

мого ему материала для строительства жилищ и изготовления орудий труда (кости, бивни и т.п.).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-04-98510.

### Литература

1. Pitulko V.V., Nikolsky P.A., Girya E.Y. et al. The Yana RHS site: humans in the Arctic before the Last Glaciation // Science. – 2004. – V. 303. – P. 52–56.
2. Basilyan A.E., Anisimov M.A., Nikolsky P.A., Pitulko V.V. Woolly mammoth mass accumulation next to the Paleolithic Yana RHC site, Arctic Siberia: its geology, age and relation to past human activity // Journal of Archaeological Science. – 2011. – V. 38. – P. 2461–2474.
3. Гарутт В.Е. Южный слон *Archidiskodon meridionalis* (Nesti) из плиоцена северного побережья Азовского моря // Труды Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1954. – Т.Х, вып. 2. – С. 5–76.
4. Гарутт В.Е. Ископаемые слоны Сибири // Труды НИИГА: Антропогенный период в Арктике и Субарктике. – 1965. – Т.143. – С. 106–130.
5. Гарутт В.Е., Форонова И.В. Исследования зубов вымерших слонов: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1976. – 35 с.
6. Maschenko E.N. Individual development, biology and evolution of the woolly mammoth *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) // Cranium. – 2002. – V. 19, №1. – 120 p.
7. Мащенко Е.Н. Структура стада мамонтов из Севского позднплейстоценового местонахождения // Труды ЗИН РАН. – 1992. – Т. 246. – С. 41–59.
8. Mashchenko E.N., Gablina S., Tesakov A.S., Simakova A.N. The Sevs woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) site in Russia: Taphonomic, biological and behavioral interpretations // Quat. International. – 2006. – V. 142/143. – P. 147–165.
9. Кузьмина И.Е., Мащенко Е.Н. Возрастные морфологические изменения черепа и скелета детенышей мамонта Русской равнины // Труды ЗИН РАН. – 1999. – Т. 275. – С. 51–131.
10. Гарутт В.Е. Зубная система слонов в онтогенезе и филогенезе // Труды ЗИН АН СССР. – 1977. – Т. 73. – С. 3–36.
11. Лавров А.В., Мащенко Е.Н. Крупнейшее захоронение мамонтов в Европе // Природа. – 1991. – №1. – С. 52–55.
12. Гарутт В.Е. Скелет мамонта *Mammuthus primigenius* (Blumenbach, 1799) из окрестностей с. Козлово Чермезского района Пермской области // Волжская фауна плейстоценовых млекопитающих в Геолого-минералогическом музее Казанского университета. – Казань: Изд-во КГУ, 1992. – С. 31–54.
13. Аверьянов А.О. Мамонт Кутоманова // Четвертичная фауна Северной Евразии // Труды ЗИН РАН. – 1994. – Т. 256. – С. 114–135.
14. Юрибейский мамонт. – М.: Наука, 1982. – 160 с.
15. Roth L.V. How elephants grow: heterochrony and the calibration of developmental stages in some living and fossil species // Journal of Vertebrate Paleontology. – 1984. – V. 4. – P. 126–145.
16. Лазарев П.А., Томская А.И. Млекопитающие и биостратиграфия позднего кайнозоя Северной Якутии. – Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
17. Мащенко Е.Н. Морфологическая изменчивость зубов шерстистого мамонта (*Mammuthus primigenius*) в позднем плейстоцене Восточной Евразии: мат-лы Межд. научной конф. – Якутск, 2004. – С. 10–11.
18. Томская А.И. Кормовая база мамонта в позднем плейстоцене Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 2000. – 59 с.
19. Верецагин Н.К. Берелехское «кладбище» мамонтов // Труды ЗИН АН СССР. – 1977. – Т. 72. – С. 5–50.
20. Боескоров Г.Г., Мащенко Е.Н. Загадки Берелехского кладбища // Наука и жизнь. – 2010. – №3. – С.16–17 с.

Поступила в редакцию 02.08.2013

УДК 591.4:597.58 (282.256.6)

## Анализ тенденции изменения морфологических показателей речного окуня *Perca fluviatilis* и обыкновенного ерша *Gymnocephalus cernuus* (Perciformes, Percidae) реки Лена в долгосрочном временном интервале

А.Ф. Кириллов, Н.Ш. Мамиллов, Т.А. Салова

Разнообразие аборигенных видов рыб среднего течения р. Лена в течение 50 лет остается стабильным. Здесь постоянно встречаются 37 видов рыбообразных и рыб, среди которых многочисленными видами на протяжении всего периода исследований являлись окунь и ерш. Возрастающее за-

КИРИЛЛОВ Александр Федорович – к.б.н., в.н.с. ЯФ ФГУП «Госрыбцентр», grs-sakha@mail.ru; МАМИЛОВ Надир Шамилевич – к.б.н., сотрудник Научно-исследовательского института проблем биологии и биотехнологии Казахского национального университета, mamilov@nursat.kz; САЛОВА Татьяна Александровна – к.б.н., главный ученый секретарь ЯНЦ СО РАН, t.a.salova@prez.yasn.ru.

грязнение р. Лена обусловило наличие различных патологий в системах детоксикации (печени, почках и жабрах) окуня и ерша в среднем течении р. Лена. Наблюдаемые существенные изменения в экосистеме р. Лена обусловили изменения морфологии окуня и ерша. Результаты проведенных исследований выявили существенные изменения внешнего облика этих видов рыб. Важно отметить, что для обоих видов не обнаруживается различий между особями из выборок близких лет, но между выборками середины прошлого века и начала нынешнего существуют явные различия. В популяциях обоих видов рыб произошло четкое обособление по совокупности пластических признаков, связанных как с изменением гидродинамических свойств рыб, так и способом их питания. Счетные признаки рыб могут меняться в широких пределах в результате изменения факторов внешней среды, и даже незначительные изменения условий обитания способны повлиять на генетическую структуру популяции окуня. Сравнение выборок во временном аспекте выявило у окуня и ерша четкое разделение по пластическим признакам и увеличение размаха изменчивости по счетным признакам. Наблюдаемые существенные изменения в экосистемах арктических водоемов в индустриальный период, в том числе и в р. Лена, усиленные общим изменением климата, обусловили изменения морфологии окуня и ерша в р. Лена.

Ключевые слова: р. Лена, окунь *Perca fluviatilis*, ерш *Gymnocephalus cernuus*, популяция, морфология, внешний облик, тренд, икhtiологическая индикация, загрязнение.

*A variety of native fish species in the Middle Lena river has been stable for the last 50 years. 37 fish-shaped and fish species are permanent for the river. Among them the perch and pope are always abundant throughout the entire period of research. Increasing pollution of the Lena River caused the existence of various pathologies in detoxication systems (liver, kidneys and gills) of the perch and pope in the Middle Lena. Notable changes observed in the Lena ecosystem also affected morphology of these species. The study revealed essential changes in the appearance of the perch and pope. It should be noted that there were no distinctions for both species between individuals from samples of recent years, but between samples made in the middle of the last and the beginning of the present centuries there are obvious distinctions. In populations of the two fish species there was a clear isolation on the aggregate of plastic traits related to both the change of hydrodynamic properties of the fishes, and the way of their nutrition. Meristic features of fishes can change over a wide range as a result of variation in environmental factors, and even minor alterations of the habitat conditions are capable of affecting genetic structure of the perch population. Sample comparison in the perch and pope considered in the time span revealed a clear division of plastic patterns and increase in scope of variability according to meristic characters. Notable changes observed in ecosystems of the Arctic water bodies during the industrial period including the Lena r. strengthened by the general climate change resulted in changes of the perch and pope morphology in the Lena r.*

Key words: Lena river, perch *Percafluviatilis*, pope *Gymnocephaluscernuus*, population, morphology, external appearance, trend, ichthyological indication, pollution.

Рыбы как конечное звено в трофических цепях водоемов и как организмы, внешний облик которых в значительной мере зависит от условий окружающей среды, являются одним из наиболее чутких индикаторов изменений, происходящих в гидроэкосистемах [1–8], приводящих к перестройке вариационных параметров популяций рыб [9]. Морфологический и физиологический методы икhtiологической индикации экологического состояния водоемов являются высокоинформативными и сравнительно недорогими.

Окунь *Perca fluviatilis* и ерш *Gymnocephalus cernuus* являются удобными объектами для контроля состояния р. Лена, поскольку оба вида легко узнаются, ведут оседлый образ жизни и многочисленны [10–12].

Цель работы: изучение изменений морфологии окуня и ерша в среднем течении р. Лена, произошедших за последние 50 лет.

## Материалы и методики

Материалом для данной работы послужили икhtiологические сборы в среднем течении р. Лена в 1947 г. (фондовые материалы Ф.Н. Кириллова) и в 2001–2002 гг. Рыб отлавливали ставными сетями и крючковой снастью. Всего проанализировано 69 окуней и 68 ершей.

Икhtiологический материал собран и обработан по общепринятой методике [13]. При статистической обработке использовали методы, изложенные в работе [14]. Популяционное разнообразие оценивали с помощью методов многомерного статистического анализа (метод главных компонент), согласно руководствам [15–17], используя пакет компьютерных программ «NTSYSpc», версия 2.02. Собственные векторы вычисляли по вариационно-ковариационной матрице, длина собственного вектора равняется 1. Анализируемые данные предварительно стан-

дартизировали, что позволило устранить различия, возникающие при вычислении собственных векторов по вариационно-ковариационным или корреляционным матрицам [18]. Для пластических признаков широко принятой является интерпретация [19], согласно которой, первую главную компоненту рассматривают как характеризующую размер особи, а вторую и третью – форму тела. Для числового представления различий между выборками разных лет использовали критерий подвидового различия [20].

В тексте приняты следующие сокращения: L – полная длина рыбы, мм; l – длина рыбы до конца чешуйного покрова, мм; Q – полная масса рыбы, г; q – масса рыбы без внутренностей, г; Fulton – показатель упитанности по Фултону; D1, D2 – первый и второй спинной плавники; P, V, A – грудной, брюшной и анальный плавники; aD, aA, aV, aP – расстояние соответственно до спинного, анального, брюшных и грудных плавников; pD – постдорсальное расстояние; P-V – расстояние от начала грудных до начала брюшных плавников; V-A – расстояние от начала брюшных плавников до начала анального плавника; ca – длина хвостового стебля; c – длина головы; hc – высота головы у затылка; ao – длина рыла; o – горизонтальный диаметр глаза; op – заглазничное расстояние; mx, mh – длина и ширина верхней челюсти; md – длина нижней челюсти; io – ширина лба; H – наибольшая высота тела; ID1, ID2 – длина основания первого и второго спинных плавников; hD1, hD2 – высота первого и второго спинных плавников; IA – длина основания анального плавника; hA – высота анального плавника; IP – длина грудного плавника; IV – длина брюшного плавника; IC – длина хвостового плавника; l.l – число поперечных рядов чешуи; Dr, Ds – количество неветви-

стых и ветвистых лучей в спинном плавнике; Ar, Asf – количество неветвистых и ветвистых лучей в анальном плавнике; P, V – количество лучей в грудных и брюшных плавниках; Sp.br. – количество жаберных тычинок; Vert. – количество позвонков.

## Результаты

Разнообразие аборигенных видов рыб среднего течения р. Лена в течение 50 лет остается стабильным. Здесь постоянно встречаются 37 видов рыбообразных и рыб [12], среди которых многочисленными видами на протяжении всего периода исследований являлись окунь и ерш.

*Окунь.* Максимальные размеры и масса отловленных в начале XXI века рыб заметно меньше, чем 50 лет назад. Значительно сократилась максимальная продолжительность жизни: в прошлом она составляла 13 лет, в настоящее время не превышает 8 лет, уменьшились размеры и упитанность рыб.

По сравнению с данными прошлого века в современной популяции окуня изменились пределы варьирования большинства признаков. В настоящее время преобладают рыбы со сдвинутыми к хвосту D1, D2, A и P напротив стали ближе к голове; уменьшились ID2, mh, md, l.l, Ds2, V и Sp.br. Увеличился размах изменчивости по многим признакам (табл. 1). Результаты многомерного анализа показали разделение особей из выборок разных лет по совокупности пластических признаков. В различия по пластическим признакам наибольший вклад вносят положение D1, D2, A, P, форма D1, D2, o, mh, md (табл. 2). По совокупности счетных признаков современная выборка более разнообразна, чем выборка 1950-х годов, прослеживается тенденция к раз-

Таблица 1

Сравнение морфобиологических показателей *Perca fluviatilis* р. Лена

Признаки	1947 г. (n=35)		2001–2002 гг. (n=34)		CD	P
	Limit	M±m	Limit	M±m		
	2	3	4	5	6	7
L, mm	182–445	342,8±45,92	117–310	182,1±34,53	1,56	0,001
l, mm	152–383	292,3±39,74	91–267	153,4±30,45	1,57	0,001
Q, g	70–1150	619,2±223,70	11,3–420,0	52,7±80,84	1,49	0,001
Fulton	1,45–4,09	2,34±0,281	1,50–2,88	1,96±0,209	0,51	0,001
As	nd	nd	0–1,00	0,29±0,175	nd	nd
aD	28,7–33,5	30,6±0,94	29,4–35,4	31,9±0,89	0,51	0,001
aA	66,4–73,9	70,4±1,51	65,8–80,3	69,8±1,61	0,12	>0,05
aV	29,6–38,8	34,9±0,98	32,6–40,9	35,1±1,07	0,07	>0,05
aP	27,6–32,6	31,0±0,62	27,6–34,6	29,9±0,95	0,44	0,001
VA	33,9–42,3	37,3±1,56	33,3–40,9	36,7±1,18	0,18	>0,05
ca	18,1–23,3	20,4±1,07	17,8–24,8	21,4±1,23	0,31	0,05
c	29,5–34,4	31,7±0,96	29,3–36,2	32,0±1,15	0,10	>0,05
ao	8,2–10,6	9,3±0,47	5,9–10,1	8,6±0,59	0,50	0,001
o	3,8–5,9	4,6±0,31	4,9–8,3	6,2±0,69	0,70	0,001

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЧНОГО ОКУНЯ

О к о н ч а н и е т а б л . 1

1	2	3	4	5	6	7
op	13,4–19,4	17,4±1,01	13,8–19,7	16,8±0,93	0,24	0,05
lmx	9,6–13,6	12,0±0,67	10,8–14,3	12,6±0,65	0,32	0,01
hmx	3,4–4,5	4,0±0,25	2,0–4,2	3,4±0,41	0,75	0,001
md	15,2–16,8	16,1±0,35	13,6–18,1	15,7±0,62	0,29	0,05
io	7,8–9,2	8,3±0,24	6,1–14,3	7,7±0,70	0,37	0,01
hco	14,0–22,5	16,0±0,92	12,7–20,2	15,0±0,81	0,37	0,01
hc	19,7–25,9	22,3±1,28	17,9–22,8	20,5±0,88	0,69	0,001
H	26,7–33,4	29,7±1,39	24,5–31,7	27,5±1,28	0,62	0,001
h	7,7–9,4	8,4±0,35	6,8–12,0	8,5±0,87	0,08	>0,05
lD1	31,8–37,7	35,0±1,17	33,3–48,8	35,9±1,57	0,23	>0,05
lD2	16,9–23,5	19,8±1,35	15,6–20,7	18,4±1,01	0,47	0,001
hD1	13,7–21,3	16,2±1,26	13,8–22,0	16,2±1,12	0,02	>0,05
hD2	11,3–17,0	13,7±0,93	8,1–16,5	12,4±1,64	0,37	0,01
lA	8,6–12,5	10,6±0,72	9,1–14,3	11,1±0,85	0,25	0,05
hA	13,2–17,7	15,6±0,86	10,5–16,7	13,5±1,55	0,71	0,001
lP	15,2–19,7	18,0±0,59	12,7–22,0	18,8±1,71	0,27	>0,05
lV	17,6–22,4	19,8±0,69	14,7–24,3	19,7±1,77	0,05	>0,05
l,l	59–72	65,6±2,51	56–72	62,7±2,41	0,44	0,001
D1	14–16	15,1±0,21	14–16	15,1±0,45	0,06	>0,05
D2r	2–3	2,0±0,06	1–2	1,9±0,25	0,33	0,05
D2s	13–16	14,6±0,61	13–16	14,1±0,56	0,35	0,01
A sf	7–9	8,3±0,42	7,5–10	8,7±0,45	0,44	0,001
P	14–16	14,9±0,29	12–16	14,1±0,75	0,48	0,001
Sp,br	20–25	23,3±1,03	17–27	21,9±1,67	0,41	0,01
Vert,ca	19–21	20,3±0,53	18–23	20,8±0,96	0,28	0,05
Vert	40–43	40,9±0,40	38–44	41,6±0,87	0,35	0,01

Примечание. nd – нет данных; полужирным шрифтом выделены увеличившиеся пределы варьирования.

Т а б л и ц а 2

Нагрузка пластических признаков *Perca fluviatilis* р. Лена на главные компоненты

Признаки	Компоненты			Признаки	Компоненты		
	1	2	3		1	2	3
aD	0,1543	0,3171	0,1183	io	0,2242	-0,0014	-0,1256
aA	0,3064	0,0735	-0,0243	hco	0,1755	-0,1135	0,1410
aV	0,2532	0,1499	0,0542	hc	0,2594	-0,2410	-0,0477
aP	0,2880	0,0621	0,1290	H	0,2355	-0,2455	-0,1444
VA	0,1837	-0,0549	-0,1303	h	0,1178	0,1370	-0,1565
ca	0,0351	0,2328	0,3390	lD1	0,0953	0,1479	-0,3076
c	0,2707	0,1953	-0,0325	lD2	0,1054	-0,2229	-0,3061
ao	0,2593	-0,0997	0,0357	hD1	0,2144	0,2038	0,2472
o	-0,1501	0,4107	-0,0911	hD2	0,1443	-0,0841	0,5346
op	0,2639	-0,0495	-0,1098	lA	0,0638	0,2354	-0,2898
lmx	0,1533	0,2234	-0,0009	hA	0,1258	-0,1657	0,1754
hmx	0,1517	-0,3055	-0,1260	P	0,0568	0,2663	-0,2330
md	0,2878	0,0421	0,0097	V	0,1018	0,1500	-0,0886

Т а б л и ц а 3

Нагрузка счетных признаков *Perca fluviatilis* р. Лена на главные компоненты

Признаки	Главные компоненты		
	1	2	3
ll	0,4287	0,4114	0,2033
D1	-0,2520	0,0750	-0,6127
D2s	0,1895	0,4058	-0,5517
Asf	-0,3671	0,4079	0,4829
P	0,5314	0,0027	-0,1107
Sp,br	0,5182	0,0720	0,1799
Vert	-0,1765	0,6992	-0,0335

делению выборок разных лет в пространстве 1–3 главных компонент (табл. 3).

*Ери.* У ерша существенно изменились пределы варьирования и средние значения большинства признаков (табл. 4). Например, ao стало короче, увеличились op, mx, уменьшились hc, l,l, Vert.

По совокупности пластических признаков особи из выборок, взятых в середине прошлого и начале нынешнего века, явственно разделены в пространстве 1–3 главных компонент. Наибольший вклад в разделение выборок вносят размеры головы (табл. 5).

Таблица 4

Сравнение морфобиологических показателей *Gymnocephalus cernuus* р. Лена

Признаки	1947 г. (32 экз.)		2002 г. (36 экз.)		CD	P
	Limit	M±m	Limit	M±m		
L, mm	76,0–153,0	119,2±12,45	78,0–153,0	107,8±15,24	0,31	0,05
l, mm	62,5–127,5	98,5±10,77	63,0–115,0	87,9±11,38	0,37	0,01
Q, g	4,9–44,3	20,4±5,85	4–31	13,0±5,45	0,49	0,001
Fulton	1,77–2,20	1,94±0,10	1,33–2,14	1,75±0,15	0,63	0,001
As	nd	nd	0–0,50	0,18±0,210	nd	nd
aD	30,7–35,5	33,4±0,72	32,9–39,0	35,4±1,24	0,81	0,001
PV	7,1–9,9	8,6±0,53	7,2–11,6	9,4±0,80	0,47	0,001
VA	29,5–35,9	33,1±1,04	26,1–40,4	33,2±2,20	0,04	>0,05
lca	19,1–23,6	21,9±0,83	20,4–27,7	24,1±1,05	0,84	0,001
l c	27,3–32,1	29,9±0,85	30,2–34,9	32,1±0,99	0,97	0,001
ao	8,6–12,6	10,7±0,89	8,7–11,3	9,9±0,46	–0,48	0,001
o	7,0–9,7	8,3±0,45	7,8–10,4	9,0±0,46	0,64	0,001
op	10,3–12,2	11,4±0,41	12,3–16,0	14,0±0,79	1,75	0,001
md	10,4–13,6	12,1±0,75	9,9–14,8	12,7±0,80	0,31	0,05
l mx	7,7–10,0	8,9±0,45	9,1–16,0	13,5±1,26	1,99	0,001
h c	18,9–22,0	20,5±0,59	17,0–22,2	19,6±0,93	0,47	0,001
hco	13,6–17,2	15,5±0,78	14,0–17,3	15,6±0,62	0,04	>0,05
io	4,7–5,7	5,2±0,24	4,0–6,3	5,1±0,36	0,20	>0,05
H	20,0–24,3	22,4±1,03	20,5–30,0	24,1±1,28	0,55	0,001
h	6,2–8,0	7,2±0,37	6,6–8,8	7,7±0,35	0,49	0,001
l D1	30,3–36,8	33,8±1,50	30,0–40,3	34,0±1,61	0,07	>0,05
h D1	18,4–24,0	21,1±1,57	16,9–23,6	20,6±1,24	0,19	>0,05
l D2	16,4–21,4	18,3±0,90	15,9–23,8	18,7±1,39	0,13	>0,05
h D2	11,0–15,3	13,2±0,86	10,8–16,0	13,4±1,08	0,07	>0,05
l A	10,6–13,8	11,8±0,61	10,1–15,0	12,8±0,62	0,59	0,001
h A	14,3–19,2	17,2±0,94	14,8–20,6	17,6±1,14	0,16	>0,05
l P	19,2–24,0	21,4±0,93	19,2–23,4	21,3±0,95	0,07	>0,05
l V	20,5–24,3	22,6±0,67	17,2–25,0	21,3±1,40	0,50	0,001
l Cs	19,4–24,0	21,1±0,74	15,6–23,3	19,9±1,92	0,36	0,01
l Ci	19,2–22,4	20,7±0,77	14,7–22,5	19,2±1,96	0,43	0,01
l, l	36–42	38,3±1,10	35–41	37,8±1,50	0,19	>0,05
l, l, ca	13–19	15,7±1,00	11–18	14,3±1,24	0,49	0,001
Ds	13,0–14,0	13,5±0,50	13–16	13,8±0,50	0,23	>0,05
D2r	11,0–14,0	12,3±0,69	10–14	11,9±0,80	0,25	0,05
As	5–7	5,7±0,48	5–7	5,5±0,48	0,19	>0,05
P	13–15	13,8±0,46	11–17	13,7±0,83	0,02	>0,05
sp, br,	7–11	9,8±0,55	8–16	11,4±1,20	0,69	0,001
Vert	34–36	35,4±0,52	31–41	34,1±1,44	–0,51	0,001

Таблица 5

Нагрузка пластических признаков *Gymnocephalus cernuus* р. Лена на главные компоненты

Признаки	Компоненты			Признаки	Компоненты		
	1	2	3		1	2	3
aD	0,3156	0,0572	0,1034	io	0,0117	–0,1585	0,2729
PV	0,2749	–0,0878	0,2957	H	0,2973	–0,1541	0,1438
VA	–0,0227	0,1086	–0,2806	h	0,2146	0,2370	–0,0112
ca	0,2393	–0,0140	–0,2363	lD1	0,0981	0,0376	0,2970
c	0,3304	0,2055	0,0622	hD1	0,0088	–0,2151	–0,0960
ao	–0,1623	0,4156	0,2207	lD2	0,0882	–0,1607	0,0182
o	0,2936	–0,1754	–0,0464	hD2	0,0729	–0,1992	0,0267
op	0,3611	0,0570	–0,1364	lA	0,2194	0,1157	–0,1229
md	0,0923	0,3482	0,0233	hA	0,1191	–0,3126	0,2401
l mx	0,3836	0,0264	–0,0845	lP	0,0316	–0,3165	0,2479
hc	–0,0885	0,1214	0,4823	lV	–0,1526	–0,1608	0,1620
hco	0,0862	0,3688	0,3153				

Нагрузка счетных признаков *Gymnocephalus cernuus* р. Лена на главные компоненты

Признаки	Компоненты		
	1	2	3
l	0,2802	0,5439	0,3383
D1	–0,4040	0,4767	0,0898
D2	0,5384	–0,0401	–0,0778
As	0,4538	–0,1686	–0,4699
P	0,2822	0,2534	0,2741
spbr	–0,2142	0,4398	–0,7503
vert	0,3701	0,4350	–0,1118

По совокупности счетных признаков разнообразие современных ершей значительно больше, чем было 50 лет назад (табл. 6): появились особи с совершенно новыми сочетаниями счетных признаков (№ 1, 2, 9, 19, 25). Также вне зависимости от времени взятия выборок намечается разделение на 2 группировки, различающиеся по совокупности исследованных признаков.

## Обсуждение

Река Лена принимает на себя основную антропогенную нагрузку. Именно в ее бассейне в республике наибольшего развития достигли: судоходство, гидроэнергетика, промышленность, градостроительство, сельское хозяйство. Экстенсивный характер природопользования нарушает способность биологических ресурсов, в том числе и рыб, к самовоспроизведению. Это проявляется в снижении качества воды, разрушении биотопов и биоценозов, уменьшении запасов рыб и их пищевой ценности.

Особенно это имеет место в долине Туймаада, где расположены г. Якутск и крупные пригородные поселки. Наиболее характерными загрязняющими веществами в бассейне реки являются фенолы, соединения меди, железа, органических веществ, нефтепродук-

тов. Например, в русле р. Лена у г. Якутска в 1996 г. концентрация меди в 15 раз превышала ПДК в 1997 г. Содержание фенолов составило 18 ПДК. При сравнении средних концентраций металлов в рыбах, отловленных в р. Лена в 30–35 км выше (п. Табага и с. Хатассы) и в 40 км ниже г. Якутска (п. Кангалассы) отмечено возрастание содержания в органах Cu, Cr, Cd, Co, Ni, Pb и Tl [12]. У окуня и ерша, отловленных на участке реки ниже г. Якутска, более 70% имели аномалии в строении внешних и внутренних органов и только у 30% особей в выборках этих видов рыб состояние всех исследованных органов соответствовало норме.

Индекс неблагоприятного состояния (ИНС) окуня в реке у г. Якутска колебался от 1 до 6, в среднем составив 2,78. У окуня с участков ниже г. Якутска от 0 до 4, в среднем 2,0. Из аномалий у этого вида чаще всего встречались – бледная окраска печени, истонченность почек, темная окраска сердца, асимметрия гонад. У особей, отловленных в 110–330 км ниже г. Якутска, с большей частотой отмечаются аномалии гонад, но доля этого органа в величине ИНС была меньше, чем у рыб, обитающих в реке.

В результате загрязнения среднего течения р. Лена линейный и весовой рост (за 50 лет) снизился у одновозрастных групп окуня по длине в 1,3, а по массе тела в 2,5 раза.

Возрастающее загрязнение р. Лена обусловило наличие различных патологий в системах детоксикации (печени, почках и жабрах) окуня и ерша в её среднем течении [21]. Результаты проведенных исследований выявили существенные изменения внешнего облика этих видов рыб. Важно отметить, что для обоих видов не обнаруживается различий между особями из выборок близких лет, но между выборками середины прошлого века и начала нынешнего существуют явные различия. Таким образом, мы имеем дело не с периодическими флуктуациями изменчивости, а наблюдаем действительное изменение внешнего вида. Известно, что в условиях стабильной среды в течение длительного времени у рыб средние значения морфологических признаков, пределы варьирования и характер распределения остаются стабильными [22], а любые изменения в экосистемах вызывают сдвиг вариационных кривых в одном или нескольких направлениях [9, 23].

В популяциях обоих видов рыб произошло четкое обособление по совокупности пластических признаков, связанных как с изменением гидродинамических свойств рыб, так и способом их питания. Судя по нагрузке на главные компоненты, у окуня изменились относительное положение D1, D2, P, A, форма D1, D2, размеры

P, форма mx, mh и значительно увеличились пределы варьирования относительных размеров md. У ерша произошли изменения в положении D1, D2, форме A и длине P, изменились форма головы, положение глаза и размеры челюстей. Связь изменений формы тела и ротового аппарата с условиями окружающей среды была описана у многих видов костистых рыб [24].

Известно [25, 26], что счетные признаки рыб могут меняться в широких пределах в результате изменения факторов внешней среды и даже незначительные изменения условий обитания способны повлиять на генетическую структуру популяции окуня [27]. Сравнение выборок во временном аспекте выявило у окуня и ерша четкое разделение по пластическим признакам и увеличение размаха изменчивости по счетным признакам.

Наблюдаемые существенные изменения в экосистемах арктических водоемов в индустриальный период, в том числе и в р. Лена, усиленные общим изменением климата [28–31], обусловили изменения морфологии окуня и ерша в р. Лена.

#### Литература

1. Frederick J., Wrona F.J., Prowse D.T., Reist J.D. et al. Freshwater Ecosystems and Fisheries // Arctic Climate Impact Assessment. – 2008. – P. 354–452.
2. Grabarkiewicz J. and W. Davis. 2008. An introduction to freshwater fishes as biological indicators. EPA–260-R–08–016. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Environmental Information, Washington, DC. – <http://www.epa.gov/bioindicators/html/publications.html>.
3. Кудерский Л.А. Рыбы как биологические индикаторы состояния водной среды // Методы ихтиотоксикологических исследований. – Л., 1987. – С.71–73.
4. Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменения структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. – М.: Наука, 1982. – 248 с.
5. Кацулин Н.А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. – Апатиты, 1999. – 142 с.
6. Munkittrick K., Dixon D. A holistic approach to ecosystem health assessment using fish population characteristics // Hydrobiology. – 1989. – V. 188/189. – P. 123–135.
7. Shuter B. Population-level indicators of stress // American Fisheries Society Symposium. – 1990. – V. 8. – P. 145–166.
8. Elliot M., Griffiths A., Taylor C. The role of fish studies in estuarine pollution assessment // J. Fish Biol. – 1988. – №33. – P. 51–61.
9. Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 301 с.

10. Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. – М.: Наука, 1972. – 360 с.
11. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 194 с.
12. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжнин И.Б. и др. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 176 с.
13. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
14. Press W.H., Flannery B.P., Teukolsky S.A., Vetterling W.T. Numerical recipes. – Cambridge; New York, 1986. – 818 p.
15. Sneath P.H.A., Sokal R.R. Numerical Taxonomy. – San Francisco: Freeman, 1973. – 573 p.
16. Humphries J.M., Bookstein F.L., Chernoff B. et al. Multivariate discrimination by shape in relation to size // Systematic Zool. – 1981. – V.30. – P. 291–308.
17. Rohlf F.J., Bookstein F.L. A comment on shearing as a method for «size correction» // Systematic Zool. – 1988. – V. 36. – P. 356–367.
18. Mina M.V., Mironovsky A.N., Golani D. Consequences and modes of morphological diversification of East African and Eurasian barbines (genera *Barbus*, *Varicorhinus* and *Capoeta*) with particular reference to *Barbus inermis* complex // Environmental Biology of Fishes. – 2001. – V.241. – P. 241–252.
19. Tissot B.N. Multivariate analysis // in: Heterochrony in Evolution: a multidisciplinary approach. Ed. M.L. McKinney. – N.Y.; L.: Plenum Press, 1988. – P.71–91.
20. Mayr E. Principles of Systematic Zoology. – New York, ST Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney: McGraw-Hill Book Company, 1969. – 485 p.
21. Kirillov A.F., Salova T.A., Ivanov Ye.V. et al. Hydrobionts of the Middle Reaches of the Lena river in the System of Monitoring // Hydrobiological Journal. – 2009. – V. 45, № 2. – P. 43–47.
22. Савватова К.А., Максимов В.А., Груздева М.А. Динамика морфологических показателей микижи *Salmo mykiss* из реки Кишимшина (Камчатка) во временном аспекте // Вопросы ихтиологии. – 1988. – Т.28, вып.2. – С.213–221.
23. Motta Ph.J., Norton S.E., Luczkovich J.J. Perspectives of ecomorphology of bony fishes // Environmental biology of fishes. – 1995. – V.44. – P.11–20.
24. Lu G., Bernatchez L. Correlated trophic specialization and genetic divergence in sympatric lake whitefish ecotypes (*Coregonus clupeaformis*): support for the ecological speciation hypothesis // Evolution. – 1999. – V53. – P.1491–1505.
25. Любичкая А.И., Дорофеева Е.А. Влияние видимого света, ультрафиолетовых лучей и температуры на метамерию тела рыб // Вопросы ихтиологии. – 1961. – Т.1, вып.3 (20) . – С.497–509.
26. Тамарко К.И. Влияние температуры на меристические признаки рыб // Вопросы ихтиологии. – 1968. – Т.8, вып.3(50). – С.425–439.
27. Bergeck S., Sundblad G. and Björklund M. Population differentiation in perch *Perca fluviatilis*: environmental effects on gene flow? // Journal of Fish Biology. – 2010. – 76. – P. 1159–1172. Doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02565.x.
28. Сергиенко В.И., Семилетов И.П. Морские исследования ДВО РАН в Арктике: основные результаты и дальнейшие планы // Морские исследования ДВО РАН в Арктике (Тр. Арктич. регион. центра. – Т. IV). – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 6–13.
29. Overpeck J., Hughen K., Hardy D. et al. Arctic environmental change of the last four centuries // Science. – 1999. – 278. – P. 1251–1266.
30. Prowse T.D., Wrona F.J., Reist J.D. et al. General Features of the Arctic Relevant to Climate Change in Freshwater Ecosystems // Ambio. – 2006. – V. 35, № 7. – P. 330–338.
31. Shulgina N., Bogomolov V., Genina E. and Evgeny Gordov E. Spatiotemporal behavior of climatic characteristics determining evolution of forest ecosystems in Siberia in the second half of XX century // Geophysical Research Abstracts. EGU General Assembly. –2010. – V. 12, EGU2010–9059.

Поступила в редакцию 24.12.2013

УДК 619:615.211

## Использование Золетила-100 при отловах диких копытных в тундровой части Якутии

Е.В. Кириллин

Приведен анализ собранного материала в период работ по спутниковому мечению диких северных оленей и овцебыка в 2010–2012 гг. в Оленекском и Булунском районах Республики Саха (Якутия). Были поставлены задачи – отлов диких копытных, установка передатчика на шею животного и выпуск на волю. При отловах нами для обездвиживания использовался препарат «Золетил-100». Данный ане-

КИРИЛЛИН Егор Владимирович – ст. лаборант ИБПК СО РАН, e.kir@mail.ru.