Известия ТИНРО

2014 **Том 179**

УДК 597.553(282.257.12)

С.И. Грунин*
Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,
685000, г. Магадан, ул. Портовая, 18

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЩУКИ *ESOX LUCIUS* L. (ESOCIDAE) Р. АНАДЫРЬ ЗА ПЕРИОД 1971–2010 ГГ.

Обобщены данные по возрастной и размерной структуре, линейному и весовому росту, а также плодовитости обыкновенной щуки *Esox lucius* L., собранные в р. Анадырь (район Марковской поймы) в период 1971–2010 гг. Интенсивность промысла влияет на изменение структуры популяции щуки. При сильной промысловой нагрузке наблюдалось значительное омоложение облавливаемого стада, снижался темп роста особей, отмечалось увеличение плодовитости самок. В условиях снижения или полного прекращения промысла щуки нами отмечено медленное восстановление ее популяции и возвращение к состоянию, сходному с таковым в 70-е гг. прошлого столетия. С другой стороны, ослабление промысла приводит к увеличению численности щуки и, соответственно, усилению ее пресса (как облигатного хищника) на окружающее сообщество рыб.

Ключевые слова: обыкновенная щука, р. Анадырь, размерно-возрастная структура, линейный и весовой рост, уравнение Берталанфи, плодовитость, промысел.

Grunin S.I. Dynamics of population parameters for pike *Esox lucius* L. (Esocidae) from the Anadyr River in the period of 1971–2010 // Izv. TINRO. — 2014. — Vol. 179. — P. 45–54.

Samples of pike were collected by Lab. of Ichthyology, IBPN FEB RAS in the middle stream of the Anadyr River at Markovo in June-September of 1971–2010 and processed by standard methods; in total 2410 specimens were analyzed. The pike population changed significantly during the period of observation: the fish in catches became smaller and younger, growth rate decreased, and absolute and relative fecundity increased, mainly under impact of fishery, including industrial one that intensified in 1970–1980s. As the result, the pike abundance decreased in 1980s, and the first-spawning females and males became to prevail in its catches. Further decreasing of the abundance was able to promote a reduction of competition in the population. The population could be restored only after considerable decrease of fishing pressure, or banning of the species fishery, that would improve the feeding conditions. Recent lowering of the fishing pressure due to low stock causes partial recovery of the population accompanied by heightening of elder fish portion. Now the fish spawned several times prevail in the catches. However, the growth rate and females fecundity still differ from the values typical for the 1970s. Partial recovery of the pike population should be accounted in estimations of its predatory on other fishes in the Anadyr River, including commercial species.

Key words: northern pike, Anadyr River, size-age structure, linear growth, weight growth, Bertalanffy function, fecundity, fishery.

Введение

Обыкновенная щука *Esox lucius* L. — один из массовых промысловых жилых видов рыб Анадырского бассейна, широко распространена по всей его акватории. Особенно многочисленна она в среднем (Марковская пойма) и нижнем течениях реки,

* *Грунин Сергей Иванович, научный сотрудник, e-mail: grunin_s@mail.ru.*
Grunin Sergey I., researcher, e-mail: grunin_s@mail.ru.

которые издавна являются основными районами ее промысла (Черешнев и др., 2000; Куманцов, Коротаев, 2001). В бассейне р. Анадырь по объемам вылова среди жилых промысловых видов рыб щука занимала 2-е место после чира *Coregonus nasus*. Активный промысел щуки начался в конце 40-х гг. прошлого столетия. В дальнейшем наблюдались значительные годовые колебания уловов с постоянной тенденцией к их увеличению. Пиковые показатели вылова анадырской щуки приходились на 1980-е гг.: в 1983 г. величина годового изъятия достигла 81,6 т. С начала 1990-х гг. промысловая нагрузка на популяцию резко снизилась, в настоящее время объемы ежегодного изъятия вида незначительны.

Цель данной работы — анализ динамики основных популяционных показателей (размерный и возрастной состав, линейный и весовой рост, плодовитость) щуки р. Анадырь в условиях ведения промысла разной интенсивности за период 1971–2010 гг.

Материалы и методы

В основу данной работы легли многолетние (2002–2010 гг.) сборы автора, а также архивные данные (за 1971–1977, 1984–1985 и 1993 гг.) лаборатории ихтиологии Института биологических проблем Севера ДВО РАН. Лов рыб проводили в районе среднего течения р. Анадырь, в многочисленных протоках Марковской поймы в период открытой воды (с июня по сентябрь) ставными сетями с ячеей 45–70 мм, а также крючковой снастью. Условия поимки щук, а именно места и орудия лова, а также сроки каждый год были близкими. Полевая и камеральная обработка собранного материала проведена принятыми в отечественной ихтиологии методами (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Биологический анализ включал измерение длины тела рыб от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника, определение массы тела с внутренностями и без них, а также установление пола пойманных особей. Плодовитость щуки определяли на свежих или фиксированных в 4 %-ном формалине гонадах на стадии их зрелости не ниже III–IV. Сбор гонад проводили осенью (сентябрь) и весной (конец мая) перед началом нереста. При определении индивидуальной абсолютной плодовитости использовали весовой метод (Суворов, 1940). Относительную плодовитость вычисляли путем деления величины индивидуальной абсолютной плодовитости на показатель массы тела самки без внутренностей (Спановская, 1976). Определение возраста рыб проводили по чешуе при помощи бинокуляра МБС-9 (при увеличении 2 × 8). Чешую брали под спинным плавником, выше боковой линии. Всего обработано 2410 экз.

Удельная (или мгновенная) скорость роста (C) была вычислена по формуле Шмальгаузена-Броди (Мина, Клевезаль, 1976; Сметанин, 1982):

$$C = \frac{\lg l_n - \lg l_0}{0{,}4343 \times (t_n - t_0)},$$

где l_n — размер рыбы в конечный момент времени t_n; l_0 — размер рыбы в начальный момент времени t_0.

Для описания зависимости «длина–масса» использовали уравнение степенной функции (Винберг, 1966):

$$Q = aL^b,$$

где Q — масса; L — длина; a и b — коэффициенты.

Линейный и весовой рост был описан при помощи уравнения Берталанфи (Мина, Клевезаль, 1976; Рикер, 1979):

$$L_t = L_\infty \cdot (1 - e^{-k(t - t_0)});\ W_t = W_\infty \cdot (1 - e^{-k(t - t_0)})^b,$$

где L_∞ и W_∞ — соответственно асимптотическая длина и масса тела; k — коэффициент замедления роста (коэффициент роста Броуди); t_0 — теоретический возраст, в котором рыба имела бы нулевую длину (массу), если бы всегда росла согласно уравнению; b — коэффициент функциональной регрессии (коэффициент из степенной зависимости «длина–масса»). Подробное обоснование применения уравнения Берталанфи такого вида для весового роста приведено в работе Бивертона (Beverton, 1994).

Для математической обработки полученных данных использовали программу MS Excel 2010 с привлечением соответствующей литературы (Лакин, 1990). Вычисление коэффициентов уравнений Берталанфи, их сравнительный анализ и графические построения выполняли с помощью программного обеспечения GraphPad Prism 5.

В работе также были использованы сведения по промыслу щуки в р. Анадырь за 1970–2009 гг., предоставленные Чукотским филиалом ТИНРО-центра (г. Анадырь).

Результаты и их обсуждение

Динамика уловов. Щука является одним из основных объектов промышленного и любительского лова среди промысловых жилых видов рыб р. Анадырь: в среднем течении реки ее доля в уловах варьировала от 30 до 100 % от всего объема вылова (Макоедов и др., 2000). Согласно цифрам официальной статистики, за последние 40 лет (с 1970 по 2009 г.) было добыто свыше 930 т щуки. При этом величина ежегодного изъятия изменялась в значительных пределах — от 0,3 до 81,6 т (в среднем составила 29,2 т), и в разные периоды наблюдений интенсивность вылова была различной (табл. 1). В 70-е гг. прошлого столетия объем среднегодового лова щуки составил 27,0 т при варьировании от 6,2 до 57,4 т в год. Пиковые значения вылова приходились на 1980-е гг.: в 1983 г. были изъяты рекордные 81,6 т, а среднегодовые значения в этот период наблюдений достигли 42,0 т, что превышает аналогичный показатель предыдущего десятилетия практически вдвое. В начале 1990-х гг. промышленный лов щуки резко сократился, а учет и контроль уловов и вовсе были прекращены, что главным образом связано с общим развалом рыбной отрасли в стране, наблюдавшимся в те годы. Имеющиеся сведения за вторую половину десятилетия показали существенное снижение величины вылова, который не превышал 34,0 т в год и в среднем составил 20,7 т. В начале 2000-х гг. вновь наметилась тенденция к увеличению объемов вылова щуки, и в 2003 г. было добыто 52,8 т, однако в последующие годы было зафиксировано стойкое снижение величины промыслового изъятия вида. Необходимо отметить, что в статистике гослова зачастую не принимали во внимание другие виды вылова (браконьерский и любительский), объемы которых могли в иные годы быть сопоставимы с официальными уловами (Черешнев и др., 2001; Черешнев, 2008).

Таблица 1

Вылов щуки в р. Анадырь, т

Table 1

Landing of pike from the Anadyr River, t

Год	Вылов	Год	Вылов	Год	Вылов	Год	Вылов
1970	38,4	1980	37,0	1990	–	2000	22,7
1971	13,0	1981	23,5	1991	–	2001	46,8
1972	26,9	1982	0,3	1992	–	2002	52,8
1973	30,2	1983	81,6	1993	–	2003	10,2
1974	13,6	1984	58,2	1994	–	2004	–
1975	6,2	1985	49,1	1995	16,9	2005	5,4
1976	–	1986	54,2	1996	13,8	2006	22,1
1977	57,4	1987	48,2	1997	13,1	2007	10,8
1978	–	1988	47,3	1998	33,5	2008	12,5
1979	30,4	1989	28,4	1999	26,0	2009	2,3

Отдельно стоит отметить, что на основании проведенных в последние годы мониторинговых исследований состояния популяции щуки нами проведен расчет объема общего допустимого улова в районе Марковской поймы (среднее течение р. Анадырь), который был оценен в 200–230 т (Шестаков и др., 2012). Однако, учитывая слабую нагрузку на популяцию в виде промышленного лова, следует предположить увеличение численности щуки в районе наблюдений, что мы и отмечаем в последние годы.

Возрастной и размерный состав уловов. Возрастная и размерная структура контрольных уловов щуки в рассматриваемые годы наблюдений претерпевала достаточно

серьезные изменения. Объединенная выборка, собранная в 70-е гг. прошлого столетия, была представлена особями 4+…18+ лет (рис. 1), в уловах чаще всего встречались рыбы возраста 8+…10+ лет (43,4 %). Зрелые особи начали встречаться в 5+ лет. Более 50 % самцов достигали половой зрелости в возрасте 6+ лет, более 50 % самок — в 7+ лет. Размерная структура была представлена экземплярами длиной от 42,8 до 119,0 см, в среднем 75,3 см. Колебания массы тела щук варьировали в диапазоне от 0,55 до 9,25 кг, а среднее значение показателя составило 3,25 кг (табл. 2).

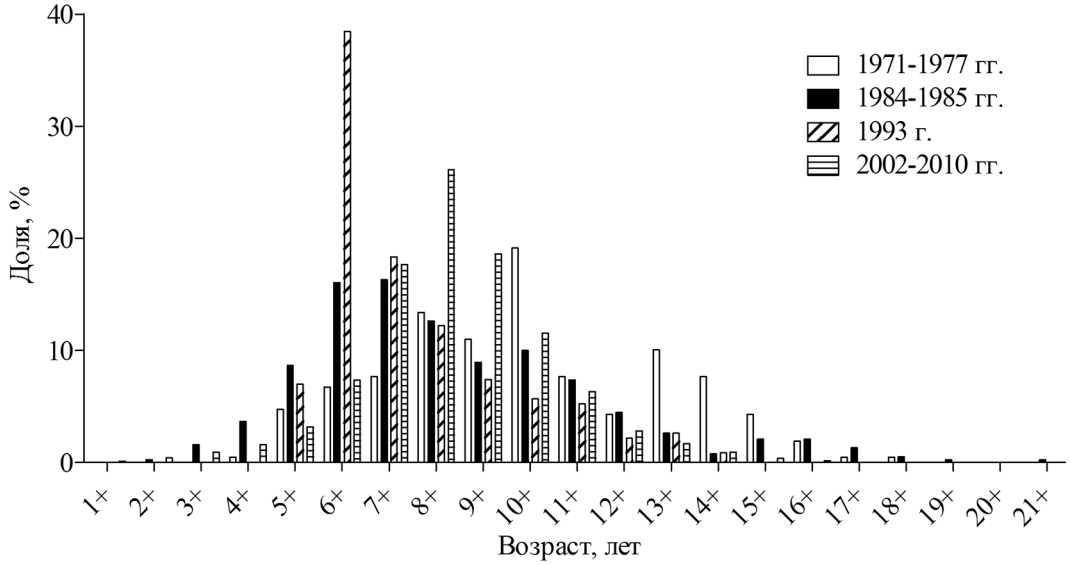

Рис. 1. Возрастной состав уловов щуки в разные периоды наблюдений
Fig. 1. Age structure of the pike catches in different periods of observations

Таблица 2

Варьирование размеров тела щуки в уловах в разные годы наблюдений

Table 2

Variation of the pike body size in catches in different years

Период лова	Длина тела, см	Масса тела, кг	Кол-во, экз.
1971–1977 гг.	42,8–119,0 75,30 ± 8,93	0,55–9,25 3,25 ± 0,12	209
1984–1985 гг.	19,4–113,0 59,40 ± 6,23	0,17–9,00 1,80 ± 0,07	380
1993 г.	43,2–90,0 61,80 ± 6,08	0,64–6,80 1,99 ± 0,07	229
2002–2010 гг.	22,5–111,5 67,30 ± 2,62	0,09–10,36 2,45 ± 0,03	1592

Примечание. Над чертой — пределы изменчивости параметра, под чертой — среднее значение параметра и ошибка средней.

В 1980-е гг., в период наиболее интенсивного промысла, анализ контрольных уловов показал постепенное омоложение облавливаемого стада. Несмотря на максимальный возрастной ряд и присутствие в уловах щук старшего возраста, основу выборки (45,0 %) составляли рыбы 6+…8+ лет. Впервые созревающие самки и самцы отмечены в возрасте 4+ лет. Массовое созревание самцов происходило в период 5+…6+ лет, а самок — на год позже. Анализ размерной структуры уловов показал существенное уменьшение средних размеров пойманных особей на фоне слабого снижения максимальных значений параметров тела. Так, средняя длина тела щук в выборке снизилась до 59,4 (при варьировании от 19,4 до 113,0) см, а средняя масса — до 1,80 кг, при разбросе показателя от 0,17 до 9,00 кг. Иными словами, несмотря на уменьшение размеров тела модальной группы популяции, в уловах тех лет продолжали изредка встречаться особо крупные щуки.

В начале 90-х гг. прошлого столетия произошло существенное сокращение возрастного состава за счет исчезновения из уловов рыб старшего возраста. Теперь весь вылов был представлен щукой от 5+ до 14+ лет, а основу промысла формировали экземпляры 6+…7+ лет (56,7 %). Следует отметить, что возраст модальной группировки практически совпадал с возрастом впервые созревающих рыб. Отдельные неполовозрелые особи еще встречались в возрасте 5+ лет, но уже следующая возрастная группа включала только зрелых самцов и самок. Произошедшие изменения в возрастной структуре стали результатом проводимого в 1970–1980-е гг. интенсивного промысла, направленного на изъятие крупных особей. Анализ размерной структуры рассматриваемой выборки показал, что, несмотря на продолжающуюся с конца 1970-х гг. тенденцию уменьшения предельных размеров тела, средние значения длины и массы рыб все же выросли по сравнению с аналогичными показателями контрольных уловов 1980-х гг. Средняя длина тела пойманных щук составила 61,8 см при варьировании параметра от 43,2 до 90,0 см, аналогичная картина отмечена и в отношении массы — 1,99 (0,64–6,80) кг.

В 2000-е гг. в результате снижения промысловой нагрузки на популяцию щуки признаки омоложения стада стали исчезать. Увеличилась доля рыб старших возрастов, в уловах стали встречаться особи до 16+ лет. Возраст большинства пойманных экземпляров (62,4 %) укладывался в диапазон 7+…9+ лет. Первые зрелые самцы начали появляться в возрасте 4+ лет, а их массовое созревание отмечено в 6+ лет. Возраст впервые нерестующих самок составил 5+ лет, массовое созревание наступало на 1–2 года позже. Размерная структура уловов характеризовалась увеличением средних и максимальных значений длины и массы тела пойманных рыб. Колебания длины тела в объединенной выборке 2002–2010 гг. составили от 22,5 до 111,5 (в среднем 67,3) см, массы тела — от 0,09 до 10,36 (в среднем 2,45) кг. Таким образом, возрастной и размерный состав уловов в последнее десятилетие начинает соответствовать уровню 70-х гг. прошлого столетия.

Как отмечено многими исследователями (Лукин, 1972; Кузнецов, Кузнецов, 2001; Петрова, Кудерский, 2006), вылов любого вида (зачастую чрезмерный) приводит к уменьшению предельных размеров пойманных рыб и общему омоложению облавливаемой популяции. При значительном снижении промысла, отмечаемом в последние годы, доля старшевозрастных рыб вновь увеличивается, происходит постепенное возвращение к оптимальному, естественному состоянию популяции щуки.

Рост. Расчет удельной скорости роста щуки показывает наличие двух периодов роста (табл. 3). Первый характеризуется высокими значениями удельной скорости роста и совпадает с тем временем, когда щука еще не достигла половой зрелости. Второй период роста включает годы жизни рыб после наступления половой зрелости и выражается в более низких значениях. Отмеченная закономерность наблюдается во всех объединенных выборках.

В целом рост анадырской щуки хорошо описывается уравнением Берталанфи, что отражается в высоких значениях коэффициента детерминации (R^2) (рис. 2, табл. 4). Изучение полученных показателей уравнения показало волнообразный характер роста щуки в рассматриваемый период времени.

По данным 1971–1977 гг. значение асимптотической длины (L_∞) составило 143,3 см, а массы (W_∞) — 38,03 кг. К середине следующего десятилетия произошло замедление темпов линейного и весового роста, о чем свидетельствуют не только низкие показатели L_∞ и W_∞, но и повышение коэффициента роста Броди (k). Столь резкое снижение может быть объяснено большими объемами промышленного и любительского лова в конце 70-х и начале 80-х гг. прошлого столетия, когда в первую очередь изымались крупные, быстрорастущие особи старшего возраста, что привело к снижению средних размеров тела.

Высокий темп линейного и весового роста особей, пойманных в 1993 г., подчеркивался увеличением асимптотической длины и массы тела (соответственно до 169,9 см и 64,52 кг), а также уменьшением коэффициента замедления роста (табл. 4). С одной стороны, рассматриваемые показатели отражают состояние популяции на тот период

Таблица 3

Удельная скорость роста щуки в разные годы наблюдений

Table 3

Specific growth rate of pike in different years

Возраст, лет	Длина тела, см				Удельная скорость роста			
	1970-е	1980-е	1990-е	2000-е	1970-е	1980-е	1990-е	2000-е
1+				25,3				
2+		19,4		26,1				0,031
3+		38,7		31,1		0,691		0,175
4+	45,0	44,9		43,7		0,149		0,340
5+	50,8	50,9	50,5	50,6	0,121	0,125		0,147
6+	57,9	52,3	55,4	55,8	0,131	0,027	0,093	0,098
7+	64,2	54,6	60,2	61,2	0,103	0,043	0,083	0,092
8+	67,3	58,5	64,6	66,1	0,047	0,069	0,071	0,077
9+	71,1	60,6	69,9	71,3	0,055	0,035	0,079	0,076
10+	74,7	63,5	72,2	75,0	0,049	0,047	0,032	0,051
11+	78,9	64,1	75,8	80,0	0,055	0,009	0,049	0,065
12+	83,7	69,3	80,8	83,9	0,059	0,078	0,064	0,048
13+	87,3	74,1	85,5	89,8	0,042	0,067	0,057	0,068
14+	92,3	79,1	87,3	96,1	0,056	0,065	0,021	0,068
15+	97,4	82,9		99,0	0,054	0,047		0,030
16+	101,6	85,0		100,5	0,042	0,025		0,015
17+	103,5	93,1			0,019	0,091		
18+	119,0	94,2			0,140	0,012		
19+		87,5				–0,074		

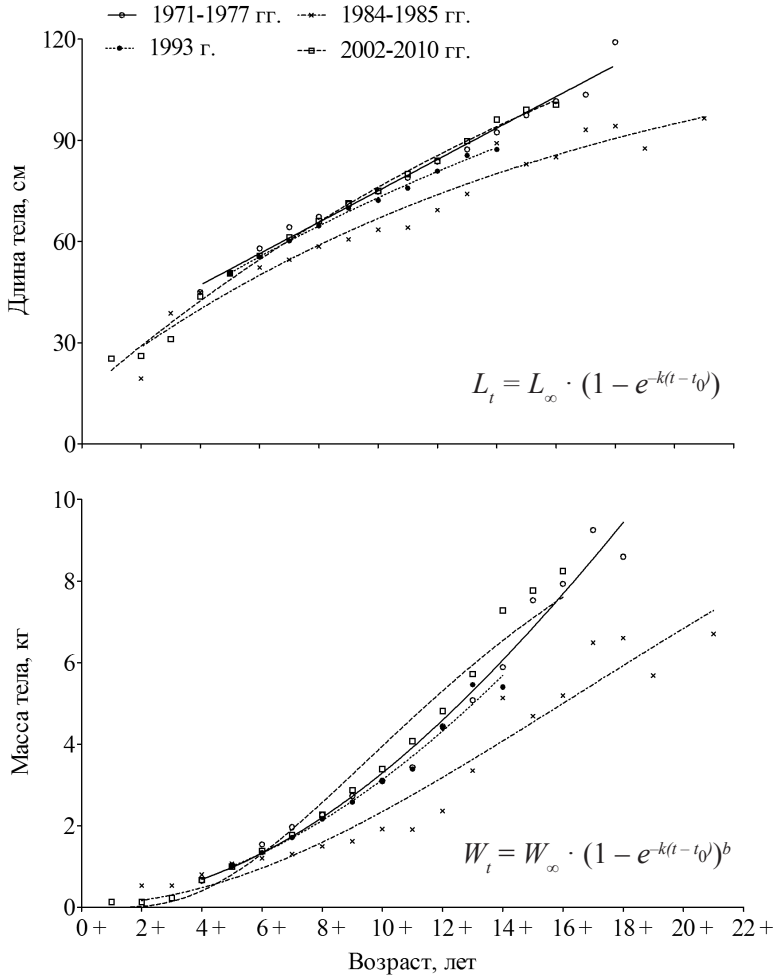

Рис. 2. Линейный и весовой рост щуки в разные годы наблюдений

Fig. 2. Linear and weight growth of pike in different years

Таблица 4

Значение коэффициентов уравнения Берталанфи для линейного и весового роста щуки в разные годы наблюдений

Table 4

Coefficients of Bertalanffy functions for linear and weight growth of pike in different years

Годы	Коэффициенты и их стандартные ошибки				R^2
	$L_\infty \pm s.e.$	$k \pm s.e.$	$t_0 \pm s.e.$		
1971–1977	143,30 ± 18,72	0,03 ± 0,04	0,07 ± 0,03		0,93
1984–1985	129,30 ± 23,76	0,06 ± 0,02	0,13 ± 0,04		0,95
1993	169,90 ± 39,23	0,04 ± 0,01	0,15 ± 0,02		0,99
2002–2010	165,80 ± 29,37	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,01		0,99
	$W_\infty \pm s.e.$	$k \pm s.e.$	$t_0 \pm s.e.$	$b \pm s.e.$	
1971–1977	38,03 ± 26,60	0,04 ± 0,02	0,10 ± 0,04	2,91 ± 0,07	0,98
1984–1985	17,51 ± 11,40	0,06 ± 0,03	0,12 ± 0,06	2,97 ± 0,03	0,94
1993	64,52 ± 14,88	0,04 ± 0,01	0,14 ± 0,05	3,18 ± 0,05	0,98
2002–2010	18,65 ± 3,01	0,13 ± 0,04	–0,13 ± 0,03	3,02 ± 0,02	0,98

Примечание. S.e. — ошибка средней.

времени, когда интенсивный промысел за предыдущие два десятилетия сильно сократил долю старшевозрастных особей и привел к снижению общей численности популяции, что, в свою очередь, обеспечило улучшение условий нагула. С другой стороны, основу уловов (около 60 %) 1993 г. составили особи в возрасте 6+…7+ лет, которые сами по себе характеризуются относительно высоким темпом линейного и весового роста по сравнению с особями более старшего возраста.

В последнее десятилетие вновь отмечается сокращение темпа линейного и весового роста, которое выражается в снижении величин асимптотической длины (165,8 см) и особенно массы (18,65 кг), а также в повышении параметра *k*, который для линейного роста равен 0,05, для весового — 0,13 (табл. 4). Обозначенное замедление роста рыб, по-видимому, связано с увеличением численности щуки вследствие существенного снижения промысловой нагрузки в районе наблюдений.

Плодовитость. Средние значения абсолютной и относительной плодовитости щуки из выборок разных лет представлены в табл. 5. Полученные данные свидетельствуют о значительной изменчивости плодовитости самок в различные годы наблюдений. Общая закономерность для всех выборок — увеличение абсолютной плодовитости с ростом массы тела самок. Коэффициент корреляции ($К_{кор}$) между этими двумя параметрами, при уровне статистической значимости $p \leq 0,05$, для выборки 1977 г. составляет 0,85 (при n = 46), для 1984–1985 гг. $К_{кор}$ = 0,95 (при n = 54) и для 2003–2004 гг. $К_{кор}$ = 0,89 (при n = 80). Высокие средние значения плодовитости отмечены у щук, пойманных в 1977 г. Самки свыше 6 кг имели среднее значение абсолютной плодовитости 176,1 тыс. икр. (при максимуме показателя — 208,0) и относительной — 25,5 шт./г (максимум — 33,0).

Из всех трех представленных выборок низкие значения показателей плодовитости отмечены в сборах за 1994–1985 гг. Это проявляется практически во всех весовых группах. Наибольшие средние значения абсолютной и относительной плодовитости в данной выборке отмечены у рыб свыше 5 кг: соответственно 141,0 тыс. икр. и 23,7 шт./г.

При сопоставлении с показателями за 1977 и 1984–1985 гг. самки, пойманные в 2003–2004 гг., имеют более высокие средние значения плодовитости в одноразмерных группах до 4 кг. Однако при дальнейшем увеличении массы тела показатели плодовитости оказываются ниже, чем у щук тех же размерных групп из более ранних сборов.

Индивидуальная абсолютная плодовитость щуки тесно связана с массой тела. Характер этой связи имеет вид прямолинейной зависимости (рис. 3). М.Т. Живков (1983) предложил в линейном уравнении $y = a + bx$ коэффициентом *a* обозначать «стартовую плодовитость», т.е. плодовитость впервые созревающих самок, а коэффициентом *b* — скорость нарастания плодовитости. Анализ рассматриваемых показателей свидетельствует, что наибольшей стартовой плодовитостью и скоростью ее увеличения обладали самки

Таблица 5

Изменение абсолютной и относительной плодовитости щуки в разные годы наблюдений

Table 5

Change of absolute and relative fecundity of pike in different years

Масса тела, кг	1977 г. (сентябрь)	1984–1985 гг. (сентябрь)	2003–2004 гг. (сентябрь)	2008 г. (май)
< 1,0	–	16,60 ± 3,57 17,50 ± 4,19	–	–
1,1–2,0	30,10 ± 2,33 17,90 ± 1,24	25,70 ± 1,54 16,80 ± 0,79	31,10 ± 5,77 17,0 ± 2,49	15,60 ± 1,22 –
2,1–3,0	41,10 ± 2,88 19,70 ± 2,46	39,20 ± 4,69 16,50 ± 1,44	49,90 ± 2,21 18,0 ± 0,68	26,10 ± 2,47 –
3,1–4,0	50,20 ± 6,44 14,70 ± 1,76	102,3 26,4	59,40 ± 2,97 17,0 ± 0,77	38,40 ± 4,12 –
4,1–5,0	97,0 ± 12,65 20,80 ± 2,29	92,5 22,3	84,30 ± 3,98 18,70 ± 0,82	62,0 –
5,1–6,0	–	141,0 ± 1,54 23,70 ± 0,10	102,10 ± 5,65 18,0 ± 0,82	54,7 –
> 6,1	176,10 ± 31,99 25,50 ± 7,50	127,0 ± 23,06 17,90 ± 2,40	109,90 ± 3,79 15,90 ± 0,72	–
Кол-во, экз.	46	54	80	27

Примечание. Над чертой — абсолютная плодовитость, тыс. икр., под чертой — относительная плодовитость, шт./г.

из уловов 1977 г. В 1980-е гг. значение стартовой плодовитости самок сократилось почти в 2 раза практически без изменения скорости увеличения. Расчет параметров уравнения на основании данных за 2003–2004 гг. показал, что значение стартовой плодовитости определенно увеличилось, но на фоне уменьшения значения коэффициента *b*.

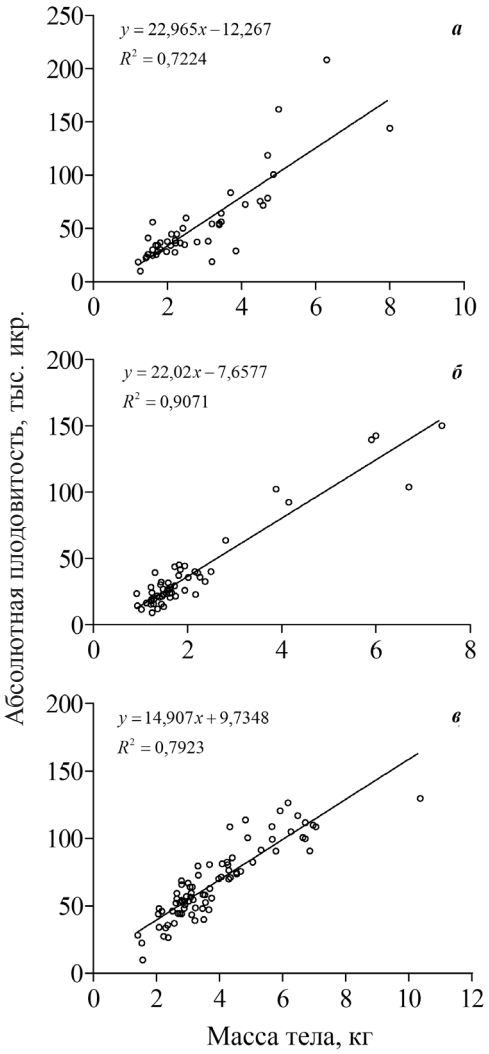

Рис. 3. Взаимосвязь абсолютной плодовитости и массы тела щуки в разные годы наблюдений: **а** — в 1977 г.; **б** — в 1984–1985 гг.; **в** — в 2003–2004 гг.

Fig. 3. Relationship between absolute fecundity and body weight of pike in different years: **а** — 1977; **б** — 1984–1985; **в** — 2003–2004

По косвенным данным (при сопоставлении показателей абсолютной и относительной плодовитости самок щуки) было обнаружено, что за последние 40 лет произошло увеличение размеров икринок, что может быть связано с уменьшением абсолютной плодовитости щуки (Суханова, 1979). Вероятно, что отмеченное изменение связано с увеличением численности популяции щуки, возможным благодаря значительному снижению пресса промысла в последнее десятилетие. В.Н. Иванков (2001) отмечал, что увеличение численности рыб в популяции приводит к уменьшению индивидуальной, а следовательно и популяционной плодовитости. В пользу данного предположения могут служить высокие показатели плодовитости самок из сборов 1977 г., когда численность популяции, благодаря интенсивному промыслу, была ниже. Низкие значения плодовитости щуки из объединенной выборки 1984–1985 гг., по-видимому, связаны со значительным изъятием рыб старшего возраста и преобладанием в уловах впервые нерестующих особей. На последнее также указывает и более низкое значение стартовой плодовитости. Однако скорость увеличения плодовитости практически не отличается от аналогичного показателя предыдущей выборки.

Отдельно нами проведено сопоставление плодовитости самок, пойманных в сентябре 2003–2004 гг. и мае (перед самым нерестом) 2008 г. Полученные данные показали сезонное изменение величины абсолютной плодовитости щуки в сторону уменьшения (в 1,5–2,0 раза) количества икринок в гонадах преднерестовых рыб (табл. 5). По-видимому, данные осенних проб отражают потенциальную плодовитость щуки, достигающую максимального значения в это время (Иванков, 2001).

Заключение

За период наблюдений с 1971 по 2010 г. рассматриваемые популяционные показатели обыкновенной щуки р. Анадырь претерпевали существенные изменения. Изменчивость размерной и возрастной структуры уловов, колебания темпов линейного и весового роста особей, а также значительная вариабельность величин абсолютной и относительной плодовитости самок вызваны влиянием антропогенного фактора на облавливаемую популяцию, а именно промышленного лова разной интенсивности. Следует уточнить, что исследования по влиянию других факторов среды (абиотических и биотических) на популяционную структуру щуки не проводились.

По мере увеличения промысловой нагрузки в 1970–1980-е гг. и ориентирования лова на изъятие крупных, быстрорастущих экземпляров происходит постепенное снижение темпов линейного и весового роста особей и общее омоложение облавливаемого стада. Сокращение в уловах доли рыб старшего возраста приводит к тому, что основу вылова начинают составлять впервые нерестующие самки и самцы. Кроме того, чрезмерный пресс промышленного лова в течение продолжительного времени приводит к сокращению численности облавливаемого стада, что, в свою очередь, может способствовать снижению конкурентных проявлений (главным образом в пище) внутри популяции.

Значительное ослабление промысловой нагрузки (вплоть до прекращения ведения промысла) дает возможность восстановления популяции щуки и возвращения ее к состоянию 70-х гг. прошлого столетия. Вполне вероятно, что одним из условий, обеспечивающих подобное восстановление, является улучшение условий нагула вследствие снижения внутривидовой конкуренции. Косвенным фактом, подтверждающим данное предположение, могут служить показатели линейного и весового роста щуки из выборки 1993 г. В последнее десятилетие на фоне невысоких объемов ежегодного промыслового изъятия вида продолжается восстановление популяции и возвращение ее к состоянию 1970-х гг. В уловах усилилось присутствие рыб старшего возраста, основу вылова теперь формируют особи, нерестовавшие несколько раз. Однако плодовитость самок имеет более низкие показатели по сравнению с аналогичными данными по выборке 1977 г. Увеличение плотности популяции, вследствие слабой промысловой нагрузки, способствует снижению темпа линейного и весового роста щуки. Другим результатом увеличения численности можно считать усиление пресса щуки как облигатного

хищника на окружающее сообщество рыб, в частности на ценные промысловые виды сигов, в массе населяющие среднее течение р. Анадырь.

Список литературы

Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных // Успехи современной биологии. — 1966. — Т. 61, вып. 2. — С. 274–292.

Живков М.Т. К вопросу об относительной плодовитости рыб // Гидробиология. — 1983. — № 19. — С. 70–85.

Иванков В.Н. Репродуктивная биология рыб : монография. — Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2001. — 224 с.

Кузнецов В.А., Кузнецов В.В. Размерно-возрастная структура, рост и плодовитость леща *Abramis brama* Свияжского и Мешинского заливов Куйбышевского водохранилища в 1996–1998 гг. // Вопр. рыб-ва. — 2001. — Т. 2, № 3. — С. 432–447.

Куманцов М.И., Коротаев Ю.А. Рыбохозяйственное районирование Чукотки // Вопр. рыб-ва. — 2001. — Т. 2, № 3. — С. 476–493.

Лакин Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие. — М. : Высш. шк., 1990. — 352 с.

Лукин А.В. Щука // Распределение и численность промысловых рыб Куйбышевского водохранилища и обуславливающие их факторы. — Казань : Татар. кн. изд-во, 1972. — С. 126–131.

Макоедов А.Н., Куманцов М.И., Коротаев Ю.А., Коротаева О.Б. Промысловые рыбы внутренних водоемов Чукотки : монография. — М. : Психология, 2000. — 208 с.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных : монография. — М. : Наука, 1976. — 291 с.

Петрова Л.П., Кудерский Л.А. Обыкновенная щука // Водлозеро: природа, рыбы, рыбный промысел. — Петрозаводск, 2006. — С. 80–87.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб : монография. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 408 с. (Пер. с англ.)

Сметанин М.М. Погрешности количественных показателей роста рыб // Тр. Ин-та биологии внутр. вод АН СССР. — 1982. — Вып. 49(52): Оценка погрешностей методов гидробиологических и ихтиологических исследований. — С. 63–74.

Спановская В.Д. К методике определения плодовитости единовременно и порционно икромечущих рыб // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. — Вильнюс : Мокслас, 1976. — Ч. 2. — С. 54–62.

Суворов Е.К. Основы общей ихтиологии : монография. — Л. : ЛГУ, 1940. — 433 с.

Суханова Г.И. О нересте и плодовитости *Esox lucius* L. Вилюйского водохранилища // Вопр. ихтиол. — 1979. — Т. 19, вып. 2. — С. 278–283.

Черешнев И.А. Пресноводные рыбы Чукотки : монография. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2008. — 324 с.

Черешнев И.А., Макоедов А.Н., Шестаков А.В., Коротаев Ю.А. Река Анадырь, ее рыбы и рыболовство (история, современность, проблемы и перспективы) // Вопр. рыб-ва. — 2000. — Т. 1, № 1. — С. 45–73.

Черешнев И.А., Шестаков А.В., Скопец М.Б. и др. Пресноводные рыбы Анадырского бассейна : монография. — Владивосток : Дальнаука, 2001. — 336 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. — М. : АН СССР, 1959. — 164 с.

Шестаков А.В., Грунин С.И., Хохлов Ю.Н. Состояние запасов и размерно-возрастная структура промысловых жилых рыб р. Анадырь (Чукотка) // Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление : мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летнему юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 240–248.

Beverton R.J.H. Notes on the use of theoretical models in the study of the dynamics of exploited fish population. — North Carolina, 1994. — 153 p.

Поступила в редакцию 2.07.14 г.