос браконьерский вылов. Браконьерство стимулировало не только отсутствие конкурента, но и свободная торговля, наличие рынка сбыта на пользующуюся высоким спросом рыбу. Восстановление рыбодобывающих предприятий во второй половине 90-х годов и нацеленность их промысла на добычу наиболее рентабельных ценных видов рыб в условиях нерешения проблемы браконьерства привело к чрезмерно высокой промысловой нагрузке на популяцию муксуна и способствовало быстрому сокращению ее численности.

Для получения представления о происходящих изменениях в состоянии запаса муксуна рассмотрим динамику общей численности рыбаков и относительного вылова на одного рыбака (рис. 2).

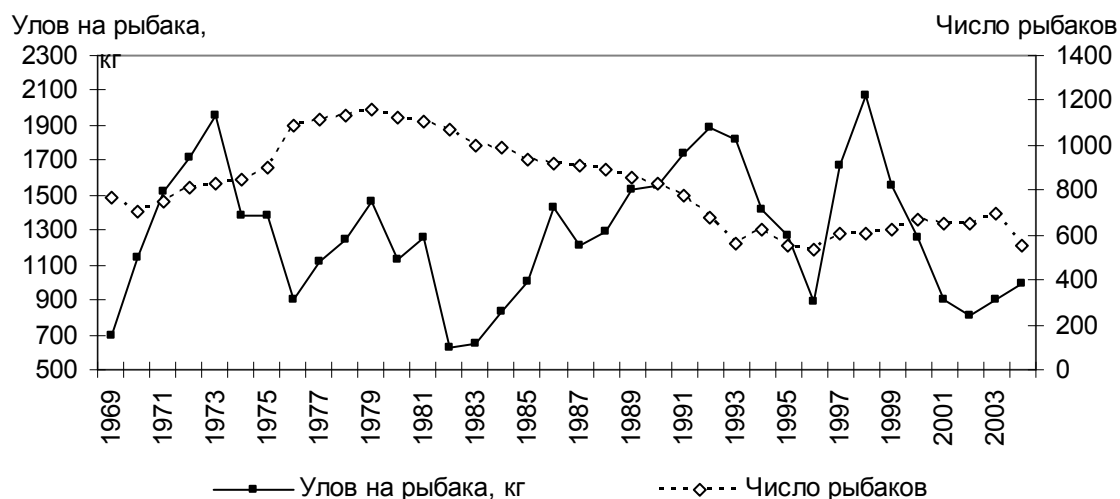


Рис. 2. Динамика улова муксуна на одного рыбака и общей численности рыбаков за период 1969-2004 гг.

Fig. 2. The dynamics of muksun catches on one fisherman and total number of fishermen for the period 1969-2004.

Отметим, что в рассмотренной зависимости отсутствуют сведения по браконьерскому вылову и общей численности рыбаков-браконьеров. Тем не менее соотнесенные уловы на одного рыбака свидетельствуют, что начиная с 1998 г. наметилась устойчивая тенденция в сокращении запаса муксуна. Поскольку интенсивность официального государственного промысла в эти годы была низкой, то причина сокращения запаса могла быть связана как с естественными процессами флуктуации численности рыб, так и чрезмерно высоким браконьерским изъятием. Для того чтобы во всем этом разобраться, проанализируем характер зависимостей соотнесенного улова к общей численности рыбаков для отдельных периодов (рис. 3).

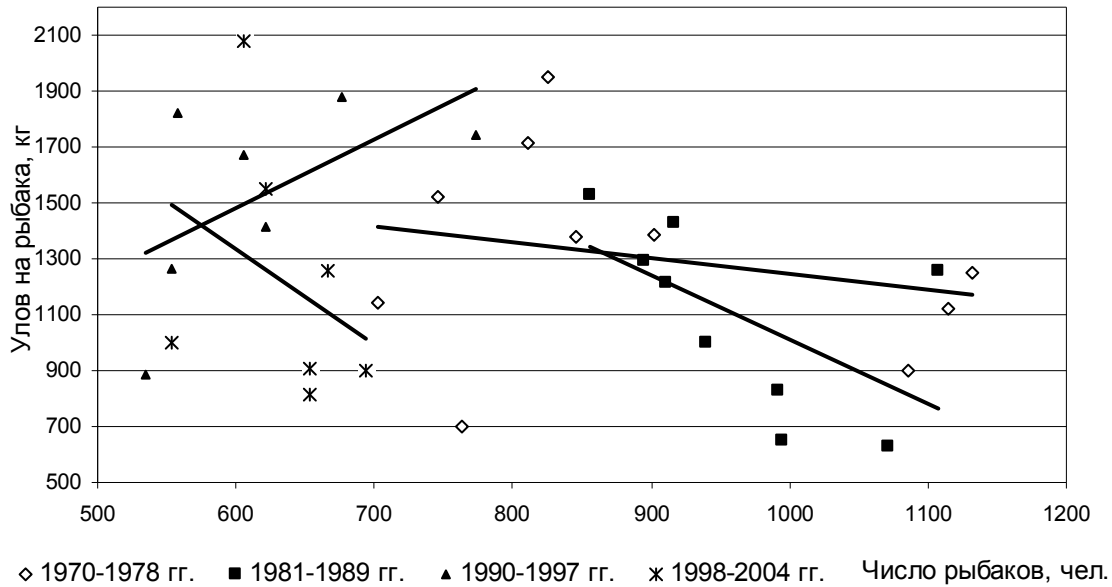


Рис. 3. Зависимость улова на одного рыбака от общей численности рыбаков за различные периоды промысла.

Fig. 3. Dependence of catch on one fisherman from the total number of fishermen for various periods of fishery.

Результаты в очередной раз подтвердили, что в последние годы произошло существенное сокращение запаса. Уровень его настолько снизился, что дальнейшее увеличение численности рыбаков не приведет к адекватному увеличению улова, какое, например, наблюдалось в периоды регулируемого рыболовства 70-х и 80-х годов, когда угол наклона правой части зависимостей к оси абсцисс был незначительным и свидетельствовал о высоком потенциале запаса для промысла. По крайней мере, промысел был эффективным при численности рыбаков в два раза превышающей современный уровень, а естественная смертность поднимающихся на нерест особей муксуна, включающая и браконьерское изъятие, была минимальной. На участке Средней Оби протяженностью 420 км коэффициент естественной смертности составлял всего 1,9% (Полымский, 1986). Интересны в рассматриваемом плане и годы перестройки, когда интенсивность промысла была низкой и запасы муксуна явно не доиспользовались. Характер восходящей зависимости полностью это подтверждает. Однако этот отрезок времени был относительно кратковременным, и в силу отмеченных ранее причин запас муксуна резко сократился. Причем сопоставление результатов по всем анализируемым периодам свидетельствует о значительных масштабах неучтенного промыслового изъятия в современный период.

Кроме промысла отрицательное влияние на состояние запасов муксуна оказало и загрязнение реки в процессе освоения многочисленных нефтяных месторождений. Ряд авторов (Бруснынина, Крохалевский, 1989; Князев, Крохалевский, 1995) отмечают существенное снижение весового роста муксуна в 80-х годах по сравнению с данными 40-х, 50-х и 60-х годов. Однако это снижение

наряду с загрязнением могло быть связано и с увеличением плотности популяции в 80-х годах, т.к. все изменения в режиме рыболовства были направлены на увеличение численности младших возрастных групп муксуна. Кстати, сравнительно меньшее расхождение по темпу роста за сравниваемые периоды можно получить, анализируя данные М.В. Волгина (1953). Однако факт общего уменьшения средних размеров рыб имеет место, и это могло сказаться на общем фонде откладываемой в эти годы икры и последующей численности поколений муксуна, вступающих в промысел. С ухудшением экологической ситуации также связывают (Селюков, 2002; Исаков, Селюков, 2003) появление значительной доли (от 3% до 5%) интерсексуальных особей, а также задержку полового цикла муксуна на год, т.е. до трех лет у самок и до двух лет у самцов. К сожалению, однозначно сказать, что загрязнение явилось основной причиной низкой современной численности муксуна, нельзя, т.к. наблюдаемое с 90-х годов сокращение запаса происходит на общем фоне улучшения качества вод. Река Обь по сравнению с предшествующим периодом стала заметно чище (Уварова, 1989, 2000). Все это позволяет заключить, что основным воздействующим фактором на популяцию муксуна был и остается промысел.

Установленные различия в интенсивности промысла и величинах запаса муксуна нашли отражение и в структуре промысловых стад разных лет. В 1970 г. и 1980 г. значительную долю промысловой численности составляло пополнение (8-9-ти годовалые рыбы), в то время как в 1990 г. и 2003 г. численность этих рыб была минимальная (рис. 4). Естественно, 1990 г. в силу низкой промысловой нагрузки характеризовался сравнительно высокой численностью старшевозрастных рыб. Поскольку величина запаса муксуна в значительной мере коррелирует с численностью пополнения ($r = 0,83$, $n = 35$), то его сокращение в последнее десятилетие не могло не сказаться на общем снижении уловов.

Интересно отметить, что, несмотря на сравнительно высокую численность родительского стада муксуна, сформировавшуюся в период «запуска» рыболовства, величина пополнения продолжала снижаться. Хотя, как следует из результатов корреляционного анализа, между численностью 8-ми годовалых рыб за период 1978-1989 гг. и численностью всех половозрелых рыб соответственно за период 1969-1980 гг. имеется сравнительно тесная связь ($r = 0,92$, $n = 12$). Отмеченный факт снижения пополнения можно объяснить только с позиции предположения, что осуществляемый браконьерский лов более мелкочейными (55-60 мм) по сравнению с гословом сетями (60-70 мм) оказывает соответствующее селективное воздействие на эту группу рыб.

Существующая взаимосвязь между родительским стадом, пополнением и величиной запаса делает небезнадежным выяснение закономерностей флуктуации численности муксуна. Понятно, что такой анализ должен проводиться на уровне отдельных генераций вида. Поскольку промысел оказывает

значительное влияние на структуру популяции, то решено было для этой цели проанализировать динамику численности 8-ми годовалых рыб, являющихся одними из самых многочисленных в промысловом запасе. Выполненный расчет подтверждает наличие закономерных изменений в численности муксуна (рис. 5).

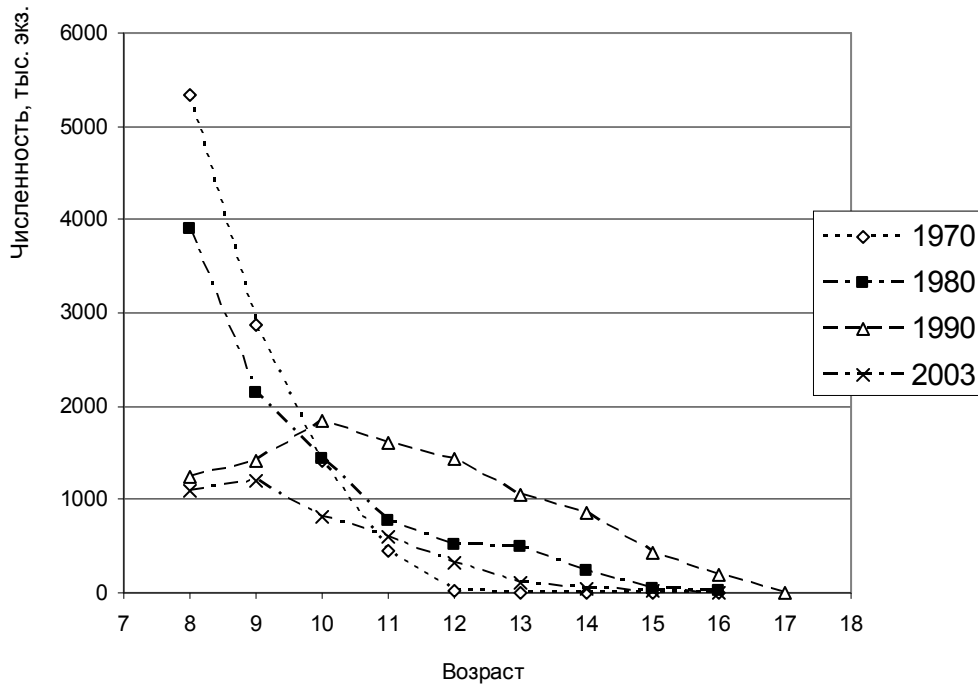


Рис. 4. Численность отдельных возрастных групп муксуна в разные годы.

Fig. 4. The number of separate age groups of muksun in different years.

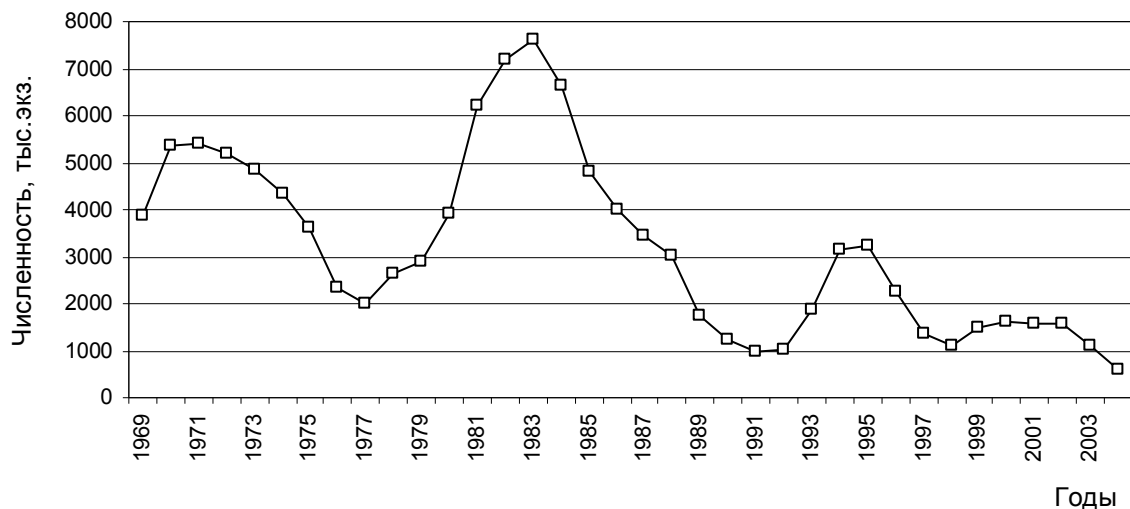


Рис. 5. Динамика численности восьмигодовалых особей муксуна за период 1969-2004 гг.

Fig. 5. The dynamics of the number of 8 years individuals muksun for the period 1969-2004.

За период с 1969 по 2004 гг. между всеми пиками численности существует один и тот же временной интервал, равный 12 годам. Выявленная цикличность отражает так называемые «волны жизни» муксуна, поскольку для всех возрастных групп картина будет идентичной с изменением лишь высоты волны и дат, на которые приходятся эти пики. В связи с тенденцией сокращения численности популяции волны имеют угасающий характер. Однако здесь необходимо иметь в виду, что в силу неучтенного вылова численность рыб, начиная с 90-х годов, является заниженной на некоторую величину. Тем не менее, общий характер цикличности для этого периода также сохраняется.

Ранее при изучении динамики численности популяции по промысловым уловам считалось, что муксуну свойственна 10-11-летняя цикличность (Замятин, 1975; Костицын и др., 2003). Такое ошибочное представление было связано с отсутствием анализа на уровне одной возрастной группы. Поскольку в промысловом запасе доминируют несколько генераций, то итогом усреднения как раз и является отмеченная 10-11-летняя цикличность.

Можно предположить, что установленная флуктуация численности муксуна обусловлена как особенностями воспроизводства вида в бассейне Оби (Москаленко, 1971), так и воздействием на популяцию различных факторов. Как известно, самки муксуна первый раз идут на нерест в основном в девятилетнем возрасте, а самцы созревают на год раньше (Волгин, 1953; Вотинов, 1963). Обычно нерестовое стадо состоит из 8-14-летних рыб. Учитывая неравномерность полового созревания муксуна (Селюков, 2002) и то, что повторный нерест у него происходит через год (Москаленко, 1958; Вотинов, 1963), становится понятным, почему каждый из выявленных пиков численности имеет продолжительность в четыре года (рис. 5). По сути эти пики формируют одно-два мощные поколения муксуна, входящие в состав нерестового стада, при сочетании благоприятных для этого условий. В результате интенсивного промысла к 14-ти годам каждое поколение в значительной мере изымается, что также прослеживается в чередовании малочисленных генераций. Процесс снижения численности поколений идет более медленно, чем их рост, что отражается в общей асимметрии цикла, связанной с более продолжительным угасанием численности мощных поколений и оказываемого ими влияние на воспроизводство.

Отсутствие в нерестовой популяции высокоурожайных генераций обуславливает спад в численности новых поколений. В.А. Замятин (1975) указывал на прямую зависимость между численностью производителей и потомства. Однако, как уже отмечалось, в данном случае следует обратить внимание и на то обстоятельство, что не всегда увеличение численности родительского стада сопровождается возрастанием численности потомства, а также меньшая численность производителей в 70-х годах по сравнению с 80-ми годами позволила сформировать более мощные поколения. Для наглядности рассмотрим это в

индексах, где каждое значение приведено к максимальному (рис. 6). При этом индексы численности потомства рассчитаны по восьмилетнему сдвигу, взятым с девятилетним временным сдвигом. Полученные результаты свидетельствуют, что численность родительского стада является не единственным фактором, от которого зависит появление высокоурожайных поколений муксуна. Очевидным является, что многочисленные поколения появляются только при совпадении ряда благоприятных условий.

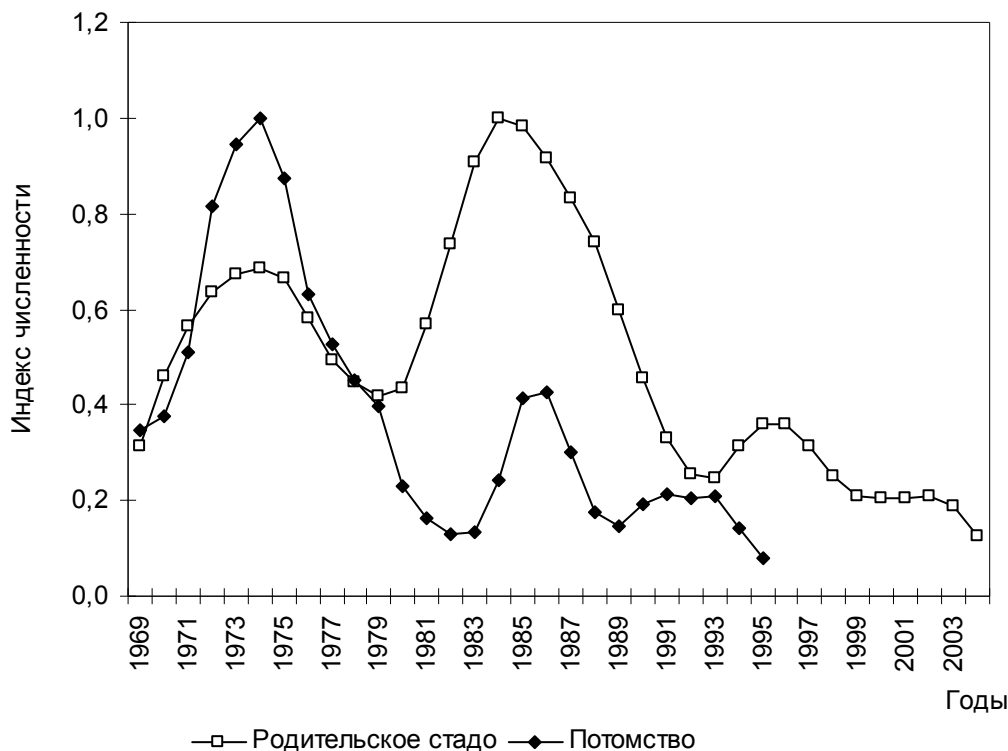


Рис. 6. Динамика индексов численности родительского стада и потомства муксуна р. Обь.
Fig. 6. The dynamics of indexes of the number of the breeding fish and muksun is recruit on the Ob river.

Другой важный момент, который обращает на себя внимание, – это то, что продолжительность пика в четыре года подтверждает тот факт, что каждая генерация муксуна в 70-х и 80-х годах нерестила не менее двух раз в жизни. В современных условиях основная часть производителей нерестится только один раз, что наряду с другими отрицательными факторами объясняет происходящий тренд в численности популяции и функционирование ее на более низком количественном уровне. Уменьшение доли повторно нерестящихся рыб могло быть связано не только с интенсивным промыслом, но и, как уже отмечалось, по причине замедления полового цикла (Исаков, Селюков, 2003).

Исходя из установленных закономерностей флуктуации численности, несложно выделить периоды, благоприятные для воспроизводства муксуна.

Необходимость их выделения важна не только для выяснения факторов, определяющих появление высокоурожайных генераций, но и для планирования мероприятий по восстановлению численности популяции. Поскольку благоприятные периоды с периодичностью в 12 лет будут создаваться и в будущем, то сроки их возникновения легко определить. В связи с низким уровнем современного запаса муксуна в эти годы следует пропускать к нерестилищам максимальное количество производителей и, кроме того, восполнять недостаток молоди работами по искусственному воспроизводству. Необходимые объемы рыбоводных работ достаточно просто просчитываются, но на этом остановимся несколько позднее.

За 1969-2005 гг. благоприятными для формирования запасов муксуна являлись следующие периоды: 1972-1975 гг., 1984-1987 гг. и 1996-1999 гг. Необходимо отметить, что рассматриваемые интервалы лет охватывают как год нереста, так и период выклева личинки. Понятно, что урожайность поколений рыб зависит не только от фонда отложенной икры, но и условий нереста, развития икры и личинок рыб, обеспеченности пищей на ранних этапах онтогенеза и ряда других биотических и абиотических факторов. В связи с этим рассмотрим, на сколько различаются выделенные периоды по гидрологическим условиям воспроизводства и численности половозрелой части популяции муксуна от тех лет, когда была отмечена минимальная урожайность поколений (табл. 1). В качестве гидрологической составляющей был взят среднегодовой уровень воды по створу Обь-Салехард. Предполагалось, что его значения являются в определенной степени интегрированной оценкой условий обитания и воспроизводства рыб в текущем году. Для сравнения отметим, что среднемноголетний уровень воды по створу Обь-Салехард за период 1934-1994 гг. равен 189 см БС. Результаты свидетельствуют, что сравниваемые благоприятные и неблагоприятные периоды, если не считать низкую численность промыслового запаса 1996-1999 гг., существенно различаются по обоим анализируемым показателям.

Исходя из диапазона варьирования уровней воды и средних их величин, можно сделать вывод, что благоприятными для воспроизводства муксуна являются многоводные годы. На этот факт обратили внимание еще В.А. Замятин и В.А. Слепокуров (1971), связав появление многочисленных поколений муксуна с тем, что в многоводные годы существенно затрудняется промысел рыбы и, соответственно, увеличивается пропуск к нерестилищам производителей. Кроме того, в годы высокой водности увеличивается выживаемость икры, личинок и молоди муксуна (Замятин, 1975), а также создаются наиболее благоприятные условия для нагула и роста рыб, что положительно сказывается на их последующем воспроизводстве и численности потомства (Замятин, 1977). Действительно, в многоводные годы за счет затопления обширных пространств поймы существенно расширяются нагульные акватории и возрастает

обеспеченность рыб пищей вследствие развития обильной кормовой базы в быстро прогреваемых и богатых биогенами временных водоемах. Так, в многоводные годы объем стока зоопланктона возрастает в 4-6 раз (Семенова и др., 1989).

Таблица 1. Промысловая численность муксуна и среднегодовой уровень воды по створу Обь-Салехард в периоды, различающиеся по условиям воспроизводства рыб.

Table 1. The trade number of muksun and the average a level water on the section Ob-Salehard in the periods, differing on conditions of fish reproduction.

Условия воспроизводства	Период, годы	Промысловая численность, 10 ³ экз.	Среднегодовой уровень воды, см БС
Благоприятные	1972-1975	$\frac{13982 - 15077}{14645,7}$	$\frac{191 - 250}{219,3}$
	1984-1987	$\frac{18298 - 22032}{20541,7}$	$\frac{213 - 261}{244,5}$
	1996-1999	$\frac{4607 - 7881}{6223,1}$	$\frac{192 - 236}{212,5}$
Неблагоприятные	1968-1969	6898*	$\frac{127 - 219}{173,0}$
	1980-1981	$\frac{9569 - 12492}{11030,4}$	$\frac{171 - 203}{187,0}$
	1992-1993	$\frac{5642 - 7284}{6463,2}$	$\frac{189 - 196}{192,5}$
Примечание – над чертой варьирование показателя; под чертой – средняя его величина; * - значение за 1969 г.			

Кроме условий обитания на формирование запаса муксуна существенное влияние оказывает и численность родительского стада. В годы, когда появились самые мощные генерации муксуна (1972-1975 гг. и 1984-1987 гг.), средняя величина промысловой численности составляла 17,6 млн. экз., в то время как во все неблагоприятные периоды она была более чем в два раза ниже (8,0 млн. экз.). Несмотря на то, что для получения высокоурожайных поколений муксуна численность производителей может варьировать в достаточно широком диапазоне, тем не менее, по-видимому, существует некоторый ее нижний предел. По нашим данным, величина промысловой численности муксуна не должна быть ниже 14 млн. экз. Учитывая, что доля рыб, ежегодно участвующих в нересте, составляет порядка 30-40% от всего промыслового запаса, то численность производителей, заходящих в р. Обь, не должна быть менее 4,2 млн. экз. К сожалению, в последний благоприятный для воспроизводства период эти цифры не превысили соответственно 8 млн. экз. и 3,2 млн. экз. Поэтому надеяться на высокую численность запаса в 2004-2007 гг. не приходится. Не случайно улов муксуна в 2004 г. составил всего 552 т, а в 2005 г. – 647,4 т, т.е. гораздо ниже среднемноголетнего значения.

Таким образом, величина пополнения промыслового запаса муксуна, которая определяет его уловы на многие годы, в значительной мере зависит от численности производителей и гидрологических условий, обеспечивающих

необходимый уровень развития кормовой базы непосредственно в год нереста и в период роста молоди.

Зависимость численности пополнения за период 1988-2004 гг. от промысловой численности муксуна и среднегодового уровня воды в год нереста за период 1979-1995 гг. описывается следующим уравнением множественной регрессии:

$$N_t = 0,02 \cdot S_{t-9} + 15,80 \cdot L_{t-9} - 1904,16, \quad (3)$$

где N_t – численность 8-годовиков в год t , тыс. экз.; S_{t-9} – промысловая численность рыб в год $t-9$, тыс. экз.; L_{t-9} – среднегодовой уровень воды по створу Обь-Салехард в год $t-9$, см БС.

Данное уравнение имеет очень высокий коэффициент корреляции ($r = 0,81$, $n = 17$), и зависимость является достоверной при уровне значимости $P < 0,00055$. Стандартное отклонение составляет всего 491,91. Сильная теснота связи обусловлена тем, что для построения уравнения взяты наиболее значимые факторы. Учитывая, что это уравнение позволяет с девятилетней заблаговременностью сравнительно точно определять стартовую величину пополнения, то оно представляет большую ценность в прогнозировании промысловой численности рыб. Во-первых, прогнозирование величины пополнения всегда наиболее сложная задача, а, во-вторых, как уже отмечалось, имеется достаточно тесная корреляция между численностью пополнения и запасом в целом. Поэтому логичным является и приведение зависимости промыслового запаса от численности восьмигодовиков, которая была рассчитана для периода 1978-2004 гг. Данное уравнение имеет следующий вид:

$$S_t = 2,344 \cdot N_t + 3415,042, \quad (4)$$

где S_t – промысловая численность рыб в год t , тыс. экз.

Коэффициент корреляции уравнения составляет 0,78 ($n = 27$). Значения по уравнению достоверны при уровне значимости $P < 0,000001$. Стандартное отклонение составляет 3 863,8.

Следует отметить, что ранее для муксуна также осуществлялась попытка формализовать зависимость «запас-пополнение», применяя для этой цели модель Рикера (Князев, 1996). Однако она получилась не совсем удачной, т.к. для построения зависимости в основном использовались низкоурожайные поколения маловодных лет. В итоге рассчитанная по модели максимальная численность девятигодовалых рекрутов в 1,3 млн. экз. от ихтиомассы производителей в 344 т оказалась заниженной величиной. Исходя из исследований В.А. Замятина (1975), от аналогичной численности производителей промвозврат составил бы порядка 4,6 млн. экз., хотя и данная цифра также занижена, т.к. в своих расчетах В.А. Замятин (1975) использовал биостатистический метод.

Из рассмотренной выше 12-летней цикличности появления высокоурожайных поколений муксуна следует, что ближайшее мощное пополнение должно вступить в промысел в 2007 г. Однако по численности оно будет гораздо ниже урожайных генераций 70-х и 80-х годов. По полученному уравнению 3 при промысловой численности рыб и среднегодовом уровне воды в 1998 г. соответственно 5,531 млн. экз. и 192 см БС численность восьмигодовиков составит всего $1,130 \pm 0,119$ млн. экз. Для сравнения, в аналогичный 1983 г. эта величина равнялась 7,608 млн. экз., т.е. была в семь раз выше. Таким образом, дальнейшая нисходящая тенденция в численности популяции муксуна сохранится и изменение ситуации возможно лишь при реализации рыбоохранных и рыбоводных мер. Поэтому попытаемся определить, какой необходим современный уровень искусственного воспроизводства для восстановления промыслового запаса муксуна.

Как известно, численность любой популяции лимитируется условиями ее обитания. На основе выполненных расчетов можно сделать вывод, что в принципе потенциальные возможности роста популяции муксуна были реализованы в 80 годах. Поэтому этот период можно вполне использовать как некий эталон для определения ежегодной недостающей части рекрутов. Кстати, для рассматриваемых эталонных лет также характерна достаточно тесная зависимость между численностью пополнения и факторами воспроизводства в 1969-1978 гг. Уравнение имеет следующий вид:

$$N_t = 0,63 \cdot S_{t-9} - 0,33 \cdot L_{t-9} - 2700,12, \quad (5)$$

Коэффициент корреляции составляет 0,92 ($n = 10$), стандартное отклонение – 798,57. Уравнение достоверно при $P < 0,00121$.

Для установления недостающей численности рекрутов необходимо с учетом выявленной цикличности найти разницу между эталонным рядом значений 80-х годов с результатами расчетов по уравнению 3 и, исходя из коэффициента промыслового возврата, определить объем искусственного воспроизводства. По имеющимся литературным сведениям, коэффициент промыслового возврата от подращенной молоди муксуна составляет 9,03 (Зыков, Зыкова, 1989). Так, для ближайших лет дефицит молоди составляет 10,5-70,5 млн. экз., в среднем 32,8 млн. экз. (табл. 2). В таблице приводится расчет только до 2013 г., в дальнейшем, начиная с 2014 г., цикл вновь следует повторять, сопоставляя с 1978 г. и т.д. Следует отметить, что наибольший дефицит молоди выявлен для настоящих и ближайших лет (2005-2009 гг.), что обуславливает необходимость срочного расширения объемов искусственного воспроизводства муксуна. При этом высказанные ранее ориентиры на ежегодный выпуск 20-30 млн. экз. молоди (Костицын и др., 2003) в отдельные годы являются явно недостаточными.

Таблица 2. Расчет необходимого количества рыбоводной молоди муксуна.
Table 2. The account of the necessary quantity of breeding fry muksun.

Эталонные значения		Сравниваемые значения		Необходимая численность	
год	численность 8 годовиков, тыс. экз.	год	численность 8 годовиков, тыс. экз.	8 годовиков, тыс. экз.	молоди, млн. экз.
1978	2644,9	2002	1302,2	1342,7	14,9
1979	2874,6	2003	1683,8	1190,8	13,2
1980	3894,1	2004	1618,2	2275,9	25,2
1981	6205	2005	1539,9	4665,1	51,7
1982	7178,3	2006	1613,7	5564,6	61,6
1983	7607,8	2007	1238,6	6369,2	70,5
1984	6654,7	2008	1914,3	4740,4	52,5
1985	4810,7	2009	1224,9	3585,8	39,7
1986	4017,2	2010	2144,4	1872,8	20,7
1987	3447,3	2011	2497,6	949,7	10,5
1988	3020,3	2012	1015,4	2004,9	22,2
1989	1757,3	2013	743,2	1014,1	11,2

Данные таблицы 1 в очередной раз наглядно проиллюстрировали, насколько серьезно современное воздействие браконьерского промысла на популяцию муксуна. Фактически высокоурожайные поколения 80-х годов не смогли сформировать достойного пополнения промыслового запаса. В результате даже при немедленной реализации комплекса восстановительных мер положительный эффект может быть достигнут лишь не менее чем через 14-18 лет. Такой длительный период связан с существующей цикличностью появления урожайных поколений муксуна. Ближайшие благоприятные для естественного воспроизводства годы 2008-2011, – соответственно, поколения этих годов рождения появятся в промысле только через 8 лет. Исходя из результатов исследований автоколебаний численности рыб (Малкин, 1999), период восстановления популяций, созревающих к 10 годам, составляет не менее 30 лет. В реальности, по-видимому, так оно и будет, т.к. проблему браконьерства быстро не решить и, кроме того, в ближайшие годы в Обской и Тазовской губах на местах массовой зимовки рыб планируется разработка газовых месторождений. Все это не только усугубит браконьерство, но и сократит и без того ограниченные благоприятные зимовальные акватории для выживания рыб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышеизложенный материал, можно заключить, что в 90-х годах под воздействием нерегулируемого рыболовства, главным образом браконьерского промысла, произошел подрыв запасов обской популяции муксуна. Сокращению численности способствовало и загрязнение реки, особенно в 80-х годах в процессе интенсивного освоения нефтегазовых месторождений. В результате наметилась устойчивая тенденция дальнейшей деградации популяции.

В ходе исследований установлено, что для популяции муксуна в многолетнем аспекте свойственны закономерные изменения численности, являющиеся следствием естественных природных процессов адаптации вида к

условиям его обитания. Одними из адаптивных качеств являются: неравномерность полового созревания, периодичность нереста, численность производителей, продолжительность нерестовой миграции. Лимитирующими факторами при этом выступают гидрологический и гидрохимический режим водоемов, обеспеченность рыб пищей, уровень загрязнения, а также промысловое изъятие популяции. Результаты свидетельствуют, что промысел является основным фактором, воздействующим на численность популяции муксуна и тем самым вносящим изменения в ход естественных процессов ее воспроизводства.

Высокоурожайные поколения муксуна в р. Оби появляются с периодичностью в 12 лет. Их рождение происходит в годы высокой водности при условии наличия мощного родительского стада. Минимальный уровень запаса в эти годы не должен быть ниже 14 млн. экз. В условиях происходящей деградации популяции выявленный шаг цикла может быть сокращен до 10-11 лет, что нарушит сложившуюся взаимосвязь естественных биологических процессов с факторами среды. В результате вероятность появления многочисленных генераций в общем цикле флуктуации численности снизится, что является недопустимым для нормального существования популяции.

Установленные закономерности необходимо использовать для планирования мероприятий по восстановлению запасов муксуна и регулированию рыболовства. Высокая эффективность рыбоохранных и рыбоводных мер может быть достигнута при совпадении с естественным циклом появления высокоурожайных поколений муксуна. Все эти периоды, в равной степени как и объемы рыбоводных работ, легко просчитываются. Однако многие усилия могут быть сведены к нулю, если не решить проблему браконьерства, не создать ихтиологические заказники на местах нереста и зимовки муксуна, а также не ввести более жесткие ограничения на изъятие нерестового стада. Только таким образом могут быть созданы реальные предпосылки возрождения популяции муксуна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бруснынина И.Н., Крохалевский В.Р. Современное состояние экосистемы реки Оби и ее притоков в условиях антропогенного воздействия // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л., 1989. Вып. 305. С. 3-22.

Волгин М.В. Наблюдения за производителями муксуна и сырка на Средней и Верхней Оби // Развитие рыбной промышленности Западной Сибири и проблемы гидробиологии / Третья научн. конф. Томского гос. ун-та им. В.В. Куйбышева. Томск: ТГУ, 1953. Т. 125. С. 69-76.

Вотинов Н.П. Муксун, как объект искусственного разведения и акклиматизации // Искусственное разведение осетровых и сиговых рыб в Обь-Иртышском бассейне / Тр. Обь-Тазовского отд. ГосНИОРХ. Нов. серия. Тюмень: Тюменское книжное издательство, 1963. Т. 3. С. 115-137.

Замятин В.А. Эффективность естественного воспроизводства муксуна // Тез. докл. к научно-практич. конф. СибрыбНИИпроект по развитию Тюменского рыбохоз. комплекса. Тюмень, 1975. С. 17-18.

Замятин В.А. Влияние гидрологического режима на рыбные запасы р. Оби // Рыбное хозяйство Обь-Иртышского бассейна / Тр. Обь-Тазовского отд. СибрыбНИИпроект. Нов. серия. Свердловск: Сред.-Уральск. кн. изд-во, 1977. Т. 4. С. 76-83.

Замятин В.А., Слепокуров В.А. К методике оценки состояния запасов и прогнозирования уловов муксуна в Обском бассейне. В кн.: Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. Тюмень, 1971. С. 61-70.

Зыков Л.А., Зыкова Г.Ф. К методике определения промыслового возврата сиговых, выращиваемых в магистральных рыбопитомниках реки Оби // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л., 1989. Вып. 302. С. 101-106.

Исаков П.В., Селюков А.Г. Половое созревание и половые циклы обского муксуна *Coregonus muksun* (Coregonidae, Salmoniformes) // Тр. Междунар. форума по пробл. науки, техники и образования. М., 2003. Т. 2. С. 149-150.

Князев И.В. О воспроизводстве обского муксуна // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири / Тез. докл. Всерос. конф. (17-18 сентября 1999 г., г. Тюмень). Тюмень, 1996. С. 63-64.

Князев И.В., Крохалевский В.Р. Ретроспективный анализ изменения темпа роста промысловых рыб Обь-Иртышского бассейна // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л., 1995. Вып. 327. С. 79-91.

Костицын В.Г., Крохалевский В.Р., Литвиненко А.И. и др. Муксун *Coregonus muksun* (P.) в бассейне Оби: биология, проблемы охраны и использования промысловых запасов // Оценка запасов и проблемы регулирования рыболовства на внутренних водоемах России / Тр. Пермского отд. ГосНИОРХ. СПб., 2003. Т. V. С. 122-134.

Крохалевский В.Р., Андриенко Е.К., Матковский А.К. и др. Состояние запасов сиговых рыб в Обском бассейне // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб / Мат. шестого Всерос. научно-производств. совещ. Тюмень, 2001. С. 73-78.

Малкин Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО, 1999. 146 с.

Матковский А.К. Алгоритмы метода «восстановленного запаса рыб» для изучения изменения промыслового запаса и прогнозирования общедопустимых уловов (ОДУ) на примере обского чира (*Coregonus nasus*) // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб / Мат. шестого Всерос. научно-производств. совещ. Тюмень, 2001. С. 95-98.

Матковский А.К. Апробация метода восстановленного запаса рыб (ВЗР) по тесту ИКЕС и совершенствование метода для определения численности пополнения // Вопросы рыболовства. 2007.

Мосевич Н.А. Зимние заморные явления в реках Обь-Иртышского бассейна // Изв. ВНИОРХ. 1947. Т. 25. С. 5-55.

Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд. ВНИОРХ. Нов. серия. Тюмень: Тюм. кн. изд-во, 1958. Т. 1. 252 с.

Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири (Биологические основы промышленной эксплуатации и воспроизводства сырьевых запасов). М.: Пищевая промышленность, 1971. 184 с.

Петкевич А.Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства в Обь-Иртышском бассейне // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. Тюмень, 1971. С. 3-61.

Полымский В.Н. К методике регулирования интенсивности промысла полупроходных рыб в период миграции // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1978. Т. 136. С. 8-32.

Полымский В.Н. Естественная и промысловая смертность полупроходных сиговых рыб Обского бассейна в период анадромной миграции // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л., 1986. Вып. 243. С. 30-33.

Полымский В.Н., Крохалевский В.Р. Состояние запасов и перспективы использования рыбных ресурсов водоемов Западной Сибири. В кн.: Ресурсы животного мира Сибири / Рыбы. Новосибирск: Наука, 1990. С. 3-8.

Селюков А.Г. Репродуктивная система сиговых рыб (Coregonidae, Salmoniformes) как индикатор состояния экосистемы Оби. 2. Половые циклы муксуна *Coregonus muksun* // Вопросы ихтиологии. 2002. Т. 42. №2. С. 225-235.

Семенова Л.А., Лелеко Т.И., Алексюк В.А. Сток планктона Нижней Оби // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л., 1989. Вып. 305. С. 56-65.

Уварова В.И. Современное состояние уровня загрязнения воды и грунтов некоторых водоемов Обь-Иртышского бассейна // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Л., 1989. Вып.305. С. 23-33.

Уварова В.И. Современное состояние качества воды р. Оби в пределах Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: Изд-во ин-та пробл. освоения Севера СО РАН, 2000. Вып. 1. С. 18-26.

Шумилов И.П., Замятин В.А. Состояние запасов сиговых и их использование в речной системе Обского бассейна. В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. С. 148-150.

THE BASIC LAWS OF NUMBER OF MUKSUN DYNAMICS COREGONUS MUKSUN THE OB RIVER

© 2006 y. A.K. Matkovsky

State Research-production Centre of Fisheries, Tyumen

The natural changes of the number muksun on the Ob river are studied for the period 1969-2004 and the factors that cause are also analyzed. The various periods of fishery on a degree of using muksun stocks are analysed, the estimation of a modern condition of stocks is given. A 12 years cycle in appearing of numerous generations of muksun is revealed. It is established, that the number of generations muksun appreciably depends on the quantity of the breeding fish and the number of the factors connected with a level water of year. The basic influencing factor on a population is fishery. The essential decrease of the trade number of muksun is marked last decade. The negative influence of illegal catch, and the necessity of realization of measures on restoration of muksun stocks is emphasized.