

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 597-15; 639.2/3

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA*) САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НЕРЕСТОВОГО ПЕРИОДА

С.С. Мосияш, В.К. Чумаков

*Саратовское отделение Государственного научно-исследовательского
института озерного и речного рыбного хозяйства
Россия, 410002, Саратов, Чернышевского, 152*

Поступила в редакцию 22.02.04 г.

Прогнозирование численности поколений леща (*Abramis brama*) Саратовского водохранилища на основе гидрологических факторов нерестового периода. – Мосияш С.С., Чумаков В.К. – На основе многолетних данных проведена оценка влияния гидрологического режима водохранилища в год рождения поколения леща на его численность к моменту вступления в промысел. Построенная регрессионная модель позволяет подойти к прогнозированию запасов леща и сформулировать рекомендации по поддержанию оптимального режима уровня воды в водохранилище.

Ключевые слова: лещ, *Abramis brama*, численность поколения, уровень воды, нерестовый период, моделирование, Саратовское водохранилище.

Forecasting of the number of bream (*Abramis brama*) generations in the Saratov reservoir on the basis of hydrological factors in the spawning period. – Mosiyash S.S., Chumakov V.K. – On the basis of long-term data, the influence of the hydrological regime of the reservoir in the year of bream's birth on its number at fishing was estimated. A regression model was designed to forecast the bream stock and to issue recommendations on keeping the optimal water level in the reservoir.

Key words: bream, *Abramis brama*, number of generation, water level, spawning period, modeling, Saratov reservoir.

Пополнение рыбных запасов в водохранилищах определяется динамикой естественного воспроизводства рыб, которая в свою очередь находится под влиянием комплекса абиотических, биотических и антропогенных факторов. При этом решающую роль играет режим уровня воды в нерестовый период (Никольский, 1974).

Уже в первые годы существования Саратовского водохранилища отмечалось негативное влияние неблагоприятного гидрологического режима на естественное воспроизводство рыб, поскольку нерест леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) и многих других видов приходится на спад уровня воды (Небольсина, 1973).

С практических позиций перспективной представляется оценка влияния гидрологического режима в год рождения поколения рыб на его численность к моменту вступления в промысел. Формализация такой оценки позволяет не только подойти к долгосрочному прогнозированию запасов рыб, но и сформулировать обоснованные рекомендации по поддержанию оптимального уровня режима водохранилища в период нереста.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA*)

На Саратовском водохранилище лещ, являясь доминирующим видом в составе уловов, массово вступает в промысел с возраста 4+ (пять лет). Его численность в этом возрасте достаточно надежно оценивается инструментальными методами. Численность рыб более старшего возраста в значительной мере подвержена влиянию рыболовства.

Материалом для исследования послужили данные многолетнего (1972 – 1990 гг.) мониторинга численности поколений леща в возрасте пяти лет, а также данные по уровенному режиму Саратовского водохранилища в годы рождения соответствующих поколений (1968 – 1986 гг.). Для характеристики уровенного режима использовали два показателя: а) средний уровень воды W на гидрологическом посту «Самара» в период нереста леща, б) перепад уровня D от максимального до минимального за период нереста.

Несомненно, что и характер динамики этих показателей в течение нерестового периода имеет для воспроизводства рыб немалое значение. Однако мы намеренно отказались от рассмотрения временной динамики уровенного режима, полагая, что усложнение модели не позволит одновременно использовать ее как для объяснения анализируемой зависимости, так и для прогнозирования (Розенберг и др., 1999).

Средняя многолетняя величина W составила 30.7 ± 0.3 м при колебаниях от 29 до 33.5 м. Перепад уровня D в среднем равнялся 2.46 ± 0.32 м при межгодовых колебаниях 0.3 – 4.58 м. Абсолютная численность леща возрастом 4+ за период наблюдений (19 лет) варьировала от 2.1 до 15.7 млн экз., составляя в среднем 7.2 ± 1.1 млн экз.

Для формализации зависимости использовали метод множественного регрессионного анализа (Дрейпер, Смит, 1986). В качестве объясняющих (предикторных) переменных в исходную регрессионную модель включали не только показатели W и D , но и ряд их степенных преобразований и произведений. Выбор «наилучшего» уравнения регрессии производили методом «всех возможных регрессий». В результате была получена следующая регрессионная модель:

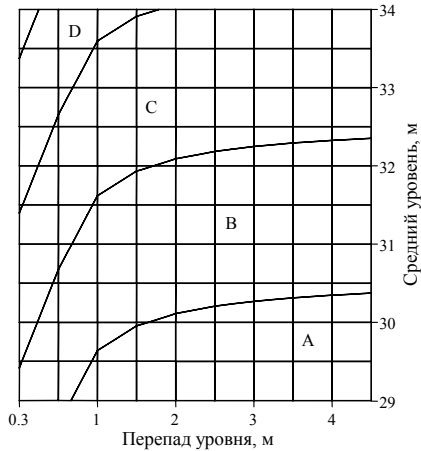
$$N = 2.53W + 2.39D - 72.28,$$

где N – численность поколения леща возрастом 4+, млн экз.; W – средний уровень воды в период нереста (пост «Самара»), м; D – перепад уровня за нерестовый период (пост «Самара»), м.

Модель статистически значима при $p=0.001$. Коэффициент множественной корреляции R данной зависимости равен 0.86, коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0.74$. Иными словами, модель объясняет 74% вариации численности поколений леща, вступающих в промысел, а на долю влияния неких неучтенных в модели (фоновых) факторов приходится 26%.

Наиболее наглядным представляется графическое отображение полученной модели в виде изоплетной диаграммы (рисунок). На диаграмме условно выделено 4 градации численности поколения пятилеток леща. Каждой градации соответствует определенный сектор изоплетной диаграммы. Относительные площади диаграммы, закрываемые тем или иным изоплетным сектором, характеризуют вероят-

ность появления поколения соответствующей численности. Таким образом, при рассматриваемом гидрологическом режиме поколения леща максимальной численностью более 15 млн экз. в возрасте пяти лет могут появляться с вероятностью



Изоплетная диаграмма численности пятилеток леща в зависимости от уровня режима Саратовского водохранилища в нерестовый период года рождения поколений: *A* – менее 5 млн экз., *B* – 5 – 10 млн экз., *C* – 10 – 15 млн экз., *D* – более 15 млн экз.

около 6%. Вероятность появления поколений численностью 10 – 15 млн составляет 37%, 5 – 10 млн – 38%, менее 5 млн экз. – 19%.

Уже при визуальном анализе диаграммы видно, что наибольшее значение для формирования численности поколений леща имеет средний уровень воды *W* в нерестовый период. Спад уровня воды *D* в пределах до 1 м также существенно влияет на численность формируемого поколения. Более значительный перепад уровня приводит к прекращению нереста на мелководных пойменных участках и в этом случае численность поколения определяется в основном показателем *W*.

Для количественной оценки удельного веса влияния каждого из двух рассматриваемых факторов был применен методический подход, основанный на данных регрессионного анализа и ковариационной матрице факторов (Лица, Поспелова, 1983). Вычисления проводили по формуле

$$g_j = 100R^2|b_jC_{oj}| / \sum |b_jC_{oj}|, j = 1, 2, \dots, k,$$

где g_j – показатель удельного веса влияния j -того фактора, R^2 – коэффициент множественной детерминации, b_j – коэффициент в уравнении регрессии при j -том факторе, C_{oj} – коэффициент ковариации между зависимой переменной и j -тым фактором, k – число изучаемых факторов (в нашем случае 2).

В результате расчетов установлено, что первостепенную роль в формировании численности поколений леща играют абсолютные значения среднего уровня *W* во время нереста (удельный вес влияния – 51%). В целом доля влияния показателя спада уровня воды *D* формально менее значительна (23%), однако спад оказывается весьма опасным для воспроизводства рыб, поскольку вызывает существенный эффект в довольно узком начальном (до 1 м) диапазоне изменений.

Очевидно, что для устойчивого неистощительного воспроизводства популяции леща в условиях его промысловой эксплуатации необходимо гарантировать величину пополнения, несколько превышающую среднестатистический уровень. Исходя из этого, можно предположить, что минимальная численность поколения леща в возрасте 4+ должна составлять около 10 млн экз. Эта величина пополнения гарантированно обеспечивается (см. рисунок) при среднем уровне в нерестовый период выше 32 м и его максимальном спаде не более 1.5 м. Более низкие абсо-

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA*)

лютные отметки уровня потребуют существенного снижения амплитуды его колебаний. Так, уже при средней отметке 31 м допустимый диапазон максимальных колебаний уровня сужается до 0.5 м. Вместе с тем полученная нами модель позволяет подобрать наиболее оптимальный режим уровня водохранилища в весенний нерестовый период с целью минимизации отрицательного воздействия на воспроизводство леща.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Финансы и статистика, 1986. Кн. 2. 352 с.

Лиена И.Я., Поспелова Г.Е. Изучение структуры воздействия факторов в экологическом прогнозировании // Человек и биосфера. М.: Изд-во МГУ, 1983. Вып. 8. С. 125 – 133.

Небольсина Т.К. Условия размножения рыб в первые четыре года после образования Саратовского водохранилища // Тр. Саратов. отд-ния ГосНИОРХ. 1973. Т. XII. С. 104 – 115.

Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высш. шк., 1974. 358 с.

Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелаишвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 1999. 396 с.