

производителей, условий внешней среды и других факторов [Золотов, Сергеева, 1991; Балыкин, 1993]. Поэтому на первый план выходят методы, где используется расчетная суточная продукция. При этом за количество выметанной икры принимается таковое для начальных стадий развития. Обзор таких методов дан в статье Т.В. Дехник [1986]. Исходными данными в этом случае служат сроки начала и конца икрометания, а также ориентировочное время пика нереста. Желательно также выполнение возможно большего числа икорных съёмок, что дает возможность построить кривую интенсивности икрометания. В последние годы данный подход применяется также в КамчатНИРО, поэтому авторы настоящего сообщения поставили задачу описать его особенности.

Регулярные ихтиопланктонные съёмки в прикамчатских водах выполняются с 70-х гг. XX в. В это время была принята стандартная сетка станций, которая используется и сейчас (рис. 1). На протяжении всего периода орудием сбора ихти-

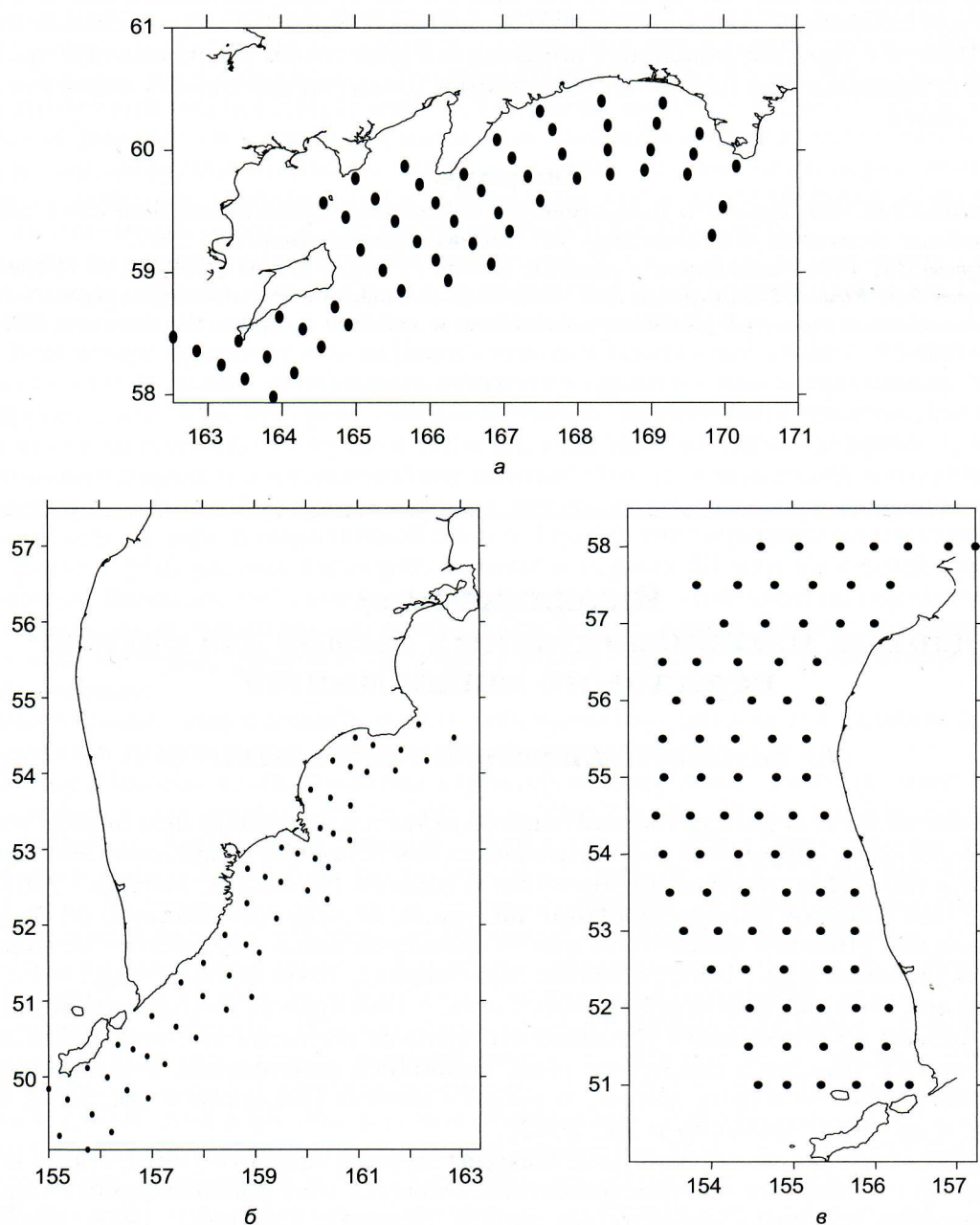


Рис. 1. Схема стандартных ихтиопланктонных съёмок, принятая в КамчатНИРО: *а* – юго-западная часть Берингова моря; *б* – тихоокеанские воды Камчатки и Северных Курил; *в* – восточная часть Охотского моря

опланктона являлась сеть ИКС-80, что делает имеющиеся материалы сравнимыми. На каждой станции осуществляли вертикальный облов толщи воды от дна или горизонта 200 м до поверхности. В последние годы получены данные о распределении икры минтая в глубоководных каньонах Восточной Камчатки и западной части Берингова моря на глубине до 900 м [Балькин, 1997; Буслов, Тепнин, 2002], в связи с чем с 1999 г. в указанных районах глубина погружения сети увеличена до 500 м, а на отдельных станциях — до 1000 м.

Икру и личинок минтая отделяли от зоопланктона и учитывали их количественный состав. Стадии развития эмбрионов определяли по шкале Т.С. Расса [Расс, Казанова, 1966]. Количество икры на каждой станции приводили к 1 м².

Кроме ихтиопланктонной, в последние 10–12 лет одновременно осуществляли гидрологическую съемку посредством термосолезонда, что дало сведения о температуре воды во время эмбриогенеза. Для расчета общего количества икры использовали пакет программ Surfer для ПК. Располагая данными о доле икры 1-ой стадии развития, определяли ее численность. Для того чтобы рассчитать суточную продукцию, нужны сведения о продолжительности эмбриогенеза. Ее определяли по формуле, предложенной О.Г. Золотовым с соавторами [1987]:

$$T = 38,9e^{[-0,156t]},$$

где t — средняя температура воды, T — продолжительность эмбриогенеза в сутках. Длительность 1-ой стадии мы принимали как 20% периода инкубации [Горбунова, 1951]. Разделив количество икры начальной стадии развития на ее продолжительность, получали суточную продукцию. Дальнейший ход расчетов иллюстрируется ниже на конкретных примерах.

Наибольшее внимание исследователей привлекает восточная часть Охотского моря, где располагается крупнейшее в азиатских водах Тихого океана нерестилище минтая. Ихтиопланктонные съемки в этом районе осуществлялись не только силами КамчатНИРО, но и ТИНРО-центра и ВНИРО. Соответственно ежегодно выполняется не менее 2 съемок, а в 1999 и 2001 гг. таковых было выполнено 4 и 5 соответственно.

Поскольку на протяжении всей путины проводятся наблюдения за биологическим состоянием минтая, довольно точно определяется продолжительность нерестового сезона. Так, установлено, что завершающая фаза приходится на конец мая [Фадеев, 1987]. Таким образом, к данным съемок можно добавить еще 2 точки с нулевой продукцией: начало и окончание (31 мая) икрометания. На рис. 2 показано изменение суточной продукции икры минтая в 1999 и 2001 г. Площадь под кривой даст нам общую продукцию за период нереста. Ее можно получить путем численного интегрирования. Располагая этим показателем, а также плодовитостью одной самки, соотношением полов и массой половозрелых рыб, можно определить численность и биомассу отнерестовавших производителей. Добавив число рыб, выловленных до нереста, получим нерестовый запас на начало путины или года. В качестве примера в табл. 1 и 2 приведены расчеты нерестового запаса 2001 г.

Осуществление нескольких съемок за нерестовый сезон позволило сделать вывод, что изменение суточной продукции икры удовлетворительно аппроксимируется уравнением третьей степени (см. рис. 2). Этот факт оказался весьма полезным в 2002 г., когда было выполнено всего две съемки, причем в близкие сроки (одна — КамчатНИРО, другая — ТИНРО-центром). Исходя из состояния половых продуктов минтая и соотношения стадий развития учтенной в ихтиопланктоне икры, было сделано заключение, что начало нереста пришлось на середину марта, а пик — на конец апреля. Таким образом, имелось четыре точки кривой нереста, которые, тем не менее, хорошо легли на график аппроксимирующего уравнения третьей степени (см. рис. 2).

При наличии данных 1–2 съемок, а также сведений о сроках начала и конца нереста, можно построить теоретическую кривую изменения суточной продукции и ориентировочно оценить количество выметанной икры и соответственно нерестовый запас. Непременным условием является совпадение сроков съемки и пика икрометания. Такой подход был использован в районах Восточной Камчат-

