

УДК 639.053.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ВОСПРОИЗВОДСТВА
ПРОХОДНЫХ РЫБ АЗОВСКО-КУБАНСКОГО РАЙОНА

Ю.М.Гаргопа, С.В.Козлитина

Бассейн Кубани и территории, зависимые от него в водохозяйственном отношении, отличаются, с одной стороны, ограниченными ресурсами речных вод, а, с другой, — быстрыми темпами развития производительных сил.

При планируемом развитии орошаемого земледелия, на нужды которого идет 80% безвозвратных изъятий из бассейна, водные ресурсы Кубани через 5–6 лет в средневодные годы будут исчерпаны, а при стоке на 75% превышающих обеспеченности будут испытывать дефицит. Чтобы его устранить, даже при минимальном варианте развития орошения, потребуется перебрасывать из Волги к 1985 г. — 2 км³, к 1990 г. — 3 км³ и к 2000 г. — около 6 км³ речных вод.

Прогрессирующая напряженность водохозяйственного баланса в бассейне Кубани на фоне осолонения Азовского моря вызывает необходимость научного обоснования требований к водным ресурсам реки для рыб, наиболее ценных видов. Причем актуальность этой проблемы возрастает в связи с зарегулированием стока Кубани Краснодарским водохранилищем. Решить ее можно лишь при помощи установления количественных зависимостей эффективности естественного воспроизводства рыб ценных видов от абиотических и биотических факторов среды, в первую очередь таких, которые поддаются регулированию.

Длительных и надежных характеристик абиотических и особенно биотических факторов нет, поэтому нами использовались косвенные показатели. Например, для оценки условий жизни рыб в море брались не ареалы обитания, а соленость воды, которая в конечном счете и определяет площади нагула молоди и взрослых рыб. Чтобы определить влияние водного и термического режимов на воспроизводство рыбных запасов использовали данные

о речном стоке, температуре воздуха и воды на различных стадиях онтогенеза.

Масштабы естественного воспроизводства устанавливали по промышленному возврату поколений кубанской севрюги (1917-1956) ее суммарным запасам, количеству в них взрослых особей (1923-1964 гг.) и уловам в период до лимитирования промысла (1928-1957 гг.) (данные Е.Г.Бойко и Э.В.Макарова). Эффективность размножения рыбца и шемаи определяли по материалам Аверкиева о суммарных и отдельных для каждой из этих рыб улова (за 1927-1957 гг.), причем не только по Азовско-Кубанскому району, но и по Азовскому морю в целом.

При исследованиях количественных зависимостей естественного воспроизводства кубанской севрюги от условий обитания и размножения с помощью ЭВМ "Наири-2" и "Минск-22" основными из них были - водный режим на нерестилищах ($r = 0,60-0,79$) в период размножения; соленость воды в море ($r = -0,62 - -0,82$) во время ската и нагула молоди; термический режим зимы ($r = -0,51 - -0,64$) и весны ($r = -0,67$), предшествующих нересту; сток Кубани через устья ($r = 0,39 - 0,57$) во время хода производителей и ската молоди.

В многоводные годы расширяется площадь и глубина нерестилищ, увеличиваются скорости течения, что способствует рассеиванию икринок севрюги, хорошей аэрации, препятствует заилению кладок икры. Повышенная мутности воды ($r = 0,70 - 0,79$) препятствует выеданию икры и молоди хищной и сорной рыбой. Вследствие повышенного стока Кубани через устья расширяются опресненные зоны в море, что создает благоприятные условия для нереста и ската производителей, а также для выживания и нагула молоди.

Коэффициенты корреляции между промышленным возвратом и количеством самок, самцов, общим числом производителей кубанской севрюги, выловленных на местах нереста в 1928-1949 гг., оказались отрицательными и равными соответственно $-0,56$; $-0,77$ и $-0,80$. При высокой численности производителей и относительно малых нерестовых площадях нерестилища перенасыщаются икрой, вследствие чего она гибнет.

Зависимость величин промышленного возврата (1930-1956 гг.), уловов 1930-1941, 1946-1957 гг., суммарных (1930-1941, 1946-1957) запасов и количества взрослых особей (1930-1941,

1946-1964 гг.) кубанской севрюги от абиотических факторов может быть представлена уравнениями множественной корреляции, первое из которых имеет следующий вид:

$$Y = 52,4420452 X_1 - 3,9520871 X_2 - 0,0278850 X_3 - \\ - 1,2881836 X_4 - 28,0045320 X_5 + 1,2219384 X_6 + 338,6124839,$$

где Y - промысловый возврат поколений кубанской севрюги, тыс. шт.;

X_1 - сток Кубани у станицы Темижбекской в период нереста (май-август), км³;

X_2 - сток Кубани в море через устья Протоки, Петруш • 1 рукава, Пересыпское гирло в период хода производителей и ската молоди севрюги (апрель-август), км³;

X_3 - сумма среднемесячных температур воздуха по данным ГМС Приморско-Ахтарска за зиму (декабрь-февраль), предшествующую нересту, °С;

X_4 - сумма среднемесячных температур воды в реке Кубани у г.Краснодара в период нереста (май-август), °С;

X_5 - среднегодовая соленость собственно Азовского моря, ‰;

X_6 - сумма среднемесячных температур воды в Кубани у г.Краснодара весной (март-апрель), предшествующей нересту, °С.

Коэффициенты множественной корреляции вполне удовлетворительны и равны для уловов 0,71, промыслового возврата 0,77 и запасов кубанской севрюги 0,89. Полученные уравнения достаточно хорошо аппроксимируют процесс естественного воспроизводства севрюги и могут быть использованы для установления оптимальных величин обводнения нерестилищ, попусков из Краснодарского водохранилища для привлечения производителей, ската молоди и необходимых для ее выживания и нагула опресненных зон.

"Схемой комплексного использования и охраны водных ресурсов Азовского моря" предусмотрен ежегодный вылов кубанской севрюги в 9 тыс.ц. Из расчетов следует, что при солености Азовского моря 9,5-10,5 ‰, ожидаемой после перекрытия Керченского пролива, при средних климатических условиях и при нормальных условиях миграций производителей и ската молоди, чтобы получить такой улов, необходимо подавать на нерестилища в мае-августе в среднем 2,94 км³ при колебаниях от 2,64 до 3,24 км³.

Суммарный сток Кубани в море за апрель-август через устья Протоки, Петрушина рукава и Пересыпское гирло должен составлять около 6 км^3 (от $5,6$ до $6,5 \text{ км}^3$). При осолонении Азовского моря до $13,5\%$ и более сток, необходимый для получения нужного промыслового возврата кубанской севрюги, превысит естественную водность реки у г.Кропоткина 1% , а у Краснодара 36% обеспеченности.

Полученные с помощью математического моделирования процесса естественного воспроизводства севрюги оптимальные объемы попусков на нерестилища среднего течения реки и через ее устья в море близки к водному режиму, характерному для самых урожайных для этого вида рыб лет. Так, в 1928-1930 и 1943 гг., исключительно эффективных для воспроизводства кубанской севрюги, сток Кубани у станции Темизбекской составлял в период размножения около 3 км^3 , а в море через устья во время хода производителей и ската молоди поступало в среднем $6,3 \text{ км}^3$ речной воды.

Зависимость естественного воспроизводства рыбца и шемаи от абиотических факторов несколько иная, чем у осетровых, иногда диаметрально противоположная. Наибольшее значение для воспроизводства рыбца и шемаи имеет водность нерестовых рек и Кубани в период размножения ($r = -0,66 \pm 0,71$ и $r = -0,63 \pm 0,80$ соответственно) и во время хода производителей ($r = -0,27 \pm 0,49$). После суровых зим эффективность нереста этих проходных рыб возрастает ($r = -0,37 \pm 0,50$). Зависимость между температурой воды в нерестовых реках в мае-июле и последующими уловами рыбца и шемаи положительна (соответственно $r = 0,54 \pm 0,58$ и $r = 0,55 \pm 0,85$). Влияние солености воды в море на воспроизводство рыбца и шемаи для периода 1927-1941 гг., когда сток левобережных притоков Кубани еще не был зарегулирован, менее значительно ($r = -0,37 \pm 0,38$).

Продвижение производителей рыбца и шемаи в Кубань и ее притоки задерживается паводками, вызывающими помутнение воды. Особенно чувствительна к чистоте воды шемая. Коэффициенты корреляции между ее уловами и стоком Кубани в октябре-декабре, в год, предшествующий появлению поколений, формирующих запасы, равны минус $0,62 \pm 0,82$. Паводки на реках, повышающие мутность воды и вызывающие обвалы и перекапывание гальки и валунов, прерывают нерест - способствуют заилению икринок и гибели

личинок. Летом во время паводков часть неокрепшей еще молоди сносится в низовья нерестовых рек, затем в Кубань и море, где при высокой солености молодь, не достигшая четырехмесячного возраста, может погибнуть. Поэтому многоводные годы, для которых характерны многочисленные паводки, неурожайны, что обуславливает понижение запасов и уловов рыба и шемаи /2,4/.

Выявление количественных зависимостей колебаний уловов рыба и шемаи от абиотических факторов дало возможность получить на ЭВМ уравнения, описывающие процесс естественного воспроизводства этих видов рыб. Коэффициенты множественной корреляции относительно высоки (0,78-0,83) и уравнения удовлетворительно моделируют особенности формирования уловов рыба и шемаи, как для суммарных величин так и для каждого вида рыб. Одно из этих уравнений, рассчитанное для уловов шемаи, наиболее требовательной к среде обитания, имеет следующий вид:

$$Y = 0,116 X_1 - 0,494 X_2 - 0,548 X_3 + 0,135 X_4 + 0,029 X_5 - 0,012,$$

где Y - уловы шемаи в Азовско-Кубанском районе, тыс.ц;

X_1 - средний сток нерестовых рек в мае-июле за второй и третий годы перед уловами, км³;

X_2 - средний сток Кубани в устьях в период хода производителей шемаи (октябрь-март) за второй и третий годы перед уловами, км³;

X_3 - среднегодовая соленость собственно Азовского моря за второй и третий годы перед уловами, ‰;

X_4 и X_5 - сумма среднемесячных температур воздуха по г.Приморско-Ахтарску в период нереста (май-июль) и зимой (декабрь-февраль) за второй и третий годы перед уловами шемаи, °С.

Решение этого и других уравнений в расчете на средние климатические условия показывает, что получение максимальных запасов и уловов рыба и шемаи возможно при объемах стока в периоды размножения и миграций производителей, близких к объему стока нерестовых рек и Кубани 80-90% обеспеченности.

Полученные выводы подтверждаются тем, что наиболее урожайными поколения рыба и шемаи, обеспечившие максимальные уловы в 1932 и 1938 гг., были при суммарном стоке нерестовых рек в Кубань, равным в период размножения около 1,8 км³. Суммарные

расходы воды по устьям Кубани в сентябре-декабре года, предшествующего появлению поколений, обеспечивших высокие промысловые уловы, изменялись от 80 до 198 м³/сек. При этом в период массового хода производителей рыба и шемаи водность Кубани на замыкающих створах снижалась до 80-90 м³/сек. Такие расходы воды, соответствующие естественному стоку Кубани у г.Краснодара 99% обеспеченности, могут считаться наиболее благоприятными для миграций производителей рыба и шемаи к местам нереста.

З а к л ю ч е н и е

Таким образом, полученный с помощью математического моделирования процесса естественного воспроизводства проходных рыб оптимальный объем попусков из Краснодарского водохранилища через Пересыпское гирло, Петрушин рукав и устье Протоки, необходимый для создания благоприятных для севрюги, рыба и шемаи условий обитания в реках и море, равен около 6,9 км³.

Список использованной литературы

1. Аверкиев Ф.В. Сборник статистических сведений об уловах рыбы и нерыбных объектов в Азовско-Черноморском бассейне за 1929-1959 гг. Труды АзНИИРХ, т.1, вып.1, 1960, с.3-91.
2. Гаргопа Ю.М. Зависимость уловов проходных и полупроходных рыб Азовско-Кубанского района от абиотических факторов. "Вопросы изучения и освоения Азовского моря и его побережий", 1974, с.46-47.
3. Мусатова Г.Н. Осетровые рыбы реки Кубани и их воспроизводство. г.Краснодар, 1973, с.3-III.
4. Суханова Е.Р. Размножение кубанских рыба и шемаи и биология их молоди в речной период жизни. Труды зоологического института АН СССР, т.ХХVI, 1959, с.44-95.

Modelling of natural reproduction of
anadromous fish from the Azov Sea -
Kuban River basin

Yu.M. Gargopa
S.V. Kozlitina

S u m m a r y

The processing of data at the computer has resulted in obtaining several equations of multiple correlation which approximate satisfactorily the relationship among natural reproduction of stellate sturgeon, vimba, shemaya and the Kuban runoff, temperature of air and water, salinity of the Azov Sea observed at various stages of ontogenesis. To reach a satisfactory level of reproduction of sturgeon it is necessary to supply the spawning grounds situated in the middle part of the Kuban River with water in the amount of about 3 km^3 in May-August; the river discharge in the estuaries should average 6 km^3 in April-August and the flow rate in the estuaries should not exceed $90 \text{ m}^3/\text{sec}$. during the spawning run in September-December. On the whole, the optimum river discharge volume needed for stellate sturgeon, vimba and shemaya in the downstream part of the Kuban River and pre-estuary area is equal to 6.9 km^3 .