

### МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕРЕСТОВОГО СТАДА ОМУЛЯ *COREGONUS AUTUMNALIS* (PALLAS, 1976) НИЗОВЬЕВ РЕКИ ЕНИСЕЯ

Обобщены материалы исследований омуля за последние тридцать лет. Представленные данные характеризуют размерно-возрастной состав и плодовитость омуля в многолетней динамике (период с 1976 по 2009 г.). Дана общая оценка состояния современной популяции омуля. Выявлены тенденции изменения в размерно-возрастной структуре популяции.

**Ключевые слова:** река Енисей, омуль, возраст, длина, масса, размерно-возрастная структура.

*Yu.V. Perepelin, V.A. Zadelenov, E.Ya. Muchkina*

### LONG-TERM DYNAMICS OF BIOLOGICAL INDICATORS OF OMUL *COREGONUS AUTUMNALIS* (PALLAS, 1976) SPAWING SHOALS IN THE YENISEI RIVER LOWER REACH

The research data about omul for the last thirty years are generalized. The given data describe the size-age structure and fertility of omul in the long-term dynamics (from 1976 to 2009). The general estimation of modern omul population is given. The change trends in the size-age structure of the population are determined.

**Key words:** the Yenisei river, omul, age, length, mass, size-age structure.

Омуль – ценный промысловый полупроходной вид семейства сиговых, имеет наибольшее распространение на север для нагула, так как выдерживает соленость выше, чем другие сиговые (до 16 ‰) [3]. Места нагула омуля включают прибрежную акваторию Карского моря – от Обской губы на западе до Пясинского залива (включительно) на востоке. Нерестилища расположены в р. Енисей на расстоянии 1,5–2 тыс. км выше устья. Формирование нерестового стада начинается после растопления льда в южной части Енисейского залива. В районе п. Усть-Порт (около 300 км от устья) омуль появляется во второй-третьей декаде августа, на нерестилищах в районе п. Сумароково – в конце сентября [1].

В низовьях Енисея более 30 лет сотрудниками ФГНУ «НИИЭРВ» проводятся работы по оценке состояния популяции омуля и других промысловых видов рыб. Актуальность исследования данного вида обусловлена тем, что, во-первых, омуль – один из основных объектов лова сиговых видов рыб в бассейне Енисея, во-вторых, за последние 20 лет промысел омуля переместился с мест нагула на нерестовые пути и в места нереста, что может привести к подрыву воспроизводительного потенциала популяции. Кроме того, велико влияние со стороны браконьеров. Интенсивное освоение Енисея – гидростроительство, расширение работ по добыче нефти и газа – неизбежно окажет влияние на состояние ихтиоценоза реки.

Целью данной работы является анализ основных биологических характеристик нерестовой части популяции омуля низовьев Енисея в многолетнем аспекте и оценка ее состояния.

#### Материалы и методы исследований

В настоящей работе использованы архивные данные ФГНУ «НИИЭРВ» за 1976–2008 годы и данные биологического материала, собранного Ю.В. Перепелиным в 2009 году. Для получения материала по нерестовой популяции омуля использовались ставные и закидные неводы – промысловые орудия лова, отличающиеся низкой селективностью, отражающие естественное состояние облавливаемых стад. Сбор и обработка материала проводилась по стандартным методикам [7]. В публикации приводится промысловая длина рыб в сантиметрах, масса в граммах. За 1976–2009 годы для определения средней пробы промерено 50642 омуля, на полный биологический анализ отобрано 7543 экземпляра, по определению плодовитости выполнено 1754 пробы. Проведено статистическое сравнение данных между пятилетними периодами по средним показателям длины и массы рыб, а также по возрастному составу между десятилетними периодами с помощью критерия Стьюдента для обоих полов [5].

#### Результаты исследований и их обсуждение

В Енисейском рыбохозяйственном районе облавливаются нагульное и нерестовое стада. Среднегодовой вылов за 1981–1990 годы составил 147 т, из них нагульного – 93, нерестового – 54 т, доля нерестового омуля не превышала 40% общей добычи. Промысел нагульного омуля ведется в Енисейском заливе и восточнее – вдоль побережья Карского моря.

С начала 1990-х годов из-за снижения интенсивности лова на местах нагула акцент промысла сместился на нерестовое стадо, добыча которого более доступна и экономически выгодна. При высокой общей интенсивно-

сти промысла доля нагульного омуля в уловах снизилась. В 1991–2000 годы среднегодовая добыча составила 132 т, в том числе в реке – 85 т (64%). В 2001–2009 годах учтенный вылов омуля в бассейне изменялся от 115 до 175 т в год, в р. Енисее – от 80 до 115 т (по данным Енисейского территориального управления Федерального агентства по рыболовству). Перемещение лова омуля с мест нагула на пути нерестовых миграций и в места нереста оказывает негативное воздействие на нерестовую часть популяции омуля.

В период исследований (1976–2009 гг.) нерестовое стадо омуля было представлено рыбами длиной 31–46 см, размерные группы 35–39 см составляют около 80% уловов по числу. Средняя длина рыб (оба пола) за годы наблюдений изменяется от 35,6 до 39,2 см, средняя масса – 565–860 г; средние размеры у самцов – 35,0–38,3 см, 507–794 г, у самок – 36,4–40,7 см, 674–967 г. Половая зрелость наступает у самцов в возрасте 6+ - 8+, у самок – 7+ - 9+ лет. Возраст рыб в нерестовом стаде – от 7+ до 16+ лет; рыбы в возрасте от 9+ до 13+ составляют около 90%. Индивидуальная абсолютная плодовитость за период наблюдений находится в пределах 9,5–65,4 тыс. икринок. Средняя плодовитость, рассчитанная по размерному составу самок в нерестовом стаде, по годам составляет 19,7–24,3 тыс. икринок. Соотношение полов в течение нерестового хода меняется от 2–3-кратного преобладания самцов в начале хода до небольшого превышения самок в конце хода. В среднем доля самок составляет около 40% (табл. 1). По данным А.В. Подлесного, нерест в течение жизни неоднократный, неежегодный у одной и той же особи [6].

Таблица 1

Динамика основных показателей нерестового стада омуля р. Енисей

Средний показатель	1976–1980 гг.	1981–1985 гг.	1986–1990 гг.	1991–1995 гг.	1996–2000 гг.	2001–2005 гг.	2006–2009 гг.
Длина, см	38,5±0,30	36,3±0,14	36,1±0,16	36,7±0,22	36,6±0,25	36,5±0,25	37,4±0,15
Масса, г	791±25,1	677±26,4	617±13,8	650±14,3	639±20,1	672±25,6	712±10,9
Возраст, годы	10,9	10,1	10,3	11,2	11,5	11,8	11,6
Плодовитость, тыс. шт.	27,3	24,5	21,5	21,8	21,0	23,0	22,5
Доля самок, %	31	22	29	39	38	36	39
Годовой улов в бассейне, т	131	137	157	138	125	132	142
В т.ч. в реке, т	42	44	65	81	89	99	73

Анализ изменения длины, массы и плодовитости омуля в нерестовом стаде в многолетней динамике показал, что значения имеют тенденцию к значительному снижению с 1976 по 1990 год (см. табл. 1). Достоверно большую длину и массу тела имели особи омуля в 1976–1980 годах по сравнению со всеми остальными годами (табл. 2). Это характерно как для самцов, так и для самок.

Таблица 2

Значения коэффициента Стьюдента (t-критерия) при сравнении длины и массы тела омуля р. Енисей

Годы	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2009
1976–1980	-	6,83 3,13	7,40 6,04	4,88 4,87	5,12 4,72	5,30 3,31	3,36 3,25
1981–1985	-	-	1,14 1,99	-1,68 0,89	-0,91 1,14	-0,62 0,13	-5,47 -0,87
1986–1990	-	-	-	-2,51 -1,63	-1,70 -0,87	-1,41 1,87	6,30 -4,79
1991–1995	-	-	-	-	0,54 0,45	0,78 -0,75	-2,57 -2,88
1996–2000	-	-	-	-	-	0,22 -1,02	-2,99 -2,75
2001–2005	-	-	-	-	-	-	-3,23 -1,07
2006–2009	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: сравнение проводилось при  $P=0,05$ , число степеней свободы равно 8. При сравнении с данными 2006–2009 гг. число степеней свободы равно 7.

Возможно, это связано с тем, что во второй половине 60-х годов прошлого века после зарегулирования Енисея Красноярской ГЭС произошло повышение температуры воды в русле реки и, как следствие, сдвиг процесса ледохода ниже по течению. Это подтверждается данными Росгидромета (табл. 3).

Таблица 3

**Температура воды р. Енисея до и после зарегулирования русла Красноярской ГЭС, (д. П. Тунгуска [2])**

Годы	Май		Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	
	2-я декада	3-я декада					1-я декада	2-я декада
1956–1966	0,1	1,5	10,2	18,7	16,5	8,8	2,5	0,5
1967–1980	0,5	2,4	10	18,9	15,8	8,5	2,7	0,6

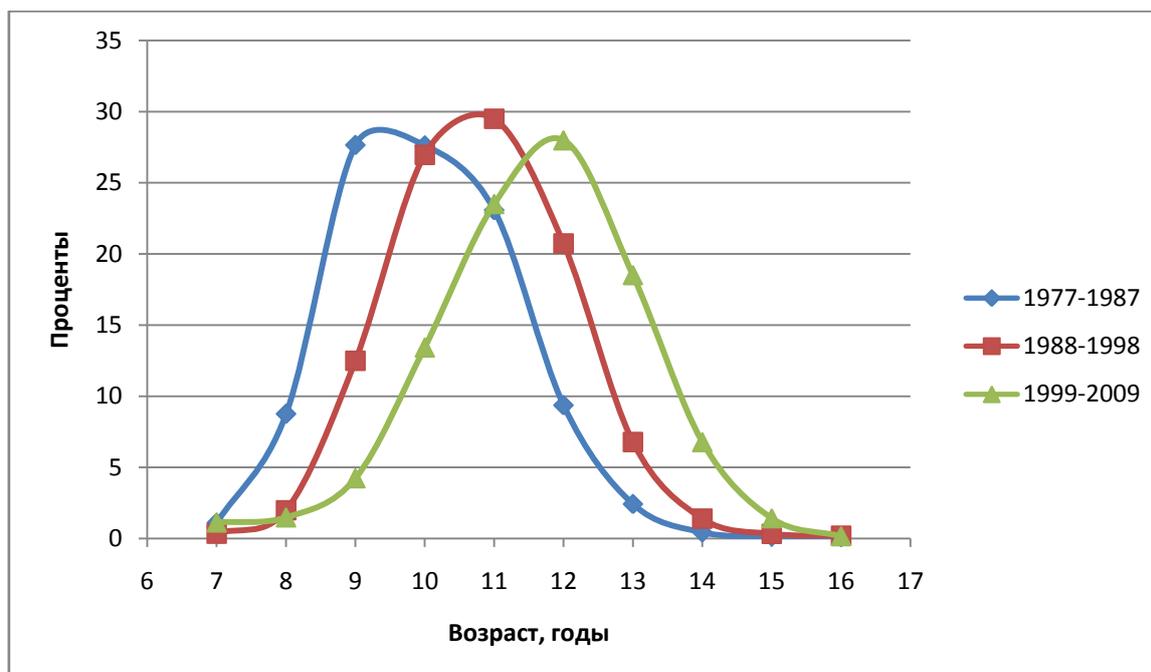
В индивидуальном развитии сиговых, в том числе и омуля, личинки после выклева начинают спускаться с нерестилиц в низовья, к местам нагула. Этот процесс начинается как раз во время ледохода. На личиночной стадии омуль питается планктоном и микрозообентосом, который с током весенних вод попадает в русло Енисея из левобережных притоков (р. Кас, Сым, Дубчес, Елогуй) в районе нерестилиц омуля. В результате сдвига этого процесса большая часть личинок начинает спускаться вниз, не успев получить питание и набрать нужную массу для дальнейшего хода, так как ледоход в притоках происходит позже, чем в русле Енисея. В результате часть личинок погибает, а те личинки, которые остались в местах нерестилиц и дождались таяния льдов левобережных притоков, получают питание в гораздо большем объеме и набирают большую массу. В итоге в места нагула спускается меньшее количество более упитанных личинок [4]. К концу 70-х годов средняя длина и масса тела омуля, а вместе с тем и плодовитость были заметно выше, чем в последующие годы. В последние 4 года (2006–2009 гг.) отмечается повышение ростовых показателей омуля (см. табл. 1, 2).

Изменения возрастной структуры омуля проявились прежде всего в «постарении» стада. С 1988 года прослеживается увеличение доли старшевозрастных групп омуля 12+ – 14+ лет и уменьшение доли младшевозрастных - 8+ и 9+ лет (табл. 4), что отразилось на среднем возрасте омуля в стаде (рис. 1). Уменьшение доли младшевозрастных групп может свидетельствовать о снижении темпа полового созревания. Так, в 1977–1987 годах массовое половое созревание наблюдалось у омуля в возрасте 8+ лет, в 1988–1998 годах – в 9+, в 1999–2009 годах – в 10+ лет. Это обстоятельство очень негативно сказывается на воспроизводительном потенциале, так как нерест у омуля не ежегодный, а предельный наблюдаемый возраст – 16+ лет. Многие особи успевают отнерестовать только один раз в жизни.

Таблица 4

**Возрастная структура нерестового стада омуля р. Енисея во временной динамике, %**

Возраст, лет	1977–1987 годы	1988–1998 годы	1999–2009 годы
7+	1,1	0,3	1,1
8+	8,7	2,0	1,5
9+	27,4	12,3	3,8
10+	27,5	27,0	13,4
11+	23,0	29,3	23,9
12+	9,3	20,5	30,1
13+	2,4	6,7	17,9
14+	0,4	1,4	6,6
15+	0,1	0,3	1,5
16+	0,1	0,2	0,2
Число экземпляров	18976	14162	15346



Динамика изменения возрастной структуры нерестового стада омуля р. Енисея

Изменение биологических показателей: снижение ростовых характеристик после зарегулирования Енисея и темпа полового созревания рыб, «постарение» нерестового стада при устойчивых относительно высоких уловах – может быть обусловлено лимитом кормовых ресурсов омуля в местах нереста при скате личинок.

Учитывая, что высокий уровень изъятия омуля в бассейне Енисея удерживается на протяжении длительного периода при стабильных биологических показателях нерестового стада, состояние его запасов в целом оценивается как напряженное. Возросший пресс промысла на нерестовое стадо в реке и большие объемы неучтенного изъятия могут привести к подрыву воспроизводительного потенциала популяции.

### Выводы

1. Ростовые характеристики омуля имели достоверно большие значения в 1976–1980 годы по сравнению с другим годами.
2. Начиная с 1988 года, отчетливо прослеживается увеличение доли старшевозрастных групп (12+ - 14+ лет), т.е. происходит «постарение» нерестового стада.
3. Одновременно с увеличением доли старшевозрастных групп происходит уменьшение доли младшевозрастных групп, что приводит к снижению воспроизводительного потенциала стада.
4. Учитывая высокий уровень изъятия омуля в бассейне Енисея и возросший пресс на нерестовое стадо, состояние нерестовой части популяции можно оценить как напряженное.

### Литература

1. Андриенко А.И., Богданова Г.И. Состояние запасов и промысла рыб в низовья реки Енисея // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: КНИИГиМС, 2003. – Вып. 4. – С 256–262.
2. Гидрологический ежегодник 1956-1968 гг. – Т. 7. Бассейна Карского моря. – Л.: Гидрометеиздат, 1960, 1961, 1966–1969.
3. Горский Н.Н. Научно-промысловая разведка, проведенная в 1948 г. Сибирским отделением ВНИОРХ совместно с Красноярским рыбопромышленным трестом: рукоп. / Фонды Красноярского отделения ВостСибрыбНИИпроект. – Красноярск, 1949. – С. 133–139.

4. Заделенов В.А., Белов М.А. Антропогенное влияние на нельму *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas) енисейской популяции // Современное состояние водных биоресурсов: мат-лы Междунар. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 228–233.
5. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 265 с.
6. Подлесный А.В. Рыбы р. Енисея, условия их обитания и использования // Изв. ВНИОРХ. – М.: Пищепромиздат, 1958. – Т. 44. – 192 с.
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 376 с.



УДК 581.132.1:581.174.1

Е.Н. Заворуева, В.В. Заворуев

### ДИНАМИКА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛОВ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗ, РАСТУЩИХ ВБЛИЗИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Величина отношения дальней красной к красной флуоресценции хлорофилла листьев берез, растущих вблизи автомобильных дорог, коррелирует с интенсивностью транспортного потока, а концентрация хлорофилла определяется температурным фактором.*

**Ключевые слова:** флуоресценция, хлорофилл, береза, автотранспорт.

E.N. Zavoruyeva, V.V. Zavoruyev

### DYNAMICS OF FLUORESCENCE AND CHLOROPHYLL CONCENTRATIONS IN THE BIRCH LEAVES GROWING NEAR THE ROADS

*The ratio value of far-red to red chlorophyll fluorescence of birch leaves growing near the roads correlates with the intensity of traffic flow, and chlorophyll concentration is determined by the temperature factor.*

**Key words:** fluorescence, chlorophyll, birch, motor transport.

Город Красноярск – крупный промышленный центр с уникальными природными и климатическими особенностями, вызванными условиями рельефа и термической неоднородностью местности. Красноярск входит в число городов, в которых уровень загрязнения воздуха по комплексному показателю индекса загрязнения атмосферы (ИЗА<sub>5</sub>) оценивается как «очень высокий». В 2008 году ИЗА<sub>5</sub> составил 15,31 [1].

Одним из основных источников загрязнения воздуха г. Красноярска является автотранспорт. Эксплуатация морально и технически устаревшего автотранспорта, неудовлетворительное состояние автомобильных дорог, увеличение транспортных потоков способствовали возрастанию загрязнения отработавшими газами воздуха. Причиной повышенного загрязнения окружающей среды от автотранспорта является также низкое качество бензина. В 2008 году общее количество выбросов от автомобилей составило 122760 т, в том числе сажи – 416 т, оксида углерода – 81299 т, оксида азота – 25464 т, диоксида серы – 1442 т, летучих органических соединений – 14136 т. Доля выбросов от автотранспорта в общем количестве выбросов по городу составила 44,2 % [2].

На растения, произрастающие вблизи автодорог, воздействуют повышенные концентрации токсичных веществ. Интенсивность их влияния коррелирует с величиной вариабельной флуоресценции листьев деревьев [3]. Этот параметр характеризует адаптационное приспособление фотосинтетического аппарата растений к условиям окружающей среды. Однако по вариабельной флуоресценции ничего невозможно сказать о структурно-функциональных перестройках в растениях. Получить такую информацию можно с помощью другого люминесцентного параметра. Известно, что величина отношения дальней красной к красной флуоресценции ( $F_{734}/F_{682}$ ) хлорофилла листьев растений отражает концентрацию реакционных центров первой фотосистемы (РЦ I) [4]. Количество РЦ I изменяется в зависимости от физико-химических условий окружающей среды [5]. В частности, показано, что величина параметра  $F_{734}/F_{682}$  уменьшается при выращивании растений в присутствии тяжелых металлов [6].