

ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

УДК 597.15.574.2

**РЕАКЦИЯ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕР С ЭНДЕМИЧНОЙ
ИХТИОФАУНОЙ НА ВСЕЛЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ РЫБ**

© 2008 г. В.Р. Соколовский¹, А.С. Стрельников²,
В.Г. Терещенко², С.Р. Тимирханов¹

1 – ЗАО «Казахское агентство прикладной экологии», Республика Казахстан

2 – Институт биологии внутренних вод РАН, пос. Борок 152742

Поступила в редакцию 04.04.2007 г.

Окончательный вариант получен 12.10.2007 г.

В данной статье дан анализ структурных изменений промысловой части рыбного населения, происходящих в озерах Алакольской группы (Казахстан) при вселении несвойственных данному региону видов. Перестройка биотических взаимоотношений, нерациональное ведение промысла привело к «потере» этих водоемов как высокопродуктивных, ориентированных на изъятие потребителски ценного вида – сазана. Используемый нами метод динамического фазового портрета позволяет выявить области устойчивого (равновесного) состояния и критические точки, что дает возможность изменять стратегию регулирования промысла.

ВВЕДЕНИЕ

При поиске подходов к оценке численности рыб и объема изъятия, часто оценивается запас отдельно того или иного вида без учета связей между различными популяциями рыб. Между тем, многочисленные данные свидетельствуют о том, что понять динамику численности исследуемого вида возможно только на основе информации об изменении численности других видов, анализе изменения пищевых взаимоотношений и энергетического обмена во всей экосистеме (Жаков, 1984; Решетников, 1986). Особенно важен синэкологический подход при изучении сукцессионных изменений в экосистеме, когда коренным образом перестраивается вся система межпопуляционных отношений.

В настоящее время одним из ведущих факторов, приводящих к существенным преобразованиям пресноводных экосистем, становится инвазия чужеродных видов (Leppaakoski et al., 2002; Дребуадзе, 2003). Изучение структурных перестроек в рыбном населении при вселении новых видов дает информацию, позволяющую подойти к прогнозированию риска от инвазии рыб в пресноводные водоемы. Особенно важен анализ реакции ихтиофауны на хищников, поскольку они не только могут уничтожить ранее обитавшие виды, но и вызвать изменения по «трофическому каскаду» в нижележащих звеньях (Zaret, Paine, 1973; McPeck, 1998; Гладышев, 2001).

Объектом изучения последствий биологических инвазий явились озера Балхашской зоогеографической провинции Нагорно-Азиатской подобласти (Алаколь, Сасыкколь и Кашкарколь), которые изначально характеризовались

сходным составом ихтиофауны, высокой степенью эндемизма и низким числом обитающих здесь видов (Берг, 1949). В ходе акклиматизационных работ в составе ихтиофауны появились новые, не свойственные данному региону виды. Цель данной работы – анализ многолетней динамики разнообразия промысловой части рыбного населения озер Алакольской системы в ходе интродукции новых видов рыб.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основу Алакольской системы, расположенной на юго-востоке Казахстана составляют три связанные между собой озера – Алаколь, Кашпаркуль и Сасыккуль (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики исследуемых озер по: Стрельников, 1974.

Table 1. Characteristics of researched lakes according to: Strelnikov, 1974.

Озеро	Площадь, км ²	Глубина, макс., м	Минерализация (г/л)	Прозрачность (м)
Алакуль	2460	45	2,9-8,2	1,2-4,8
Кашпаркуль	118	5	0,7-1,0	0,25-0,6
Сасыккуль	741	4,7	0,3-0,6	0,3-0,5

Материалом для исследования послужила информация по статистике уловов рыб (Каженбаев, Ньюджиров, 1968), фондовые материалы Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и результаты собственных исследований на водоемах в период 1969-1975 и 1993-1997 гг. Для анализа взят суммарный вылов рыбы за год. Это позволяет нивелировать колебания его состава, полученных в разные сезоны, на различных биотопах и с применением различных орудий лова (Терещенко, Терещенко, 1987).

Структурные перестройки в рыбном населении проявляются в динамике относительного обилия видов. Так как биомасса вида более адекватно отражает его роль в формировании потоков энергии и вещества в экосистеме, использованы доли видов по массе. Обилие промысловых видов оценивали следующим образом: доля вида менее 1% – редкий (1); 1-10% – субдоминант (2); более 10% – доминант (3), доля более 50% улова – супердоминант (4).

Для описания изменения числа видов и перераспределения их обилия, использован индекс биологического разнообразия Шеннона и индекс доминирования (Сметанин и др., 1983; Терещенко и др., 1994; Pilon, 1977):

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \times \log_2 p_i$$

$$R = 1 - [- \sum_{i=1}^N p_i \times \log_2 p_i] / \log_2 N$$

где H и R – соответственно индексы видового разнообразия Шеннона и доминирования p_i – доля i-го вида по массе; N – число видов в улове.

Из большого числа индексов разнообразия он наиболее оптимален, поскольку отвечает условию аддитивности информации о разнообразии различных иерархических уровней организации сообщества.

Одним из эффективных методов анализа динамической системы состоит в исследовании ее «фазового портрета» (Волькенштейн, 1978). Он дает возможность выявить равновесные (устойчивые) состояния системы и характер ее динамики при отклонении от них (Терещенко, 2005).

Для выявления устойчивого состояния рыбного населения анализировали «динамический фазовый портрет» видовой структуры промысловых уловов в координатах H и dH/dt , где H – разнообразие, бит (Терещенко, Вербицкий, 1997; Verbitsky, Tereshchenko, 1996). Для исключения влияния случайных изменений проводили сглаживание динамики индекса разнообразия аппроксимацией и интерполяцией исходных данных.

Список рыб приводится по: «Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России» (1998) и «Атлас пресноводных рыб России» (2002).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время достоверно известно (Соколовский, Тимирханов, 2002а, 2002б, 2004), что в бассейне озер Алакуль, Сасыккуль и Кашкаркуль обитает соответственно 9, 9 и 5 аборигенных и 13 и 11 и 10 вселенных видов рыб (табл. 2).

Ниже приводится хронология акклиматизационных работ и состояние популяций вселенцев и аборигенных видов рыб в обсуждаемый период времени – 1961-1997 гг.

Сазан *Cyprinus carpio* (L.) был вселен 1932-1933 гг. и уже к 1945 г. стал основным объектом промысла в этом бассейне (Некрашевич, 1963). Его натурализация привела к существенному уменьшению численности маринки, другие аборигенные виды при этом сохранили свой ареал и достаточно высокую численность (Стрельников, 1974). В анализируемый нами отрезок времени произошло резкое уменьшение численности сазана вследствие его нерационального промысла. Его вылов с 3-4 тыс. т в год в середине 70-х годов уменьшился до 15 т в 1986 г. (рис. 1). После принятия мер по его охране, численность сазана в начале 90-х годов увеличилась, и его вылов составлял 200-400 т в год (Митрофанов и др., 1992).

Судак *Sander lucioperca* (L.) вселен в озера Алакуль и Сасыккуль соответственно в 1963 и 1968 гг. На озерах Сасыккуль и Кашкаркуль он встречается по всей акватории, тогда как в оз. Алакуль придерживается опресненных приустьевых участков (Стрельников, 1974). Численность этого вида увеличивалась не взрывообразно, как в оз. Балхаш, а постепенно (рис. 1). В дальнейшем, это привело к тому, что маринка была «выдавлена» из озер в речную систему и в конце 60-х-начале 70-х годов перестала учитываться промысловой статистикой (Соколовский, Тимирханов, 2002а). Балхашский окунь исчез из промысловых уловов озер Кошкаркуль и Сасыккуль в середине 80-х годов, но в оз. Алакуль его численность до настоящего времени остается высокой, и его запасы осваиваются промыслом (Соколовский и др., 2000).

Таблица 2. Состав иктитофауны Алакольской системы озер и индекс обилия видов.
Table 2. Structure of fish fauna of Alako'sl system of lakes and an index of species abundance.

	Виды рыб	Алаколь						Сасыкколь						Копыкколь	
		Озеро			Река			Озеро			Река			Озеро	
		70-е	90-е	90-е	70-е	90-е	90-е	70-е	90-е	90-е	70-е	90-е	90-е	70-е	90-е
1	Лещ - <i>Abuatis brama</i> (L.) **	-	3	-	+	+	3	-	+	+	-	+	-	-	3
2	Карась серебряный - <i>Carassius auratus</i> (L.) **	-	3	-	+	+	3	-	+	+	-	+	1	1	3
3	Белый амур - <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes) **	-	-	-	-	++	ед.	+	+	+	+	+	-	-	-
4	Белый толстолобик - <i>Hyporhamphichthys molitrix</i> (Valenciennes) **	-	-	-	-	++	?	-	-	?	-	?	-	-	-
5	Сазан - <i>Cyprinus carpio</i> (L.) **	4	2	+	+	+	4	2	+	+	+	+	4	1	1
6	Осман голый - <i>Gymnodracheus dybowskii</i> Kessler*	-	-	-	-	ед.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Востробрюшка - <i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky) **	-	-	-	-	ед.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Обыкновенный голец - <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) *	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
9	Речная абботтия - <i>Abbottina rivularis</i> (Basilewsky) **	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Амурский чебачок - <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schlegel) **	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
11	Плотва - <i>Rutilus rutilus</i> L. **	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	1
12	Мянушка байкальская - <i>Schizothorax argenteatus</i> Kessler*	1	-	+	+	+	ед.	1	ед.	+	+	+	+	+	-
13	Голец тибетский - <i>Triporphusa stoliczkae</i> (Steindachner) *	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
14	Голец Сиверцова - <i>Nemacheilus siverzovi</i> G. Nikolsky*	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+
Всего видов		5	16	9	22	8	15	12	20	6	15	15	6	15	15

Примечания: * -aborigenный вид, ** - акклиматизированный вид, + - присутствует (обилие - см. текст), - отсутствует, ? - присутствие вида в бассейне требует уточнений, +? - определение видового статуса под сомнением, ед. - встречаются единичные особи, п - в естественные водоемы попадает из прудовых хозяйств.

Notes: * - an indigenous species, ** - an acclimatized species, + - is present (an abundance - see the text), - is absent, ? - presence of species at basin demands specifications, +? - definition of the specific status under doubt, the unit - meet individual individuals, п - in natural bodies of water gets from fish farms.

Серебряный карась *Carassius auratus* (L.) был вселен в 1973 г. в оз. Сасыкколь (Митрофанов и др., 1992). Не исключено также попадание нескольких особей этого вида в ходе перевозок растительноядных рыб из Алма-Атинского прудового хозяйства, которые проводились, здесь, начиная с 1968 г. Считалось, что для озер Сасыкколь и Кашкарколь это особо перспективный вид, обладающий пластичностью к изменению условий среды обитания и большими потенциальными возможностями воспроизводства. Карась способен заселить заморные участки и не составит большой конкуренции в питании сазану. При снижении уровня воды и численности сазана в озерах (Башунова, 1981), он должен был дать дополнительную продукцию.

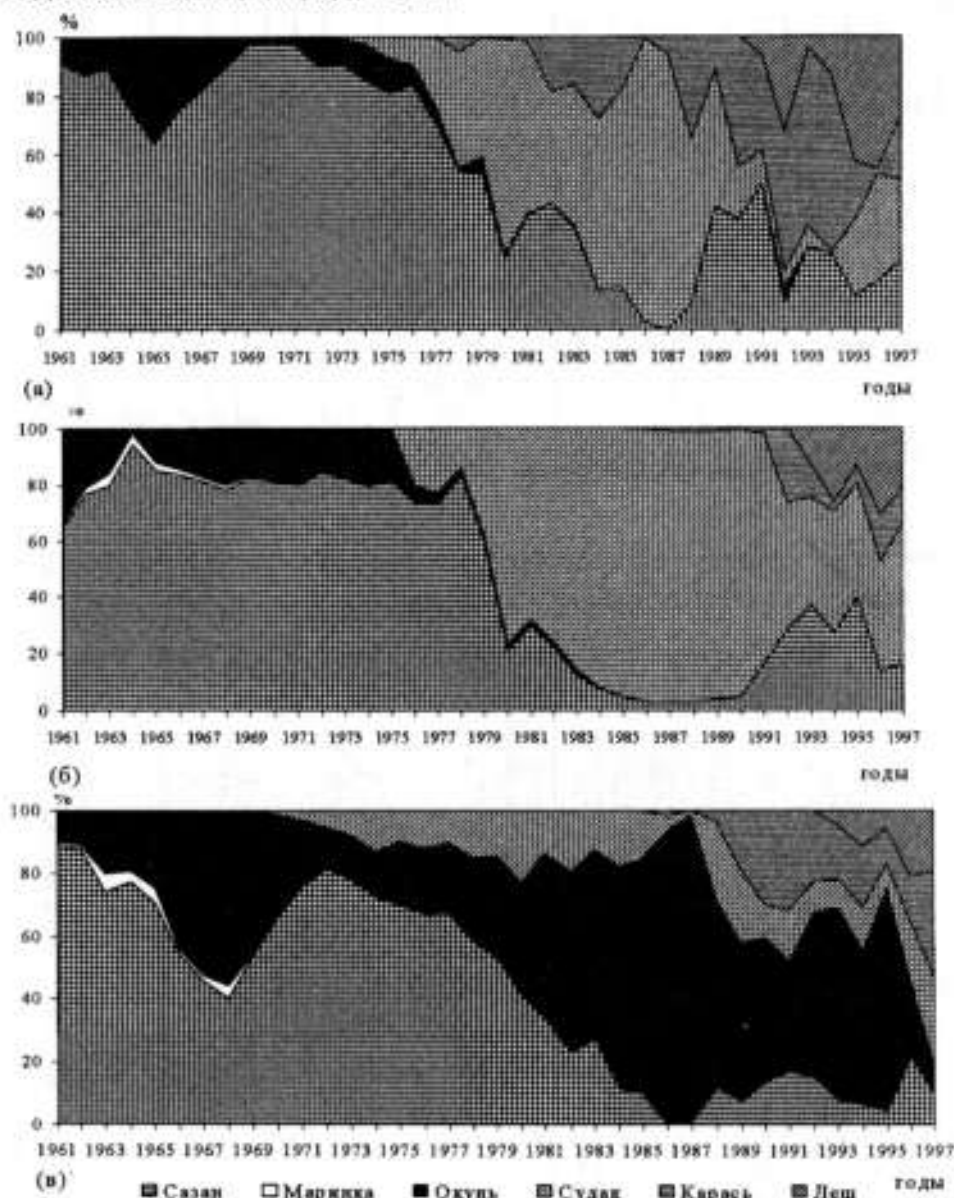


Рис. 1. Динамика относительного обилия рыб (по видам) в улове на озерах Кошкарколь (а) Сасыкколь (б) и Алаколь (в).

Fig. 1. Dynamics of a relative abundance of fishes (by species) in catch on lakes Koshkarkol (a) Sasukkol (б) and Alakol (в).

К середине 80-х годов карась расселился по всем водоемам системы, но высокой численности не имел. В промысловых количествах он добывался только на оз. Кашкарколь с 1977 г. По всей видимости, снижение численности сазана отрицательно сказалось на его воспроизводстве, так как карась был представлен в озерах однополый формой. Максимум вылова карася на всех озерах приходится на начало 90-х годов (рис. 1). В настоящее время он освоил практически все биотопы (за исключением пелагиали оз. Алаколь), достигая наибольшей численности на разливах, в пойменных и дельтовых озерах рек, где зачастую является абсолютным доминантом по численности и биомассе (Соколовский, Тимирханов, 2002б).

С юнца 60-х и с середины 70-х годов в озера Алакольской системы вселяли белого амура *Ctenopharingodon idella* (Valenciennes) и толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes). Оба вида хорошо прижились, но не создали самовоспроизводящихся популяций из-за отсутствия нерестилищ, и были постепенно выловлены (Стрельников, 1974; Соколовский, Тимирханов, 2002б).

По всей видимости, при вселении белого амура из Алма-Атинского рыбопитомника в Алакольские озера попал и амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel) (Стрельников, 1974). В настоящее время этот вид стал постоянным компонентом в ихтиофауне мелководной зоны основных озер Алакольской группы (Соколовский, Тимирханов, 2002б).

Лещ *Abramis brama* (L.) был акклиматизирован в оз. Алаколь в 1987-1988 гг. В середине 80-х годов произошли изменения в структуре промысловых уловов. Снизилась численность сазана вследствие его нерационального промысла и ухудшения условий воспроизводства (что связано со снижением уровня воды в озерах системы), снизились уловы балхашского окуня, промысел которого после 1985 г. велся только на оз. Алаколь (на озерах Сасыкколь и Кашкарколь он был элиминирован судаком), а уловы судака были нестабильными. В результате произошедших изменений рыбная промышленность на Алакольских озерах не имела на тот момент устойчивого ресурса. Считалось, что в создавшихся условиях, стабильность промысла мог обеспечить только лещ, менее требовательный к условиям размножения.

Вселенный лещ быстро увеличил свою численность, а вследствие восстановления водной связи между озерами – проник в озера Кашкарколь и Сасыкколь, что изначально не планировалось. К 1997 г. он обитал во всех озерах системы, освоил не только опресненные участки оз. Алаколь, но и его пелагиаль (Соколовский, Тимирханов, 2002б). Учитывая инерционность рыбного населения, влияние вселения леща на динамику разнообразия уловов рыб проявилось только с середины 90-х годов, и нами рассматривается только в его начальном периоде.

Остальные виды попали в озера Алакольской системы в начале-середине 90-х годов и их популяции находятся на стадии становления (Соколовский, Тимирханов, 2002б).

Таким образом, изменения в структуре уловов рыб Алакольских озер, произошедшие с 1961 по 1997 гг., обусловлены вселением большого числа не свойственных этому бассейну видов, воздействием промысла и изменением уровня воды в озерах.

В оз. Алаколь в 1960-1965 гг. отмечалось увеличение индекса разнообразия уловов рыб (рис. 2а), что связано с уменьшением обилия сазана и увеличением окуня. При этом траектория системы на фазовом портрете была выпуклой дугой (рис. 2г), характерной для формирующихся систем, находящихся вдали от равновесного состояния (Терещенко, 2005). По всей видимости, изъятие в период 1960-1965 гг. более 7 тыс. т сазана сказалось на состоянии его запаса. Это связано в первую очередь с увеличением числа используемых на озерах неводов с 13-14 в период 1955-1960 гг. до 18-20 в последующий 5-летний период (Каженбаев, Ньюджиров, 1968). В дальнейшем последовало снижение уловов этого вида до 537 т к 1968 г. При этом возрос вылов окуня, и его доля в уловах стала соизмеримой с долей сазана. К 1966 г. траектория системы стала циклической, т.е. рыбное население оз. Алаколь пришло в равновесное состояние, соответствующее разнообразию уловов 1,1 бит, в котором оставалось до 1975 г. В это время отмечалась наибольшая выравненность состава промысловой части рыбного населения. Вселенный в 1963 г. судак постепенно наращивал численность. Высокая соленость озера (до 8-10 г/л) стала естественным препятствием для быстрого роста численности нового вселенца.

Наблюдаемое увеличение индекса разнообразия в конце 70-х связано с уменьшением в уловах значимости доминирующего вида – сазана (рис. 1). С 1978 г. сократились общие уловы рыбы в системе озер, что обусловлено слабым пополнением промысловых стад в результате ухудшения гидрологического режима озер и условий воспроизводства рыб, в первую очередь – сазана (Башунова, 1981). В 1975 г. в функционировании рыбного населения озера отмечена критическая точка. Траектория системы на фазовом портрете из цикла стала выпуклой дугой (рис. 2г), что указывает на выход из равновесного состояния и переход в состояние с большими значениями индекса разнообразия. Это связано с увеличением численности судака и окуня и более ровным распределением долей промысловых видов в улове.

Однако в новом состоянии стабилизация не произошла. С начала 80-х годов разнообразие уловов рыб стало уменьшаться, а на фазовом портрете выпуклая дуга перешла в вогнутую дугу – в функционировании рыбного населения озера отмечена еще одна критическая точка. Уменьшение разнообразия связано с тем, что на смену одному супердоминанту – сазану пришел другой – окунь, доля которого в 1986 и 1987 гг. составила более 90%.

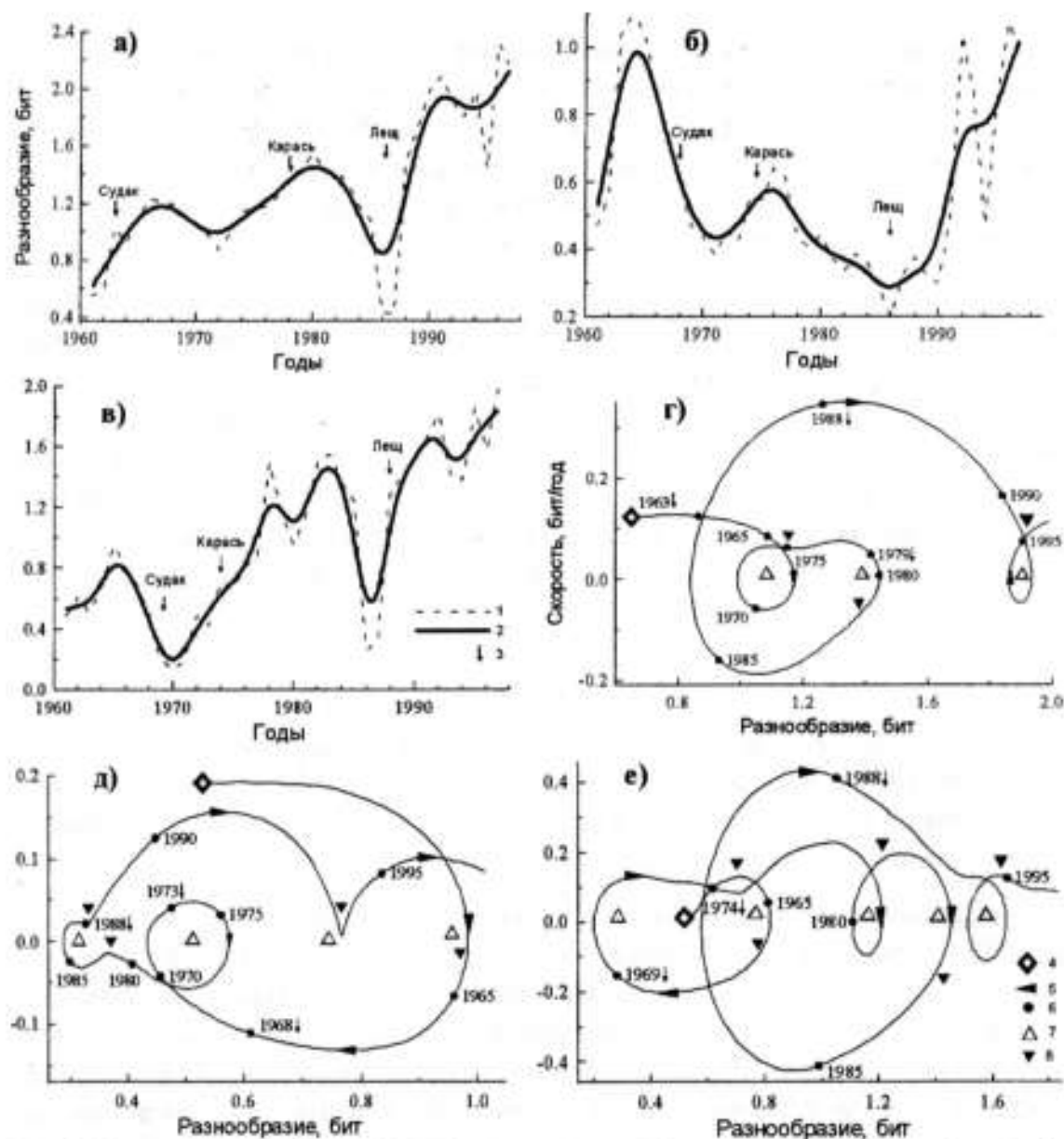


Рис. 2. Динамика разнообразия (а,б, в) и динамические фазовые портреты (г, д, е) видовой структуры уловов рыб соответственно в озерах Алаколь, Сасыкколь и Кошкарколь. 1 – исходные данные; 2 – сглаженные данные; 3 – год вселения; 4 – начальное состояние; 5 – направление движения; 6 – состояние системы в год, обозначенный цифрой на кривой; 7 – равновесное состояние; 8 – критическая точка в функционировании рыбного населения.

Fig. 2. Dynamics of a diversity (a,b, v) and dynamic phase portraits (г, д, е) species structure of catch fishes accordingly in lakes Alakol, Sasukol and Koshkarkol. 1 – the initial data; 2 – the smoothed data; 3 – year of introduction; 4 – an initial state; 5 – direction of system moving; 6 – a condition of system in the year designated in figure on a curve; 7 – a steady state; 8 – critical point in functioning the fish assemblage.

С 1988 г. индекс разнообразия уловов рыб увеличивался, а траектория системы на фазовом портрете из вогнутой дуги опять перешла в выпуклую дугу. Шел переход рыбного населения в состояние с более высоким индексом разнообразия уловов рыб. В это время росли уловы судака, сазана, карася и леща.

Судя по траектории системы на фазовом портрете рыбное население должно было стабилизироваться к середине 90-х годов в состоянии, которому соответствует разнообразие уловов 1,9 бит. Но это не произошло. Интенсификация промысла окуня в отсутствие сазана и судака привела к тому, что его доля вновь возросла до 70%. В последующие годы происходит выравнивание обилия разных видов в улове и разнообразие уловов рыб повышается.

В оз. Сасыкколь в 1960-1965 гг. отмечался переход рыбного населения в состояние, соответствующее разнообразию уловов 0,9 бит, а траектория системы на фазовом портрете была выпуклой дугой (рис. 2б, 2д). В эти годы происходило увеличение вылова сазана, за счет урожайных поколений, рожденных в многоводные 1958-1960 гг. (Стрельников, 1976). Однако в новом состоянии оно не стабилизировалось. В середине 60-х годов разнообразие уловов рыб стало уменьшаться, а на фазовом портрете выпуклая дуга перешла в вогнутую дугу. Это связано с увеличением в уловах доли сазана, составляющего в этот период 80-85%.

В 1970-1980 гг. траектория системы на фазовом портрете приняла вид цикла небольшой амплитуды (рис. 2д), т.е. в данный период рыбное население находилось в равновесном состоянии, соответствующем разнообразию уловов 0,5 бит. В эти годы вступают в промысел урожайные поколения сазана 1963-1973 гг. рождения. И они позволили в течение длительного времени поддерживать вылов на стабильно высоком уровне – от 1,0 до 1,5 тыс. т в год.

В начале 80-х годов рыбное население вышло из равновесного состояния и к 1985 г. перешло в состояние с разнообразием уловов 0,3 бит. Это напрямую связано с исчезновением аборигенных видов – балхашского окуня и пятнистого губача – встречаемость, которых в питании вселенного в озеро судака составляла соответственно 94 и 6% (Логиновских, Стрельников, 1973). К тому же численность сазана была подорвана в результате нерационального промысла (Башунова, 1981). Происходил рост уловов судака, вошедшего в промысел на оз. Сасыкколь с 1975 г. Таким образом, шел процесс перераспределения обилия различных видов в улове, что привело к снижению видового разнообразия.

С конца 80-х годов индекс разнообразия уловов рыб увеличивался (рис. 2б), а на фазовом портрете циклическая траектория с 1987 г. перешла в выпуклую дугу (рис. 2д), т.е. в функционировании рыбного населения снова отмечена критическая точка. Это объясняется тем, что в улов вошел карась, вселенный в водоем в 1973 г. В начале 90-х происходило увеличение уловов сазана и карася. Появился новый вселенец – лещ (Соколовский, Тимирханов, 2002б). Уловы судака были не стабильны. Отсутствие супердоминанта и выравнивание обилия промысловых видов привело к переходу системы к состоянию с большим уровнем разнообразия.

В оз. Кашкарколь в первой половине 60-х годов увеличивался индекс разнообразия уловов за счет снижения доли сазана (рис. 2в). Траектория системы на динамическом фазовом портрете в данный период – выпуклая дуга, характеризующая движение системы от состояния с низким разнообразием уловов к состоянию с высоким индексом разнообразия (рис. 2е). Однако, увеличение объемов добычи сазана и снижение – окуня привело к уменьшению разнообразия уловов, и траектория системы на фазовом портрете с выпуклой дуги перешла в вогнутую дугу. В начале 70-х годов из уловов выпала маринка, и вошел в промысел судак. К середине 70-х годов снизились уловы сазана и балхашского окуня (последнего – под воздействием нового хищника), начали возрастать уловы судака, и в них появился карась. Все это привело к росту значения разнообразия уловов.

В конце 70-х-начале 80-х годов была наибольшая выравненность структуры уловов рыб, и траектория системы на динамическом фазовом портрете приняла вид цикла, что соответствует равновесному состоянию промысла. К середине 80-х годов из улова выпал балхашский окунь и практически исчез сазан. Судак стал супердоминантом, снизилось значение индекса разнообразия, при этом траектория системы на фазовом портрете переходит в вогнутую дугу, что соответствует переходу в область с более низкими значениями разнообразия уловов рыб. В дальнейшем, состав уловов выравнился, и структура уловов возвратилась в область со значениями индекса разнообразия 1,5-1,7 бит. Траектория системы на фазовом портрете приняла вид циклической кривой, что указывает на равновесное состояние в данный период. Высокая выравненность уловов во второй половине 90-х годов (рис. 1в), в том числе и за счет вхождения в промысел мощных поколений нового вселенца леща, вновь вывел систему из стационарного состояния в область более высоких значений индекса разнообразия (рис. 2е).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Таким образом, в рассматриваемых озерах в ходе акклиматизационных мероприятий происходила замена аборигенных видов на вселенцев.

До начала акклиматизационных работ доминирующим видом был балхашский окунь. Пищевые взаимоотношения в этот период не были напряженными. Регулирование численности балхашского окуня происходило за счет изменения соотношения численности пелагической и прибрежной форм, при этом первая являлась конечным звеном трофической сети (Некрашевич, 1963).

Сазан, попав в благоприятные условия, быстро нарастил численность, и долгое время оставался доминирующим видом. И только нерациональное ведение промысла (его перелов в середине 60-х и 70-х годов) привело к печальным событиям – к уменьшению уловов сазана до 200-400 т в 90-е годы. В трофической цепи сазан занял нишу бентофага, конкурируя с губачем (Логиновских, Стрельников, 1973). Его численность регулировалась промыслом, в некоторые периоды – подключались внутренние механизмы авторегуляции, к

примеру – появление тугорослой формы сазана (Чабан, 1967). По всей видимости, уже тогда начало сказываться воздействие сазана на численность аборигенных видов в бассейне (Стрельников, 1974; Митрофанов и др., 1992).

Вселение судака неоднозначно сказалось на изменении видового богатства на озерах Алакольской группы. В озерах Сасыкколь и Кашкарколь были практически уничтожены популяции аборигенных видов. Высокая соленость оз. Алаколь (в некоторые годы до 8-10 г/л) сдерживает рост численности судака и не позволяет ему широко распространиться в этом водоеме. Поэтому здесь популяция балхашского окуня имеет высокую численность и еще встречается озерная форма пятнистого губача (Соколовский, Тимирханов, 2002а).

После вселения судака на нем замкнулась вся трофическая цепь. В озерах Сасыкколь и Кошкарколь уничтожение в короткий срок аборигенного хищника – окуня привело к уменьшению его регулирующего воздействия на ниже стоящих уровнях. Старые связи рушились, образовывались новые. Отмечалась флуктуация численности рыб, которая и отразилась на динамике разнообразия (Соколовский и др., 2005) и траектории системы на динамическом фазовом портрете.

Вселение леща в озера Сасыкколь и Алаколь привело к увеличению разнообразия рыбного населения. Однако надо учитывать, что эти результаты относятся только к начальному этапу формирования популяции этого вида – фазы роста численности. Увеличение числа видов, в питании которых велика доля зоопланктонных и бентических организмов, уже на этом этапе привело к усилению напряженности в пищевых взаимоотношениях у молоди в оз. Кошкарколь (Соколовский, Тимирханов, 2004). В меньшей степени это сказалось на взаимоотношениях у молоди рыб на других озерах (Шарапова и др., 2002). Однако необходимо учитывать, что стадию натурализации проходят еще 6 вселенцев.

Немаловажную роль в изменении соотношения обилия различных видов внес промысел. Не всегда учитывалось мнение рыбохозяйственной науки, и были просчеты при определении объемов возможного вылова. Промысел постоянно был ориентирован на вылов ценных пород рыбы и не учитывал сложившиеся на каждый момент времени взаимоотношения и действие внешних факторов (например – водность). Супердоминирование одного вида не могло обеспечить устойчивость рыбного населения, и было достаточно небольших воздействий, для того чтобы оно вышло из равновесного состояния.

В целом необходимо подчеркнуть важность поиска новых подходов к охране уникальных озерных экосистем, обладающих своеобразной ихтиофауной, и к регулированию на них промысла. Как показывают наши исследования, метод структурного фазового портрета дает возможность выявить равновесные (устойчивые) состояния системы, что поможет, с точки зрения синэкологии, формированию (через регулирование) оптимальной структуры улова рыб.

Данный подход имеет прогностическую ценность и по классификации Ю.С. Решетникова (1986) его можно отнести к методу математического моделирования. Прежде всего, это касается краткосрочного прогноза состояния рыбного населения. При этом необходимо помнить, что это – не инструмент расчетов возможных объемов выловов, а только механизм корректировки состава уловов, которые могут служить поводом, либо для поддержания выбранной политики регулирования промысла, либо к ее изменению.

ВЫВОДЫ

1. Структурные перестройки промысловой части рыбного населения обусловлены изменением видового богатства (акклиматизация новых и элиминация аборигенных видов) и изменением соотношения обилия различных видов (нерациональный промысел, направленный на изъятие в первую очередь потребительски ценных видов и изменение уровня воды, дающее преимущество в воспроизводстве тому или иному виду).

2. Вселение несвойственных бассейну видов привело к перестройке биотических взаимоотношений. Вместе с тем, эти изменения не учитывались при определении запаса промысловых рыб и, соответственно, объема их изъятия. Дополнительно к этому нерациональное ведение промысла привело к тому, что из ценных водоемов сазаньего типа Алакольские озера превратились в лещево-судаачьи, а после интенсивной эксплуатации запасов другого потребительски значимого вида судака – в лещево-карасевые водоемы.

3. Примененный в работе метод динамического фазового портрета структуры уловов рыб дает возможность сконцентрировать информацию и «окинуть взглядом» всю ситуацию на водоемах за длительный период их существования. Данный подход позволяет выявлять равновесные состояния промысла и отклонения от них, что дает в руки специалистов инструмент, позволяющий выбрать стратегии регулирования и наглядно видеть результаты корректировки состава уловов.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофонда» и подпрограммы «Динамика генофондов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 1998. 220 с.

Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с.; Т. 2. 253 с.

Башунова Н.Н. Состояние и перспективы развития рыбного хозяйства Алакольских озер // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. Фрунзе: Илим, 1981. С. 34-36.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л., 1949. Ч. 3. С. 927-1382.

Волькенштейн М.В. Общая биофизика. М.: Наука, 1978. 592 с.

Гладышев М.И. Биоманипуляция как инструмент управления качеством воды в континентальных водоемах (обзор литературы 1990-1999 гг.) // Биология внутренних вод. 2001. №2. С. 3-15.

Дзебугдзе Ю.Ю. Национальная стратегия, состояние, тенденции, исследования, управление и приоритеты в отношении инвазии чужеродных видов на территории России // Инвазии чужеродных видов в Голарктике. Рыбинск, 2003. С. 21-27.

Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озер Северо-Запада СССР. М.: Наука, 1984. 144 с.

Каженбаев С.К., Ньюжиров А.М. Рыбная промышленность Казахстана. М.: Пищевая промышленность, 1968. 174 с.

Логиновских Э.В., Стрельников А.С. Питание и пищевые взаимоотношения рыб в Алакольской системе озер // Круговорот веществ и энергии в озерах и водохранилищах. Вып. 1. Изд-во «Лим» Лиственничное на Байкале. 1973. С. 160-163.

Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Сидорова А.Ф. и др. Рыбы Казахстана. Алма-Ата: Гылым, 1992. Т. 5. 464 с.

Некрасевич Н.Г. К систематике и экологии сазана Алакульских озер // Тр. института ихтиологии и рыбного хозяйства. Алма-Ата: АН КазССР, 1963. Т. 4. С. 98-123.

Решетников Ю.С. Синэкологический подход к динамике численности рыб // Динамика численности промысловых рыб. М.: Наука, 1986. С. 22-36.

Сметанин М.М., Стрельников А.С., Терещенко В.Г. О применении теории информации для анализа динамики уловов рыб в формирующихся экосистемах // Вопросы ихтиологии. 1983. Т. 23. Вып. 4. С. 531-537.

Соколовской В.Р., Тимирханов С.Р. Обзор ихтиофауны водоемов Алакольской впадины. Сообщение I. Аборигены // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. биологическая и медицинская. 2002а. №4(232). С. 30-43.

Соколовской В.Р., Тимирханов С.Р. Обзор ихтиофауны водоемов Алакольской впадины. Сообщение II. Интродуценты // Изв. МОН РК, НАН РК. 2002б. №5(233). С. 15-25.

Соколовский В.Р., Тимирханов С.Р. Рыбы Алаколь-Сасыккольской системы озер // Тр. Алакольского государственного природного заповедника. Алматы: МЕКТЕП. 2004. Т. 1. С. 175-191.

Соколовский В.Р., Тимирханов С.Р. Трансформация структуры сообщества молоди рыб на мелководьях озера Кошкарколь // Сибирская зоологическая конференция. Тез. докл. Новосибирск, 2004. С. 191.

Соколовский В.Р., Галушак С.С., Скакун В.А. Современное состояние балхашского окуня *Perca schrenki* (Percidae) в озерах Алакольской системы // Вопросы ихтиологии. 2000. Т. 40. №2. С. 228-234.

Соколовский В.Р., Стрельников А.С., Терещенко В.Г., Тимирханов С.Р. Влияние вселения новых видов рыб на динамику разнообразия рыбного населения озер Сасыкколь и Алаколь // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Тез. докл. Рыбинск-Борок. С. 170-171.

Стрельников А.С. Рыбы и биологические основы рыбного хозяйства Алакольских озер. Автореф. ... канд. биол. наук. Томск: ТГУ, 1974. 19 с.

Стрельников А.С. Акклиматизация рыб в Алакольских озерах // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. Душанбе: ДОНИШ, 1976. С. 361-363.

Терещенко В.Г. Динамика разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран // Автореф. дисс. ... доктора биол. наук. СПб.: ИОЗ РАН, 2005. 49 с.

Терещенко В.Г., Терещенко Л.И., Сметанин М.М. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества // Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 86-97.

Терещенко В.Г., Вербицкий В.Б. Метод фазовых портретов для анализа динамики структуры сообществ гидробионтов // Биология внутренних вод. 1997. №1. С. 23-31.

Терещенко Л.И., Терещенко В.Г. О точности информационных характеристик видовой структуры ихтиоценоза // Вопросы ихтиологии. 1987. Т. 27. Вып. 6. С. 919-923.

Чабан А.П. Биолого-промысловая характеристика ихтиофауны озера Алаколь // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. Тез. докл. Балхаш, 1967. С. 298-300.

Шаранова Л.И., Фаломеева А.П., Киселева В.А. Характер питания и пищевые взаимоотношения сеголеток основных промысловых видов рыб в Алакольской системе озер // Tethys Aqua Zoological Research. Almaty. Tethys. 2002. V. I. Pp. 165-172.

Leppaakoski E., Gollasch S., Olenin S. Invasive aquatic species of Europe, Distribution, Impacts and management, 2002. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers. Pp. 1-7.

McPeck M.A. The consequences of changing the top predator in a food web: A comparative experimental approach. Ecological Monographs. 1998. V. I. Pp. 1-23.

Pielou E.C. Mathematical Ecology. N.Y.: John Wiley&Sons, 1977. 385 p.

Verbitsky V.B., Tereshchenko V.G. Structural phase diagrams of animal communities in assessment freshwater ecosystem conditions // Hydrobiologia. 1996. V. 332. Pp. 277-282.

Zaret T.M., Paine R.T. Species introduction in a tropical lake. Science. 1973. V. 182. Pp. 449-455.

**REACTION OF THE FISH ASSEMBLAGE OF LAKES WITH AN
ENDEMIC ICHTHYOFAUNA ON ACCLIMATIZATION NEW FISH SPECIES**

© 2008 y. V.R. Sokolovskij¹, A.S. Strelnikov², V.G. Tereshchenko²,
S.R. Timirhanov¹

1 – The Kazakh agency of applied ecology, Kazakhstan

*2 – Institute of Biology of Inland Waters, Russian Academy of Science,
Borok, the Yaroslavl region*

In this paper the analysis of structural changes of a trade part of the fish assemblage descending in Alakol's lakes (Kazakhstan) is given at fish species unusual for the given region acclimatization. Rearrangement of biotic relations, irrational conducting a fish stock has resulted in «loss» of these lakes as highly productive, focused on withdrawal consumers' a valuable kind – a carp. The method of a dynamic phase portrait used by us allows to reveal ranges of a steady (equilibrium) state and critical points that enables to variate strategy of regulation of a fish stock.