

# Вероятностный метод прогноза урожайности поколений северо-восточной арктической трески Баренцева моря

Канд. геогр. наук В.Д. Бойцов – ПИНРО

Промысловый запас северо-восточной арктической трески, обитающей в Баренцевом море, составляют особи нескольких поколений. В начале года численность трески определяется величиной остатка от промысла предыдущего года и пополнения рыб 3-летнего возраста, урожайность которого во многом обуславливает динамику половозрелой части популяции. Поэтому правильная и заблаговременная оценка численности трески каждого нового годового класса необходима для прогнозирования величины промыслового запаса и определения общего допустимого улова (ОДУ). Однако это непростая задача, поскольку существуют значительные межгодовые колебания урожайности поколений, связанные с изменчивостью условий, при которых формируются отдельные генерации трески. К ним относятся биотические факторы и показатели состояния водных масс.

У тресковых формирование численности поколений происходит на ранних этапах онтогенеза, в основном в течение первых двух лет жизни. Наиболее сильное воздействие на смертность особей в этот период оказывают пищевой фактор, хищничество и состояние водных масс. У баренцевоморской трески самый высокий процент гибели под воздействием внешних причин наблюдается на эмбрионально-личиночной и пелагической стадиях (Дементьева Т.Ф. *Биологическое обоснование промысловых прогнозов*. М.: Пищевая промышленность, 1976. 240 с.; *Треска Баренцева моря: биология и промысел*. Мурманск: ПИНРО, 2003. 296 с.; и др.). Следовательно, условия обитания трески в этот период во многом определяют численность каждого нового годового класса, а их учет позволяет предвидеть величину пополнения промыслового стада.

Для оценки урожайности поколений трески после прохождения ею критического периода развития ПИНРО совместно с Институтом морских исследований (г. Берген, Норвегия) ежегодно проводит определение численности 0-группы по резуль-

татам учетных съемок (август-сентябрь), во время которых выполняются гидробиологические, гидрологические и гидрохимические наблюдения. Индексы численности трески на стадии пелагической молоди за 1965 – 2002 гг. и были использованы для разработки методики прогнозирования урожайности ее годовых классов. В качестве факторов, которые могут способствовать увеличению или уменьшению уровня смертности икры и личинок трески, применялись биомасса нерестового запаса и средняя температура воды слоя 0–50 м на 3–7-й станциях разреза «Кольский меридиан» в апреле – июне, в период раннего онтогенеза.

Результаты многолетних исследований показали, что первый фактор косвенно характеризует ежегодное количество продуктов нереста (икры), т.е. потенциальные возможности будущего поколения трески перед элиминацией организмов под влиянием внешних причин. Температура воды определяет прямое и опосредованное воздействие основных гидрометеорологических процессов на выживаемость икры и личинок. Такое же влияние этот показатель оказывает на сроки развития и пространственное распределение кормового планктона.

В разработанных ранее имитационно-диагностических и прогностических регрессионных моделях урожайности поколений трески Баренцева моря их коэффициенты были получены статистическими методами с использованием данных, распределение которых зачастую отличается от нормального, а изменчивость во времени носит нестационарный характер. Кроме того, некоторые причинно-следственные связи природных процессов нелинейны, что часто не учитывалось при разработке прогностических схем. Поэтому со временем расчеты значительно расходились с фактическими значениями и модели теряли практическую значимость.

На рис. 1 видно, что в межгодовых изменениях трех показателей, которые использовались в настоящей работе, присутству-

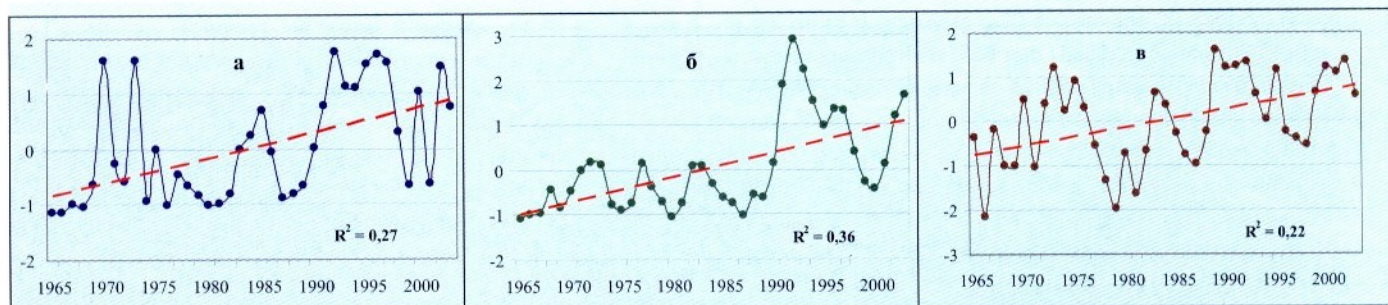


Рис. 1. Межгодовые изменения нормированных аномалий (1) индекса численности трески 0-группы (а), ее нерестового запаса (б) и средней температуры воды слоя 0–50 м на 3–7-й станциях разреза «Кольский меридиан» в апреле – июне (в) и их тренды (2).  $R^2$  – показатель вклада тренда в общую изменчивость параметра







ют значительные по вкладу тренды, что говорит о наличии у них нестационарности по математическому ожиданию. Между тем, совпадение во времени некоторых локальных экстремумов и одинаковый вид тенденций указывают на сопряженность рассматриваемых параметров, а значит, на существование между ними причинно-следственных связей.

Устранения отмеченных выше недостатков в распределении анализируемых характеристик можно добиться, если использовать не измеренные или расчетные параметрические данные (числовые переменные), а лингвистические переменные или балловые индексы. Эта процедура также позволяет значительно уменьшить ошибки инструментального и методического характера. При решении определенного круга задач такое преобразование исходной информации вполне допустимо, поскольку оно дает приемлемую точность оценок уровня урожайности поколений рыб.

В настоящей работе из-за относительно непродолжительного периода наблюдений (38 лет) диапазон изменчивости каждого использованного показателя был разделен на три класса: 1-й – низкие; 2-й – средние; 3-й – высокие значения. После стандартизации аномалий параметры стали иметь одну размерность (относительную), что позволило при классификации использовать одинаковые значения критериев. Для разделения на градации был принят диапазон изменчивости 2-го класса, равный единице нормированной величины параметров и составляющий от *минус 0,5* до *плюс 0,5*. Поэтому те относительные значения используемых показателей, которые были меньше *минус 0,5*, соответствовали 1-му классу, а превышавшие *плюс 0,5* – 3-му классу. При использовании непараметрических методов не требуется проведение сложных вычислений, а обоснованность их применения достаточно легко проверяется.

Оценка связи индексов численности 0-группы трески с ее нерестовым запасом и температурой воды проводилась с помощью анализа таблиц сопряженности градаций (Пановский Г.А., Брайер Г.В. *Статистические методы в метеорологии*. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. 242 с.). На заключительном этапе рассчитывалась и анализировалась матрица вероятностей появления каждого класса урожайности поколений рыбы при различных вариантах сочетания градаций влияющих факторов. Это позволило разработать алгоритм прогноза индекса численности трески на стадии пелагической молоди для практического использования. Причем предложенный подход для решения такого рода задач ранее не применялся.

Рассмотрим частоту встречаемости различных классов урожайности трески с каждым из факторов в отдельности.

**Нерестовый запас трески.** За период наблюдений число неурожайных поколений трески на стадии 0-группы (14) лишь ненамного превышало число годовых классов средней (12) и высокой (12) численности. В 86 % случаев бедные поколения появлялись при низком нерестовом запасе, а в 14 % – при уровне этого показателя, соответствующем 2-му классу (рис. 2). Средние по урожайности поколения трески чаще всего формировались при средней биомассе производителей (75 %). В 3 раза реже это происходило при низком нерестовом запасе. В годы с высоким уровнем половозрелой части популяции трески появлялись только богатые годовые классы. Вероятность появления высокоурожайных поколений на стадии пелагической молоди при среднем по биомассе нерестовом запасе была в 2 раза меньше, чем при высоком (см. рис. 2).

**Температура воды.** В течение рассматриваемого временного интервала (1965 – 2002 гг.) примерно одинаковое число раз (12–13) наблюдалась температура воды каждого из трех классов. В

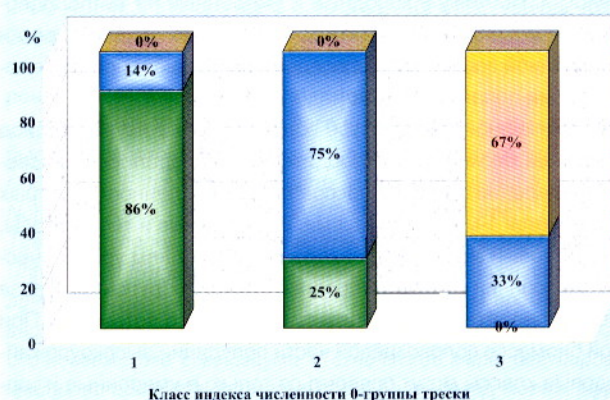


Рис. 2. Частота появления поколений трески 0-группы различной урожайности при низком (1), среднем (2) и высоком (3) нерестовых запасах производителей

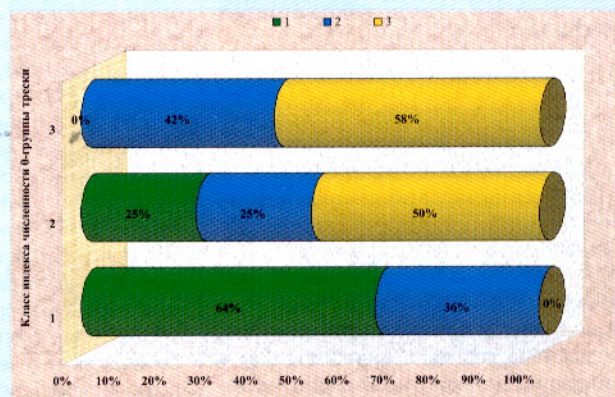
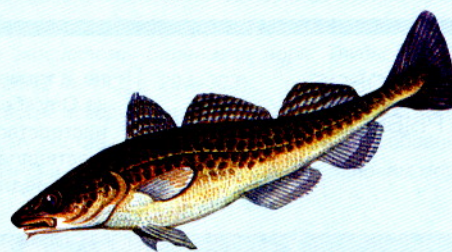


Рис. 3. Частота появления поколений трески 0-группы различной урожайности при низком (1), среднем (2) и высоком (3) уровнях теплосодержания водных масс Баренцева моря



годы с низким уровнем теплосодержания водных масс верхнего, 50-метрового, слоя в апреле – июне в юго-западной части Баренцева моря 9 (64 %) поколений трески оказались бедными и только 3 (36 %) – средней урожайности в возрасте 0-группы. В холодные годы ни разу не появились богатые годовые классы (рис. 3). Поколения трески, индекс численности мальков которых составлял 2-й класс, формировались при различной температуре воды в весенне-летний период. Однако в теплые годы это случалось в 2 раза чаще (6 случаев), чем в умеренные и холодные. Богатые по численности годовые классы трески на стадии пелагической молоди формировались только в годы с высоким (58 %) и средним (42 %) теплозапасом вод (см. рис. 3).

**Схема прогноза индекса урожайности поколений трески.**

С использованием морфологического анализа были рассмотрены все варианты сочетаний градаций численности годовых классов трески 0-группы, биомассы ее нерестового запаса и температуры воды, встречавшихся в течение 1965 – 2002 гг. При низком нерестовом запасе в холодные годы (ситуация повторялась 8 раз) появилось 7 неурожайных поколений и одно – средней численности. Поэтому в холодные и умеренные по теплосодержанию водных масс годы, с низким нерестовым запасом трески почти с 90%-ной вероятностью следует ожидать бедного поколения на стадии пелагической молоди (таблица).

При пониженной температуре воды в весенне-летний период и при средней биомассе производителей наблюдалось равновесное появление годовых классов трески, численность которых характеризуется 1-м и 2-м классами. В умеренные и теплые годы, когда нерестовый запас вида находился на среднем уровне, частота формирования поколений средней урожайности почти в 2 раза превышала вероятность формирования богатого потомства. При высокой биомассе половозрелой части популяции высокоурожайные годовые классы могут появляться только в умеренные и теплые годы. В тех случаях, когда существует возможность появления двух соседних классов урожайности поколений трески, для выбора одного из них проводится анализ величин нерестового

**Вероятность (%) появления поколений трески Баренцева моря 0-группы определенной урожайности при различных биомассе ее нерестового запаса и температуре воды**

		Уровень биомассы нерестового запаса трески (№ класса)		
		Низкий (1)	Средний (2)	Высокий (3)
Уровень тепло-содержания вод (№ класса)	Низкий (1)	88 % – низкая 12 % – средняя	50 % – низкая 50 % – средняя	Сочетание не встречалось
	Средний (2)	100 % – низкая	60 % – средняя 40 % – высокая	100 % – высокая
	Высокий (3)	100 % – средняя	67 % – средняя 33 % – высокая	100 % – высокая

запаса и температуры воды. Если их значения близки к границе с более высокой градацией факторов, возрастает вероятность формирования генерации более высокого класса.

При наличии прогноза температуры воды на весенне-летний период и известного на начало года уровня нерестового запаса с помощью разработанной модели можно с полугодовой заблаговременностью предсказать индекс урожайности поколений баренцевоморской трески в возрасте пелагической молоди. Это может быть осуществлено в виде прогноза класса, интервального прогноза, прогноза среднего или модального значения наиболее вероятной градации величины пополнения. Заблаговременность прогноза может быть значительно увеличена, поскольку сравнение урожайности поколений трески на стадии 0-группы и в возрасте 3 года, выраженной в баллах, показало достаточно высокую сходимость их оценок.

Проверка качества предложенной методики на независимом материале показала, что в теплые 2003 и 2004 гг. при высоком уровне нерестового запаса трески должны были сформироваться урожайные поколения на стадии пелагической молоди. По данным съемок этих лет, численность трески 0-группы также соответствовала 3-му классу шкалы градаций.



**МИРОВОЕ РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Благоприятные условия**



**Кабинет министров Украины на своем заседании рассмотрел первоочередные меры, направленные на стабилизацию ситуации на рынке мяса и рыбы.**

«Главная задача правительства – создать благоприятные условия для максимального насыщения отечественного рынка мясной и рыбной продукцией», – подчеркнула премьер-министр Юлия Тимошенко.

Как сообщает пресс-служба правительства, премьер поручила министерствам и ведомствам подготовить необходимые изменения и дополнения к существующим нормативно-правовым актам, касающиеся упрощения процедуры таможенной проверки продовольственных товаров.

В частности, будут значительно сокращены срок ветеринарного осмотра на таможен-

не, а также ликвидирована двойная проверка Службой ветеринарной медицины и Министерством здравоохранения, которая осуществлялась до этого времени и значительно замедляла прохождение товара через границу.

Правительство также направило на рассмотрение Верховной Рады изменения в Таможенный тариф Украины более чем 50 тарифных позиций. «Это обусловлено тем, что на сегодняшний день в Таможенном тарифе на товары и продукцию, которые ввозятся в Украину, действуют специфические ставки ввозной таможенной пошлины на фактически запретительном уровне. А также ставки на однородные товары со значительной дифференциацией, что побуждает предприятия допускать злоупотребления с классификацией товаров, занижать таможенную стоимость и уклоняться от уплаты налогов в полном объеме», – отмечает пресс-служба.

По мнению членов правительства, внесение этих изменений в Таможенный тариф позволит прекратить распространенную практику контрабандного ввоза товаров, установить прозрачные условия осуществления внешнеэкономической деятельности и обеспечить стабильность на потребительском рынке.

[«Подробнее»](#)

**Переносчик опасной заразы**



**Заболевание, обнаруженное у ряда рыб семейства лососевых, всерьез обеспокоило местных рыбаков и правительство Канады, сообщается на сайте BBC News.**

По словам исследователей, уровень инфекции у рыб вблизи побережья Канады превышает предельно допустимый.

Распространенная среди морских обитателей форма морских вшей в настоящее время представляет серьезную проблему для канадских рыбаков. Распространение этого переносчика различных заболеваний среди рыб происходит очень быстро, причем наибольшую опасность это представляет для тех особей, которые идут на нерест.

В настоящее время разрабатывается комплекс мер по предотвращению попадания некачественной рыбы к потребителю. Существует вероятность того, что на определенный промежуток времени ловлю лосося будет рекомендовано прекратить.

**Агентство «Новости Америки»**