

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 574.58
EDN YDWIVM

DOI: 10.36038/0234-2774-2025-26-4-27-38

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИКРЫ И ЛИЧИНОК ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA*) ПО ДАННЫМ ИХТИОПЛАНКТОННЫХ СЪЁМОК ПИНРО

© 2025 г. Н.А. Ярагина (spin: 9026-3827), В.А. Ившин (spin: 3102-7538)

Полярный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича),
Россия, Мурманск, 183038
E-mail: yaragina@pinro.vniro.ru

Поступила в редакцию 1.09.2025 г.

Материалы ихтиопланкtonных съёмок, которые проводились в 1959–1993 гг. в районах размножения и дрейфа молоди основных промысловых рыб Баренцева моря, были недавно оцифрованы, в связи с чем появилась возможность обработки первичных данных с использованием комплекса современных компьютерных программ. В работе были рассмотрены индексы численности икры и личинок трески (горизонтальные ловы с учётом и без учёта взвешивания по числу пойманных на станциях особей) для сравнения их с биомассой нерестового запаса трески (SSB), термическими условиями воды и биомассой планктона. Вычислены центроиды распределения индексов численности особей трески на ранних стадиях развития по данным съёмок апреля–мая и июня–июля, которые сравнивались с теми же биотическими и абиотическими показателями.

Ключевые слова: Лофотено-Баренцевоморский район, икра и личинки трески, численность, нерестовый запас, центроиды, температура воды

ВВЕДЕНИЕ

Проблема пополнения запасов промысловых рыб по-прежнему стоит на повестке дня исследователей. Особенно актуальными эти вопросы становятся в моменты климатических изменений, наблюдаемых в настоящее время в северных районах Атлантики, в частности в Баренцевом и сопредельных морях. Ранние стадии развития особей – особенно важны для понимания механизмов становления поколения, т.к. преимущественно в это время формируется численность поколения, изменчивость которой очень высока. Также высоки и колебания выживаемости молоди в связи с внутренними (материнский эффект) и внешними причинами (температура, течения, пища, хищники, конкуренты и т.д.). Анализ этого периода жизни трески представляет интерес, особенно если в наличии есть детальные, комплексные данные, тщательно собранные и обработанные. Инструменталь-

ные съёмки – весьма дорогие методы исследований, и зачастую становится невозможным их выполнение из-за финансовых трудностей. Таким исследованием были ихтиопланктонные съёмки, проводившиеся Полярным институтом морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО, г. Мурманск) в Лофотено-Баренцевоморском районе в 1959–1993 гг. Регулярные ихтиопланктонные работы ПИНРО после 1993 г. были прекращены из-за финансовых трудностей в 1990-е годы, а также с уменьшением научно-исследовательского флота. В настоящее время такие работы эпизодически проводят при экологической экспертизе различных проектов, в отдельных районах и в очень небольших масштабах. Однако собранный и детально обработанный уникальный материал позволяет вновь обращаться к этим данным и проводить исследования, связанные не только с треской, но и с другими видами рыб и беспозвоночных в регионе,

а также с экологическими изменениями в сообществе ихтиопланктона.

Материалы съёмок были оцифрованы, и появилась возможность проводить теоретические изыскания с использованием современных методов обработки, и получать ответы на ряд вопросов. В данной работе мы исследовали следующее: а) какой индекс лучше характеризует биомассу нерестового запаса (SSB) и пополнение (R) на двух ранних стадиях развития (икра и личинки), какие ловы лучше использовать: все ловы против только горизонтальных ловов или все ловы против только эффективных ловов (непустых); б) как связаны центроиды распределения икры и личинок трески с SSB, теплосодержанием вод или R.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Ежегодные ихтиопланкtonные съёмки ПИНРО проводились в два этапа: в апреле-мае и июне-июле в период 1959–1993 гг. (Mukhina et al., 2003; Методические рекомендации..., 2016). Съёмки охватывали основные направления дрейфа икры и личинок северо-восточной арктической (СВА) трески между $67^{\circ}30'$ – $74^{\circ}30'$ с.ш. и 5° – 40° в.д. (рис. 1).

Следует отметить, что прибрежные и южные части распределений молоди ранних стадий (МРС) трески не были охвачены исследованиями. С 1959 по 1993 гг. весеннюю съёмку проводили в апреле-мае (т.е. 0–2 месяца после пика нереста трески; Ellertsen et al., 1989) и летнюю в июне-июле (2–4 месяца после пика нереста). В 1967 г. съёмки весной не было.

В ходе весенней съёмки икру трески собирали с использованием икряной сети с диаметром входного отверстия 0,8 м (ИКС-80) и размером ячей 0,505 мм, которая была неизменной на протяжении всего периода исследований. На каждой станции обычно брали три пробы икры: одна из вертикального лова (от дна или от максимальной глубины 500 м при остановке судна) и две – из горизонтальных ловов на глубине 0 и 25 м во время циркуляции судна с продолжительностью 10 мин. В летней съёмке, сеть ИКС-80 применяли, как и весной, но в дополнение к этому был использован ринг-трап с диаметром 1,6 м и размером ячей 3 мм для сбора личинок. Горизонтальный лов на глубине 50 м и вертикальный лов (аналогично тому, как указано выше), были прове-

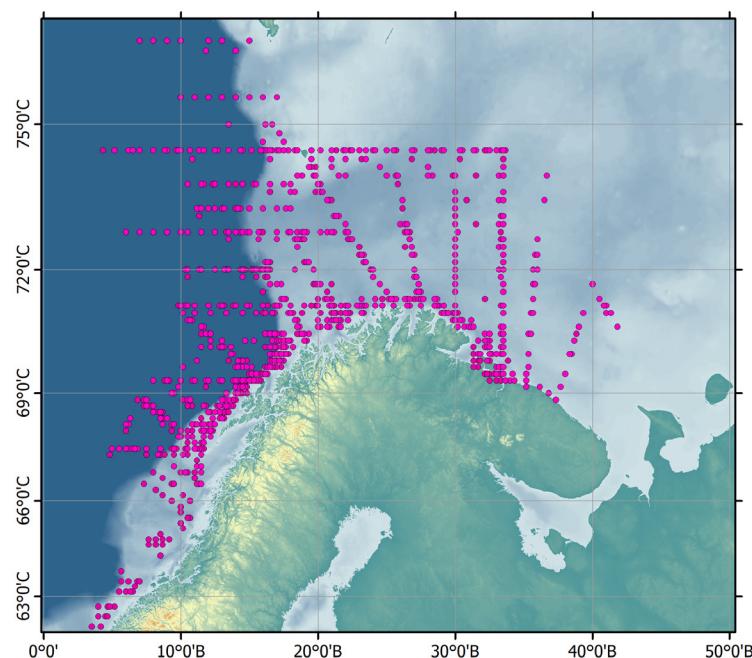


Рис. 1. Положение учётных станций в период проведения ихтиопланктонной съёмки.

дены ринг-трапом. Собранные икринки были определены и подсчитаны; икра трески подразделялась на четыре стадии развития (I–IV) с примерно равным (5 дней) по продолжительности временем нахождения на каждой стадии. Пойманые личинки были идентифицированы, измерены (с точностью до мм) и подсчитаны.

Науплии копепод во время съёмки весной собирали, в основном, с глубины от 50 м до поверхности с использованием планктонной сети Джеди с диаметром 37 см и размером ячей 180 $\mu\text{м}$. Идентификация видов науплиев копепод трудна, но в соответствии с распределением более взрослых стадий копепод в пробах, большинство науплиев, вероятно, были *C. finmarchicus* (Биомасса планктона..., 1990).

Показателем теплосодержания вод в рассматриваемый период служила средняя температура в марте–мае на разрезе «Кольский меридиан» (стандартный разрез № 6, станции 3–7, слой 0–200 м) с разбивкой на три категории лет: холодные, нормальные, тёплые (Терещенко, 1999).

Динамика пополнения СВА трески и её запаса в 1959–1993 гг. представлены по данным Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству (AFWG, 2021).

В качестве индикатора распределения молоди трески на акватории исследования приняты позиции ихтиопланктонных (горизонтальных) ловов. Вычислены годовые, среднемноголетние центроиды распределения молоди трески в период съёмки (апрель–июль). Расчёты годовых центроидов проводились по формулам (Боровков и др., 2014):

$$\varphi_{cj} = \frac{\sum \varphi_i \times C_{ij}}{\sum C_{ij}}, \lambda_{cj} = \frac{\sum \lambda_i \times C_{ij}}{\sum C_{ij}},$$

где φ_{cj} и λ_{cj} – соответственно широта и долгота центроида для j -го года, φ_i и λ_i – широта и долгота лова, C_{ij} – суммарный вылов трески в i -ом лове в j -ом году (апрель–июль).

Расчёт индексов численности производился для всех лотов, а также только для результативной его части (т.е. с уловами

молоди трески), с учётом и без учёта количества особей (весовая функция).

Для объективного разделения величины SSB на группы, определяющие близкие значения величины запаса, использовался метод k-means (Hartigan, Wong, 1979). Общее число кластеров приняли равное трём – с высокой (более 632 тыс. т), средней (301–434 тыс. т) и низкой (менее 244 тыс. т.) биомассой нерестового запаса, в связи с тем, что колебания SSB в указанные годы составляли от 108 до 802 тыс. т (AFWG, 2021).

Статистическая обработка данных и построение графиков выполнялись в программе Microsoft Excel 2016 (надстройка «Аналisis данных») и геостатистической программе ArcGis 10.2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Горизонтальные ловы против вертикальных

В ихтиопланктонных съёмках на одних и тех же станциях выполняли как горизонтальные, так и вертикальные ловы. Их уловистость, согласно проведённому нами анализу по МРС трески, оказалась весьма различной. Отличались как доли непустых уловов, так и количество икры и личинок трески (рис. 2) на лов.

Апрель–май. Количество пустых траплений, не принёсших икринок трески, было больше в вертикальных ловах чем в горизонтальных (72,3 против 53,0%) (рис. 2). Также среднее количество икринок трески на лов было меньше в вертикальных ловах, чем в горизонтальных (7,1 против 244,9 экз/лов). Без учёта аномально высоких по численности икры трески 1992 и 1993 гг. – 4,4 против 49,8 экз/лов соответственно.

Июнь–июль. Количество пустых траплений, не принёсших личинок трески в июне–июле, также было больше в вертикальных ловах чем в горизонтальных (96,4 против 88,2%) (рис. 3). Среднее количество личинок трески на лов было меньше в вертикальных ловах, чем в горизонтальных (0,04 против 0,41 экз/лов).

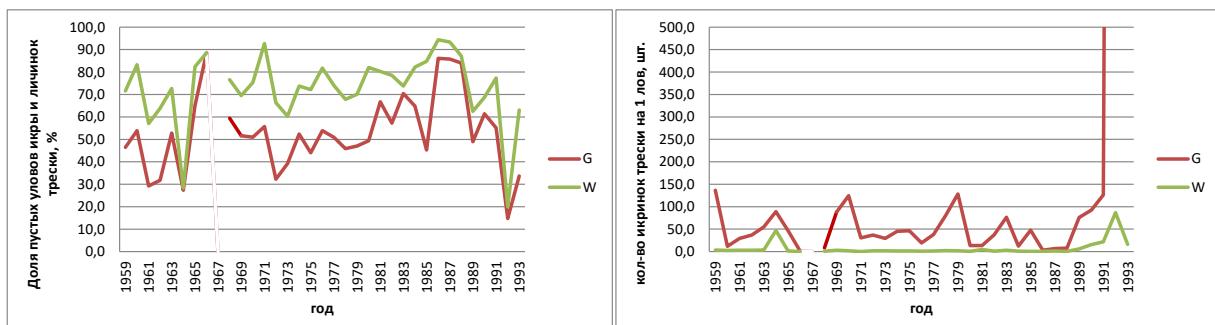


Рис. 2. Доля пустых уловов трески (%) (слева) и среднее количество икры (справа) в вертикальных (W) и горизонтальных (G) ловах в апреле-мае 1959–1993 гг.

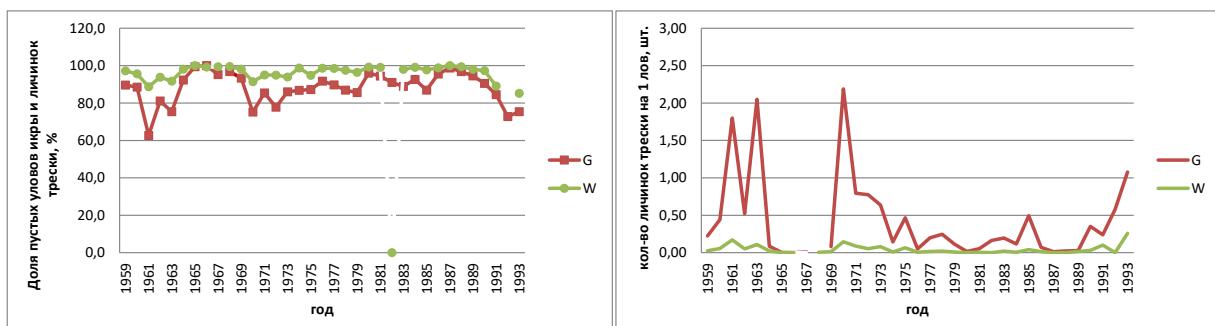


Рис. 3. Доля пустых уловов трески (%) (слева) и среднее количество личинок (экз.) в вертикальных (W) и горизонтальных (G) ловах в июне-июле 1959–1993 гг.

Поэтому было принято решение использовать данные горизонтальных лотов, как более информативных, для дальнейших расчётов.

Количество выметанной икры трески во многом зависит от величины SSB. Тем не менее даже при близкой величине биомассы нерестового запаса количество выметанной икры может иметь большую межгодовую вариабельность, зависящую от ряда биологических показателей, таких как плодовитость по возрастам, возраст и размеры нерестовых рыб и прочих (табл. 1).

Несмотря на то, что нерест трески проходит достаточно компактно у Лофотен, икра вследствие интенсивной циркуляции распределяется на широкой акватории. В районе Лофотенских островов скорость поверхностных течений составляет в среднем 0,15–0,30 м/с (The Norwegian coastal..., 2007), если принимать эту величину постоянной в

течение месяца, то разнос икры по прилегающим водам может колебаться от 300 до 700 км (рис. 4).

Связь рассчитанных индексов с биомассой нерестового запаса (SSB) и пополнением (R)

Индексы численности икры в апреле-мае были положительно связаны с биомассой нерестового запаса (табл. 2).

Вклад величины нерестового запаса в изменчивость численности икры составил примерно 46–48%. Средний возраст рыб в нерестовом запасе не влиял на относительное количество икры в съёмке. В свою очередь, относительное количество икры в съёмке не было связано с пополнением запаса трески три года спустя (табл. 1). Индекс численности личинок, наоборот, был положительно связан с пополнением трески в эти годы (в возрасте трёх лет), при этом коэффициент детерминации составил 27–32% соответственно.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИКРЫ

Таблица 1. Статистические характеристики исследуемых переменных в апреле-мае 1959–1993 гг.

Переменная	Статистические характеристики						
	N	Avg	Min	Max	St. dev	As	Ex
Количество станций	34	170,7	89,0	223,0	33,9	-0,71	0,04
Количество икры (экз.) в горизонтальных ловах	34	27117,7	52,5	552428,9	94784,3	5,49	31,03
Среднее количество икры трески (экз.), в горизонтальных ловах	34	175,8	0,6	3541,2	614,6	5,33	29,47
Количество не пустых лотов икры в горизонтальных ловах	34	95,1	16,0	170,0	35,7	-0,26	-0,02
Количество икры (экз.) в не пустых горизонтальных ловах	34	240,3	3,3	4217,0	734,3	5,19	28,12
Процент не пустых горизонтальных лотов икры трески	34	54,9	18,0	84,0	16,5	-0,74	0,49
Биомасса нерестового запаса (SSB), тыс. т	35	274,7	108,0	801,6	163,7	1,74	3,18
Биомасса промыслового запаса (TSB), тыс. т	35	1718,6	747,9	3288,9	675,1	0,29	-0,72
Средний возраст (лет) в запасе относительно численности	35	4,35	3,56	5,61	0,50	0,63	-0,01
Средний возраст (лет) в запасе, относительно биомассы	35	5,68	4,53	6,76	0,50	-0,21	0,09
Доля рыб в запасе старше 7 лет	35	0,04	0,01	0,14	0,03	1,78	3,56
Пополнение запаса (R) в возрасте три года, млн экз.	35	598,2	110,5	1842,8	461,6	1,18	0,81
Температура на разрезе «Кольский меридиан» в слое 0–200 м в марте-мае	35	2,95	1,65	3,93	0,56	-0,52	-0,19

Примечание: Статистические характеристики: N –длина ряда, Avg –среднее, Min –минимум, Max –максимум, St. Dev –стандартное отклонение, As –асимметрия, Ex –эксцесс.

Таблица 2. Коэффициент корреляции Пирсона между индексами численности МРС трески и показателями SSB и R за 1959–1993 гг. (жирным шрифтом выделены значимые коэффициенты)

Параметр	Индекс 1 икры в апреле-мае (все станции)	Индекс 2 икры в апреле-мае (без пустых лотов)	Индекс 1 личинок в июне-июле (все станции)	Индекс 2 личинок в июне-июле (без пустых лотов)
SSB	+0,67	+0,69	+0,30	+0,24
Средний возраст SSB	-0,12	-0,11	+0,01	+0,05
R	-0,01	+0,01	+0,51	+0,56

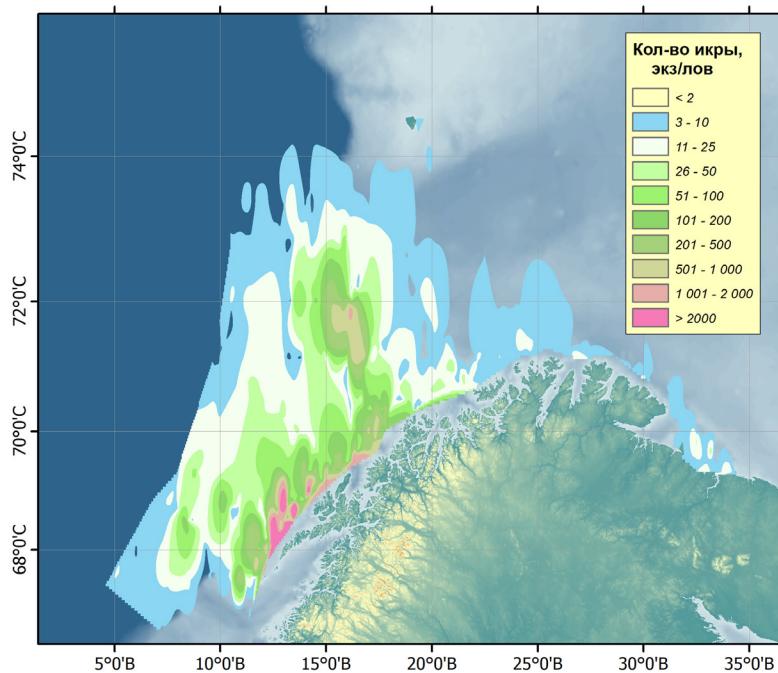


Рис. 4. Среднемноголетняя плотность распределения икринок трески (экз/лов) на учётных станциях ихтиопланктонной съёмки в апреле-мае 1959–1993 гг.

Центроиды

Апрель-май. Схема проведения съёмки обычно была стандартной, хотя в отдельные годы по организационным причинам сроки проведения и количество станций отличалось (это видно по количеству станций, см. табл. 1), что отразилось на разделении данных по группировкам центроидов в отдельные годы (рис. 5).

Северная группа представляет центроиды распределения икры по всем станциям наблюдений (ловам). Видно, что съёмки, проводимые в разные по теплосодержанию вод годы, имеют близкое положение (разброс между центроидами составляет 16 км), что ещё раз говорит о стандартных сроках и местоположению станций в годы проведения съёмок.

Центральная группа характеризует положение центроидов не пустых лотов икры без учёта весовой функции. Группа также сконцентрирована в ограниченной области (разброс между центроидами 31 км), т.е. средняя площадь распределения икры в разные по теплосодержанию вод годы имеет схожий характер.

Южная группа – это центроиды не пустых лотов с учётом весовой функции. Здесь отмечается их большой разброс (более 200 км). В тёплые годы центроид расположен южнее, в то время как в холодные годы он сдвинут к северу. В холодные годы икра быстрее дрейфует из Норвежского в Баренцево море, при этом претерпевает больший термический «стресс» за счёт повышенной скорости изменения внешних условий (температуры воды), что, по-видимому, сказывается на выживании икринок/личинок, поскольку резкий перепад температур замедляет развитие МРС и рост личинок.

В тёплые годы, возможно, икра задерживается в районе Лофотенских островов, на что указывает расположение центроида для тёплых лет южной группы (рис. 4), что может быть связано с растянутым по срокам нерестом, хотя пик обычно довольно стабилен (30 марта – 1 апреля) (Pedersen, 1984), а также с особенностями динамики вод, характерными в годы с повышенным теплосодержанием. В противоположность в холодные годы центроид расположен ближе к северу,

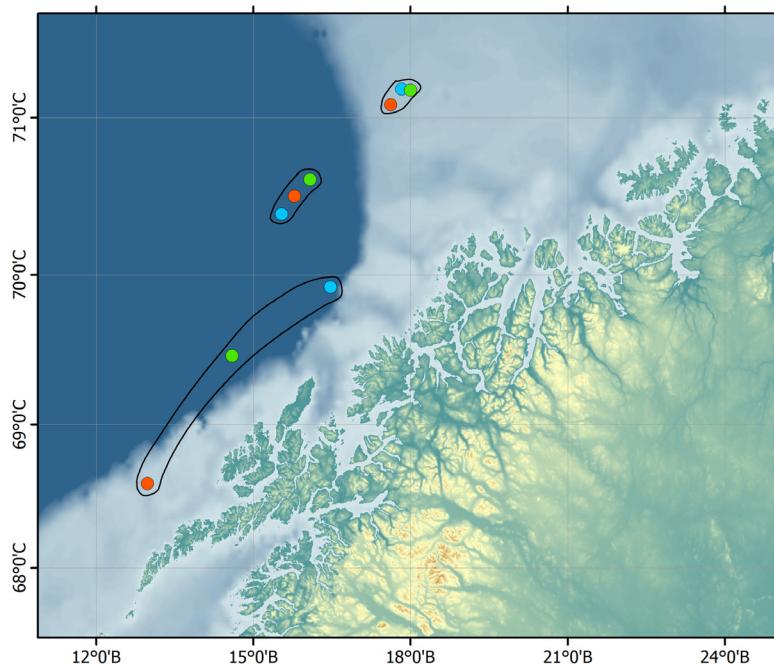


Рис. 5. Центроиды распределения икры трески в апреле-мае в разные по теплосодержанию вод годы (холодные – синие, нормальные – зелёные, тёплые – красные точки).

Таблица 3. Относительная численность икры трески в апреле-мае для икры и июне-июле – для личинок (по термическим условиям года), экз./лов

Группа	Индекс 1 икры в апреле-мае (все станции)	Индекс 2 икры в апреле-мае (без пустых ловов)	Индекс 1 личинок в июне-июле (все станции)	Индекс 2 личинок в июне-июле (без пустых ловов)
Северная	29,2	58,1	0,225	1,084
Центральная	46,0	78,4	0,529	2,253
Южная (без пустых ловов с учётом весовой функции)	344,3	642,0	0,023	0,591
<i>Среднее</i>	175,8	240,3	0,40	1,38

продолжительность нереста в такие годы может быть сокращена, а дрейфовые течения усилены.

Резкое уменьшение количества икры (в 7–8 раз) отмечается при переходе от южной группы станций к центральной (табл. 3). Разница в количестве икры между центральной и северной группами не такая значительная.

Июнь-июль. Расположение центроидов личинок трески для июня-июля практически

повторяет картину апреля-мая, но она менее выражена (рис. 6). Самая северная группа рассчитана по всем станциям без учёта весовых коэффициентов, самая южная – охватывает не пустые ловы с учётом весовой функции. Меньшая надёжность результатов, по-видимому, определяется малым количеством данных по уловам личинок (так, менее 10 наблюдений с ловами личинок трески было для 1965–1968, 1980, 1987 гг., а в 1966 г. личинок трески вообще не было поймано). В сред-

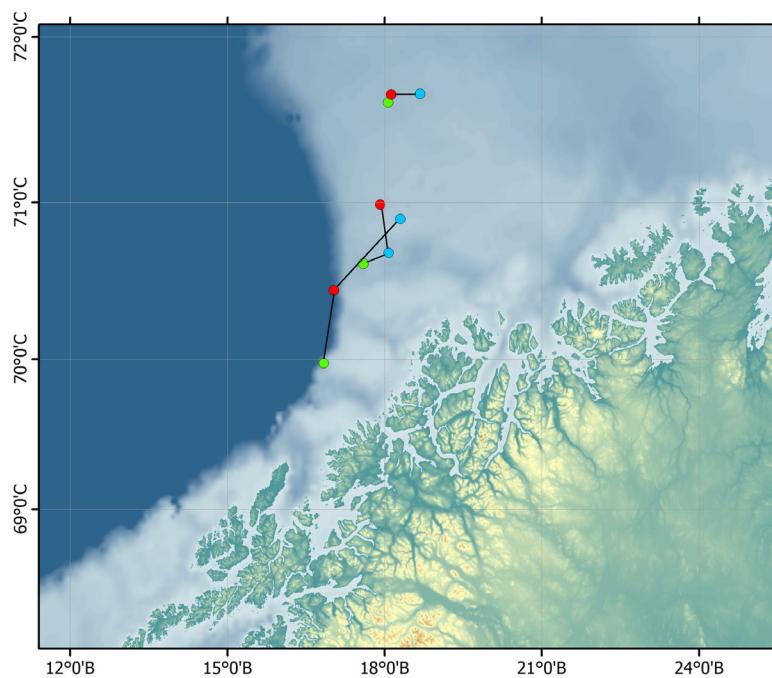


Рис. 6. Центроиды распределения личинок трески в июне-июле в разные по теплосодержанию вод годы (холодные – синие, нормальные – зелёные, тёплые – красные точки).

нем в апреле-мае вылавливалось 175 икринок трески на лов, в июне-июле личинок было в уловах – 0,4 экз. на лов (табл. 2), т.е. примерно на той же акватории относительная численность уменьшилась за 1,5–2 месяца в 440 раз. Коэффициенты средней мгновенной смертности икринок трески (Langangen et al., 2014), определённые по этим данным, колебались в пределах от 0,12 до 0,22 в день, средний составил 0,17. Кумулятивное выживание икры (%) составляло от 1,2 до 9,0 % (среднее 3,3%).

Результаты кластерного анализа

Пространственное распределение икры относительно выделенных кластеров нерестового запаса показало следующее. Как видно из рисунка 7, при высокой биомассе SSB (большие кружки) центроиды икры прилегают близко к Лофотенским островам, основному месту нереста трески.

При средней биомассе нерестового запаса икра в разные годы держится достаточно плотной группой вблизи побережья. При низкой SSB икра хаотично распределена на большой акватории.

В уловах съёмок по численности преобладает икра трески 1 стадии, т.е. примерно в возрасте от 1 до 7–10 дней (в зависимости от температуры воды). Она, видимо, не успевает далеко удалиться от мест нереста (фиорды и прибрежье). И возможно большой нерестовый запас распределялся на более обширной акватории и южнее.

При низкой биомассе нерестового запаса у икры наблюдается весьма широкое распределение, без компактности. Возможно, в таких случаях личинки по мере развития попадают позднее в неблагоприятные условия, за пределы шельфа (The «member-vagrant» hypothesis; Sinclair, Iles, 1989), где их выживаемость чрезвычайно низкая.

Смещение между центроидами распределения молоди трески (от икринок к личинкам) от весны к лету в среднем было ориентировано на северо-восток, т.е. по направлению господствующих течений. Отмечались, однако, и отрицательные вектора (в 1962, 1965, 1987 гг.) (рис. 8).

Протяжённость смещения изменялась от 20 км в 1981 г. (бедное поколение) до 500 км

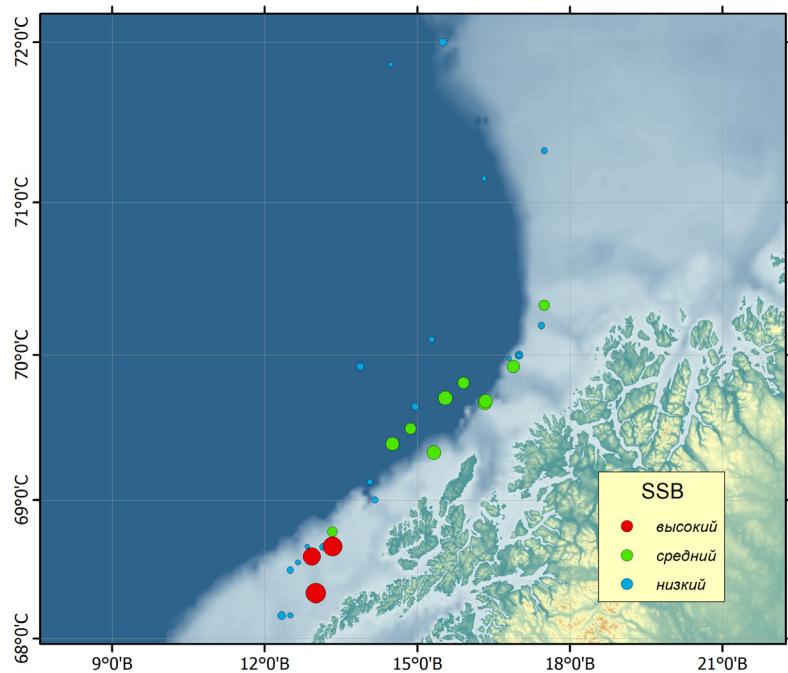


Рис. 7. Распределение икры в зависимости от кластеризации (метод кластеризации k-means) величины нерестового запаса (SSB). Размер кружка соответствует величине SSB.

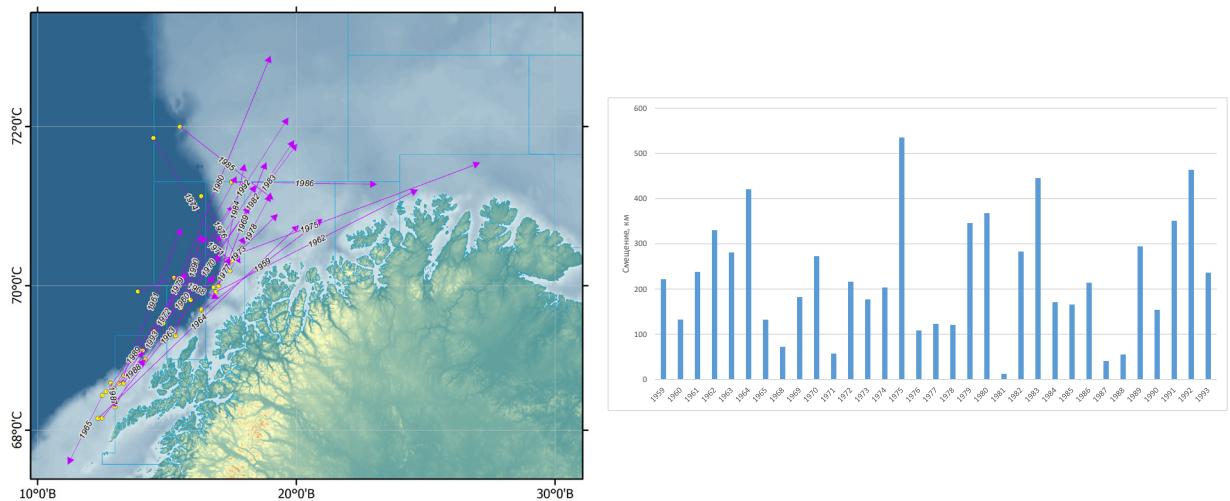


Рис. 8. Слева: Смещение центроидов распределения молоди трески от апреля-мая (кружок) к июню-июлю (стрелка). Указаны годы съёмок. Справа: Дистанция смещения(км) центроидов в отдельные годы.

в 1975 г. (урожайное поколение), и в среднем составляла 180–200 км дрейфа молоди трески за 1,5–2 мес. в северо-восточном направлении.

Сравнение индексов личинок с индексами кормового планктона

Основным кормовым объектом личинок трески в рассматриваемый весенне-лет-

ний период являются науплиусы *Calanus finmarchicus*, а затем и более крупные копеподиты этого массового веслоногого рака (Сысоева, Дегтерева, 1965; Сысоева, 1973; Карамушко, Карамушко, 1995). Сравнение имеющихся литературных данных о биомассе и численности планктона по результатам той же съёмки за 1959–1983 гг. (Дегтерева, 1985) и

за 1959–1990 гг. (Биомасса планктона..., 1990) показало, что существует слабая ($R^2=0,14-0,15$), но статистически значимая отрицательная связь между биомассой планктона в июне-июле в Норвежском море (0–50 м) и индексом численности личинок (табл. 4). То есть, чем больше количество личинок в данном году, тем ниже биомасса планктона в июне-июле этого года в той части съёмки, которая относится к Норвежскому морю. С биомассой планктона в июне-июле в Баренцевом море корреляционной связи количества личинок не отмечено. Относительно численности отдельных стадий калинуса, т.е. копеподитов и науплиусов, можно сказать, что указанных подробных данных по численности раков с разделением на стадии развития существует меньше, чем по биомассе всего планктона (20 против 30 лет наблюдений, что возможно, недостаточно для выявления связей). Тем не менее, тенденция к отрицательной связи намечается с количеством науплиусов (но, не копеподитов) *C. finmarchicus* в июле на разрезе «Кольский меридиан» (слой 0–50 м). Следует

отметить, что личинки трески не единственный потребитель планктонных организмов в это время, планктон поедается также и личинками других видов рыб и беспозвоночных, а также другими более крупными планктонофагами (сельдь, мойва, морские окунь и др.).

ВЫВОДЫ

Горизонтальные ловы в съёмке относительно молоди трески (как икры, так и личинок) были более информативны, чем вертикальные, поэтому рассчитаны новые индексы численности с учётом только этих ловов съёмки.

Индексы численности икры в апреле-мае были положительно связаны с биомассой нерестового запаса ($r=0,67-0,69$), а индексы численности личинок – с пополнением в возрасте 3 года ($r=0,51-0,56$).

В тёплые по теплосодержанию вод годы центроиды распределения икры весной и личинок летом были расположены южнее, чем в холодные годы, что может влиять на выживаемость молоди трески.

Таблица 4. Связь разных индексов молоди трески по данным ихтиопланктонной съёмки (коэффициент корреляции Пирсона) с параметрами кормовой базы по той же съёмке (Дегтерева, Нестерова, 1985; Биомасса планктона..., 1990)

Индекс зоопланктона	Индекс личинок 1	Индекс личинок 2
Биомасса планктона в апреле-мае (0–50 м), мг/м ³	-0,32	-0,30
Биомасса планктона в июне-июле (0–50 м), мг/м ³	-0,38	-0,34
Биомасса планктона в апреле-мае, Норвежское (0–50 м), мг/м ³	-0,36	-0,34
Биомасса планктона в апреле-мае, Баренцево (0–50 м), мг/м ³	-0,13	-0,13
Биомасса планктона в июне-июле, Норвежское (0–50 м), мг/м ³	-0,39	-0,37
Биомасса планктона в июне-июле, Баренцево (0–50 м), мг/м ³	-0,16	-0,07
Количество науплий <i>C. finmarchicus</i> , май, «Кольский меридиан», 0–50 м, экз/м ³	-0,08	-0,09
Количество копеподитов <i>C. finmarchicus</i> , май, «Кольский меридиан», 0–50 м, экз/м ³	+0,10	+0,06
Количество науплий <i>C. finmarchicus</i> , июль, «Кольский меридиан», 0–50 м, экз/м ³	-0,23	-0,21
Количество копеподитов <i>C. finmarchicus</i> , июль, «Кольский меридиан», 0–50 м, экз/м ³	-0,05	-0,06

При высокой биомассе нерестового запаса центроиды икры прилегают близко к Лофотенским островам, основному месту нереста трески, тогда как при низкой биомассе наблюдается весьма широкое распределение икры, которое может привести к распределению молоди за пределы шельфа, в неблагоприятные для оседания условия. Расстояние смещения молоди трески в северо-восточном направлении за 1,5–2 мес. дрейфа в среднем составляло 180–200 км.

Показана слабая ($r=0,37-0,39$), но статистически значимая отрицательная связь между биомассой планктона в июне-июле в Норвежском море (0–50 м) и индексом численности личинок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Биомасса планктона на путях дрейфа личинок трески (справочный материал). Составитель: Нестерова В.Н. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1990. 64 с.

Боровков В.А., Карсаков А.Л., Ярагина Н.А. и др. Эффекты современных изменений климата в распределении промысловых скоплений северо-восточной арктической трески в период нагула // Вопр. промысловой океанологии. М.: Изд-во ВНИРО, 2014. № 11. С. 61–76.

Дегтерёва А.А., Нестерова В.Н. Распределение зоопланктона в открытых частях Баренцева моря. В кн. «Жизнь и условия её существования в пелагиали Баренцева моря». Апатиты: Изд-во Кольского филиала АН СССР, 1985. С.149–160.

Карамушко О.В., Карамушко Л.И. Питание и биоэнергетика основных промысловых рыб Баренцева моря на разных этапах онтогенеза. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1995. 220 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов раннего онтогенеза рыб и инструкции к работе с базой данных «Ихиопланктон» / ПИНРО. Сост.: Н. В. Мухина, Н.А. Ярагина, Н.А. Лепесевич, В.И. Разина; отв. ред. А.А. Греков. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2016. 96 с.

Сысоева Т.К. Питание и выживание личинок баренцевоморской трески // Тр. ПИНРО. 1973. Вып. 33. С. 82–103.

Терещенко В.В. Гидрометеорологические условия в Баренцевом море в 1985–1998 гг. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. 176 с.

Arctic Fisheries Working Group (AFWG) // ICES Scientific Reports. 2021. V. 3. № 58. 817 p. doi: 10.17895/ices.pub.8196

Ellertsen B., Fossum P., Solemdal P., Sundby S. Relation between temperature and survival of eggs and first-feeding larvae of northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.) // Rapports et Proce's-Verbaux des Re'unions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 1989. V. 191. P. 209–219. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.19279787>

Hartigan J., Wong M. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm// J. the Royal Statistical Society. 1979. Series C (Applied Statistics). V. 28. № 1. P. 100–08. DOI 10.2307/2346830

Langangen Ø., Stige L.C., Yaragina N.A., Vikebø F.B., Bogstad B., Gusdal Y. Egg mortality of northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) // ICES J. Marine Science, 2014. V. 71. P. 1129–1136. doi:10.1093/icesjms/fst007

Mukhina N.V., Marshall C.T., Yaragina N.A. Tracking the signal in year-class strength of Northeast Arctic cod through multiple survey estimates of egg, larval and juvenile abundance // J. Sea Research, 2003. V. 50. P. 57–75.

Pedersen T. Variation of peak spawning of Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua* L.) during the time period 1929–1982 based on indices estimated from fishery statistics // The Propagation of cod *Gadus morhua* L. // Flodevigen rapportser.1. 1984. Part 1. P. 301–316.

Sinclair M., Iles T.D. Population regulation and speciation in the oceans // J. Cons. int. Explor. Mer. 1989. V. 45. P. 165–175.

Sysoeva T.K., Degtereva A.A. The relation between the feeding of cod larvae and pelagic fry and the distribution and abundance of their principal food organisms // ICNAF Environmental Symposium, Rome 1964. 1965. Special Publication, 6. P. 411–416.

The Norwegian coastal current oceanography and climate, ed. by Roald Saetre. Tapir Academic, 2007. 159 p. ISBN 9788251921848

BIOLOGY OF COMMERCIAL HYDROBIONTS

**SPATIAL DISTRIBUTION OF COD (*GADUS MORHUA*)
EGGS AND LARVAE ACCORDING TO PINRO
ICHTHYOPLANKTON SURVEYS**

© 2025 y. N.A. Yaragina, V.A. Ivshin

*Polar branch of the State Scientific Centre of the «VNIR»,
Russia, Murmansk, 183038*

The materials of the ichthyoplankton survey, which was conducted in 1959–1993 in the breeding and drift areas of juveniles of the main commercial fish of the Barents Sea, have recently been digitized, which made it possible to process the primary data using a complex of modern computer programs. The indices of the abundance of cod eggs and larvae (horizontal catches with and without weighing according to the number of individuals caught at the stations) were considered in order to compare them with the biomass of the cod spawning stock (SSB), thermal conditions of waters and plankton biomass. The centroids of the distribution of the indices of the number of cod individuals in the early stages of development were calculated according to the survey data from April-May and June-July, which were compared with the same biotic and abiotic indicators.

Keywords: Lofoteno-Barents Sea region, cod eggs and larvae, abundance, spawning stock, centroids, water temperature.