

## АНАЛИЗ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ 2022 ГОДА

С.Л. Марченко\*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

**Аннотация.** Представлен анализ лососевой путины 2022 г. Раскрыты вероятные причины несоответствия фактических уловов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России прогнозным ожиданиям. Представлены предложения по совершенствованию регулирования лососевого промысла и его научного сопровождения.

**Ключевые слова:** тихоокеанские лососи, путина 2022 г., промысел, прогноз, вылов, анализ

**Для цитирования:** Марченко С.Л. Анализ лососевой путины 2022 года // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 13–35. DOI: 10.26428/losos\_bull17-2023-13-35. EDN: RWWMRA.

Original article

### Analysis of the salmon fishing season of 2022

Sergey L. Marchenko

Ph.D., adviser, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okružhnoy proezd,  
Moscow, 105187, Russia, slm@vniro.ru, ORCID 0000-0002-0927-9939

**Abstract.** Pacific salmon fishery in the Far East of Russia in 2022 is analyzed. The reasons for discrepancy between forecasted and actual landing of pacific salmon are discussed. Measures to improve the management and scientific support of the pacific salmon fishery are proposed.

**Keywords:** pacific salmon, fishing season, salmon fishery, fishery forecast, annual catch, forecast reliability

**For citation:** Marchenko S.L. Analysis of the salmon fishing season of 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 13–35. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos\_bull17-2023-13-35. EDN: RWWMRA.

### Введение

Тихоокеанские лососи относятся к ключевым объектам промысла водных биоресурсов на Дальнем Востоке России. Для жителей региона лососевая путина, в отличие от других крупных дальневосточных промыслов, имеет несравнимо большее значение, и любые отклонения в ходе путины, приводящие к несоответствию фактических уловов ожидаемым, вызывают широкий общественный резонанс.

Цель настоящей статьи — представить анализ лососевой путины 2022 г.

### Материалы и методы

Данные об объеме вылова тихоокеанских лососей по субъектам Дальнего Востока России предоставлены дальневосточными филиалами ВНИРО.

Анализ результатов учетных траловых съемок в период откочевки молоди и преданадромной миграции тихоокеанских лососей выполнен на основе материалов Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО), результатов генетической идентификации молоди горбуши бассейна Охотского моря в пе-

---

\* Марченко Сергей Леонидович, кандидат биологических наук, советник, slm@vniro.ru, ORCID 0000-0002-0927-9939.

© Марченко С.Л., 2023

риод ее откочевки осенью 2021 г. — Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО) и центрального института ВНИРО.

Файлы, содержащие информацию о температуре поверхности моря (далее — ТПМ), получены с сайта Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), <https://ncdc.noaa.gov>, дата обращения 15.01.2023), о скорости течений в Мировом океане — с сайта Центра данных по физической океанографии (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC), <https://podaac.jpl.nasa.gov>, дата обращения 15.01.2023), о ледовитости морей — с сайта Национального центра данных по снегу и льду (NSIDC) (<https://nsidc.org/home>, дата обращения 15.01.2023). Информация об уровне воды в реках взята с сайта Уровень воды онлайн (AllRivers) (<https://allrivers.info>, дата обращения 15.01.2023).

Отбор данных из netCDF-файлов\*, содержащих информацию по ТПМ и скорости течений в Мировом океане, выполнен в ArcGIS\*\* при помощи макросов, написанных в ModelBuilder. В этом же картографическом пакете сформированы районы промысла тихоокеанских лососей в северной части Тихого океана, подготовлены распределения льдов, ТПМ и скорости течения в дальневосточных морях и в северо-западной части Тихого океана (далее — СЗТО), а также уловов тихоокеанских лососей по районам промысла. Накопление данных промысловой статистики, результатов учетных траловых съемок, данных о ТПМ, скорости течения в Мировом океане и уровне воды в реках, а также построение графиков и проверка достоверности корреляционных зависимостей выполнено в электронных таблицах MS Excel при помощи процедур, написанных в Visual Basic for Applications.

Отбор, обобщение, обработка, визуализация и анализ данных выполнены автором.

### Результаты и их обсуждение

На Дальнем Востоке России в 2022 г. добыли 271,8074 тыс. т тихоокеанских лососей, что на 15,5 % ниже прогнозной оценки, обоснованной на уровне 321,8554 тыс. т. Результат промысла 2022 г. близок к уловам, полученным в 2001–2006, 2008 и 2020 гг., и минимальный за период с 2009 по 2021 г. (рис. 1). Причиной снижения общего вылова тихоокеанских лососей в 2022 г. были малочисленные подходы горбуши. В то же время вылов нерки и кижуча был выше, чем в 2021 г., а уровень добычи кеты был близким к показателю 2021 г. (рис. 2).

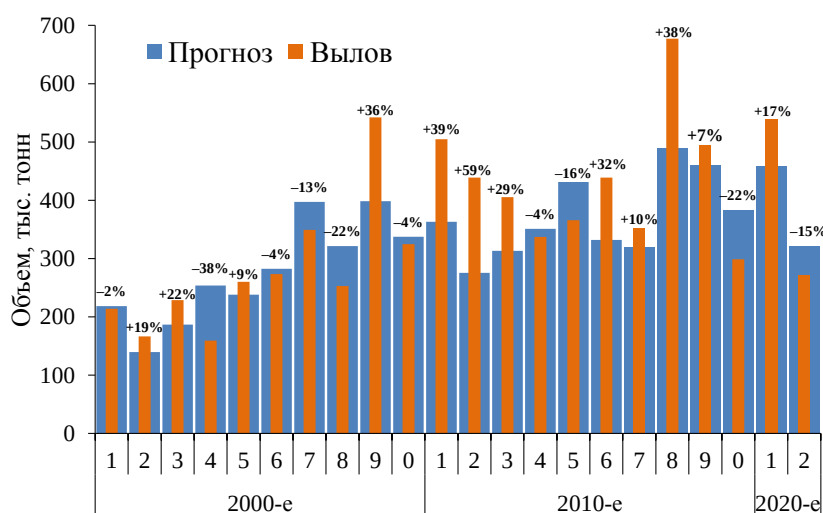


Рис. 1. Динамика прогнозируемого и фактического вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2003–2022 гг., а также отклонение прогнозной величины от фактической

Fig. 1. Dynamics of forecasted and actual annual catch of pacific salmon in the Russian Far East in 2003–2022 and deviations of the forecasted values from the actual value

\* NetCDF (Network Common Data Form) — машинезависимый двоичный формат файлов, являющийся стандартом для обмена научными данными.

\*\* ArcGIS — программное обеспечение для работы с картами и географической информацией.

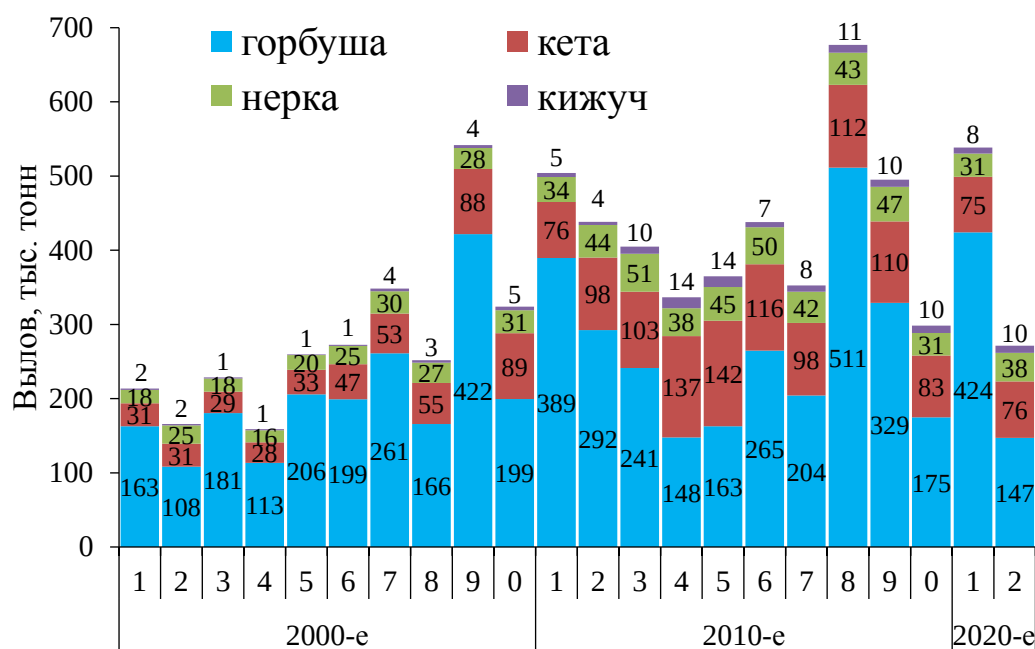


Рис. 2. Динамика вылова горбуши, кеты, нерки и кижуча в 2003–2022 гг.

Fig. 2. Dynamics of commercial annual catch of pink salmon, chum salmon, sockeye salmon and coho salmon in 2003–2022

На Дальнем Востоке России, как и в предыдущие годы, лидером по вылову тихоокеанских лососей был Камчатский край — 134,668 тыс. т. Вторую и третью позиции занимали Сахалинская область и Хабаровский край с выловом 94,960 и 33,320 тыс. т. Суммарный вылов тихоокеанских лососей в Чукотском автономном округе (АО), Магаданской области и Приморском крае составил 9,068 тыс. т (рис. 3).

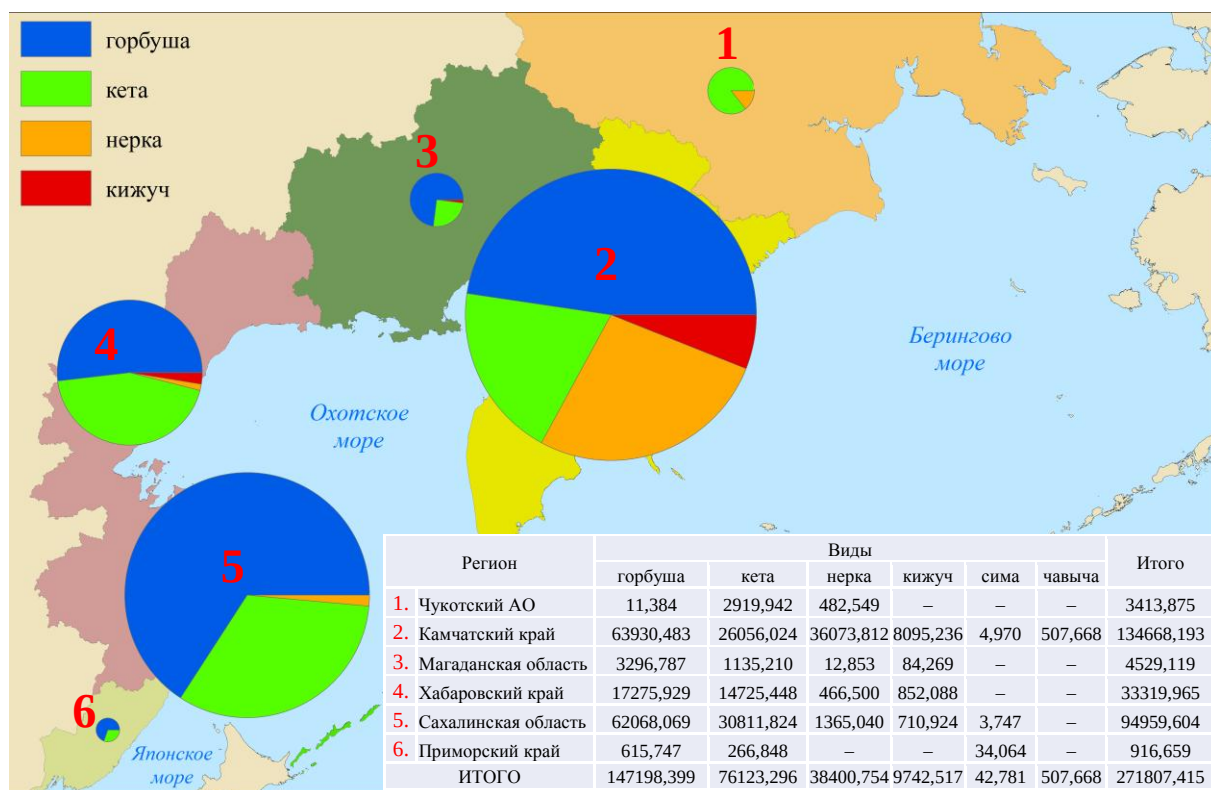


Рис. 3. Распределение уловов тихоокеанских лососей по дальневосточным субъектам России в 2022 г.,

тыс. т

Рис. 3. Commercial catch of pacific salmon in 2022, by the regions of the Russian Far East

В 2022 г. в рамках научного сопровождения лососевой путины дальневосточные филиалы ВНИРО подготовили 23 корректировки прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей, в том числе по нерке — 8, по горбуше, кете и кижучу — по 4, по чавыче — 2, по сима — 1. Наибольший дополнительный объем вылова был обоснован КамчатНИРО — 50,530 тыс. т (11 корректировок). СахНИРО увеличил прогнозируемый вылов тихоокеанских лососей на 11,288 тыс. т (4 корректировки), ТИНРО, ХабаровскНИРО и МагаданНИРО — на 2,456, 2,010 и 1,200 тыс. т, подготовив соответственно 4, 3 и 1 корректировку. Суммарно прогнозируемый объем вылова горбуши в 2022 г. был увеличен на 31,500 тыс. т, нерки и кеты — соответственно на 16,000 и 15,588, кижуча, чавычи и симы — на 4,110, 0,180 и 0,106 тыс. т (табл. 1).

Таблица 1

Информация о корректировках прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей в 2022 г., тыс. т

Table 1

Data on corrections of the forecasted catch of pacific salmon in 2022, 10<sup>3</sup> t

| Промысловый район                                                                       | Вид     |        |       |                    |       |        | Общий<br>итог |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|-------|--------------------|-------|--------|---------------|
|                                                                                         | Горбуша | Кета   | Кижуч | Нерка              | Сима  | Чавыча |               |
| КамчатНИРО                                                                              |         |        |       |                    |       |        |               |
| Карагинская подзона                                                                     | 25,000  | –      | –     | –                  | –     | 0,030  | 25,030        |
| Петропавловско-Командорская подзона                                                     | –       | –      | –     | 8,000 <sup>1</sup> | –     | 0,150  | 8,150         |
| Западно-Камчатская подзона                                                              | –       | 3,770  | 2,000 | 1,200              | –     | –      | 6,970         |
| Камчатско-Курильская подзона                                                            | –       | 3,080  | 1,500 | 5,800              | –     | –      | 10,380        |
| Итого                                                                                   | 25,000  | 6,850  | 3,500 | 15,000             | –     | 0,180  | 50,530        |
| МагаданНИРО                                                                             |         |        |       |                    |       |        |               |
| Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны) | 1,200   | –      | –     | –                  | –     | –      | 1,200         |
| Итого                                                                                   | 1,200   | –      | –     | –                  | –     | –      | 1,200         |
| ХабаровскНИРО                                                                           |         |        |       |                    |       |        |               |
| Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская подзона)                      | 1,500   | –      | 0,260 | 0,250              | –     | –      | 2,010         |
| Итого                                                                                   | 1,500   | –      | 0,260 | 0,250              | –     | –      | 2,010         |
| СахНИРО                                                                                 |         |        |       |                    |       |        |               |
| Восточно-Сахалинская подзона                                                            | –       | 6,738  | –     | –                  | –     | –      | 6,738         |
| Северные Курильские острова                                                             | –       | –      | 0,350 | 0,400              | –     | –      | 0,750         |
| Южные Курильские острова                                                                | 3,800   | –      | –     | –                  | –     | –      | 3,800         |
| Итого                                                                                   | 3,800   | 6,738  | 0,350 | 0,400              | –     | –      | 11,288        |
| ТИНРО                                                                                   |         |        |       |                    |       |        |               |
| Чукотский АО                                                                            | –       | 2,000  | –     | 0,350 <sup>2</sup> | –     | –      | 2,350         |
| Подзона Приморье                                                                        | –       | –      | –     | –                  | 0,106 | –      | 0,106         |
| Итого                                                                                   | –       | 2,000  | –     | 0,350              | 0,106 | –      | 2,456         |
| Общий итог                                                                              | 31,500  | 15,588 | 4,110 | 16,000             | 0,106 | 0,180  | 67,484        |

<sup>1</sup> Две корректировки (6,750 и 9,750 тыс. т).

<sup>2</sup> Две корректировки (0,200 и 0,150 тыс. т).

Корректировки в 2022 г. позволили превысить прогнозные ожидания вылова нерки, кижуча и симы, а вылов чавычи практически достиг прогнозной оценки. В то же время общий вылов горбуши и кеты на Дальнем Востоке России не достиг первоначальных прогнозных оценок (табл. 2).

Таблица 2

Прогнозируемый и фактический объемы вылова тихоокеанских лососей  
на Дальнем Востоке России, а также оправдываемость прогнозных оценок в 2022 г.

Table 2

Forecasted and actual volumes of the pacific salmon catch in the Russian Far East  
in 2022 and accuracy of the forecast

| Показатель  | Горбуша  | Кета    | Нерка   | Кижуч  | Сима   | Чавыча | Итого    |
|-------------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|
| Прогноз, т  | 190,2110 | 90,1134 | 32,7960 | 8,1900 | 0,0350 | 0,5100 | 321,8554 |
| Вылов, т    | 147,1984 | 75,9153 | 38,4007 | 9,7425 | 0,0428 | 0,5077 | 271,8074 |
| Освоение, % | -22,6    | -15,8   | +17,1   | +19,0  | +22,3  | -0,5   | -15,5    |

В лососевую путину 2022 г. большая часть районов, в которых вылов превысил прогнозные оценки, была расположена на севере и северо-востоке Дальнего Востока России. Для горбуши про-

гнозные ожидания оправдались\* в трех из 17, для кеты — в пяти из 17, для нерки — в шести из 11, для кижуча — в четырех из 10, для симы — в одном из 6, для чавычи — в одном из 4 промысловых районов (табл. 3).

В большинстве промысловых районов, в которых в 2022 г. вылов горбуши превысил прогнозные оценки, нерестовая миграция началась раньше, а интенсивность хода была выше в сравнении с 2020 г. (рис. 4).

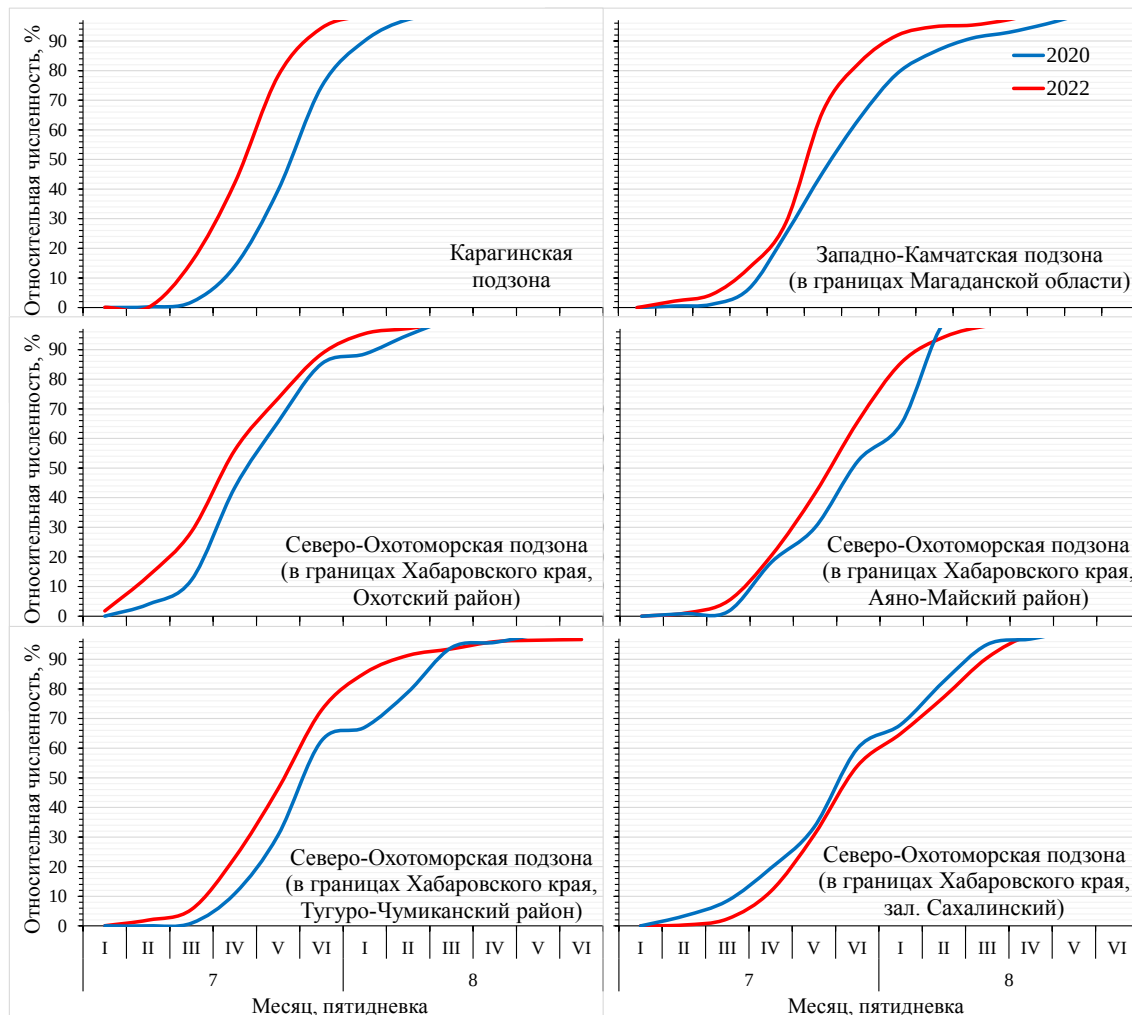


Рис. 4. Динамика нерестового хода горбуши в 2020 и 2022 гг. в промысловых районах, в которых в 2022 г. ее вылов превысил прогнозные оценки

Fig. 4. Dynamics of the spawning run of pink salmon in 2020 and 2022, by the fishing areas where the annual catch in 2022 exceeded the forecast

Вероятной причиной смещения начала нерестовой миграции горбуши Карагинской подзоны и ряда промысловых районов материкового побережья Охотского моря на более ранние сроки было увеличение выживаемости молоди горбуши, скатившейся в начале периода покатной миграции. Росту выживаемости способствовал ранний прогрев вод морского побережья фенологической весной 2021 г. Так, в середине июня 2021 г. температура воды в прибрежье Карагинской подзоны и вдоль большей части материкового побережья Охотского моря была выше соответственно на 1–2 и 1–6 °С, чем в аналогичный период 2019 г. (рис. 5). Напротив, низкая температура воды в Анадырском заливе в середине июня 2021 г. (от минус 1 до 3 °С, отклонение от 2019 г. — от минус 12 до минус 4 °С) (рис. 5) была причиной низкой выживаемости молоди горбуши. В результате в 2022 г. из ожидавшихся 635,0 т добыли 11,384 т горбуши (освоение — 1,8 %) (табл. 3).

\* К оправдавшимся отнесены в том числе прогнозы, по которым отрицательное отклонение не превышало 10 %.

Таблица 3

Прогноз, вылов и освоение прогноза вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2022 г.

Table 3

## Forecast, actual commercial catch and their ratio for pacific salmon in the Russian Far East in 2022

| Зона (подзона)/промурайон                                                                   | Прогноз, т |          |         |        |        |      | ИТОГО    | Вылов, т  |           |           |          |         |        | ИТОГО      | Δ вылов к прогнозу, % |       |        |       |        |        | ИТОГО |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|---------|--------|--------|------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|--------|------------|-----------------------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|
|                                                                                             | Горбуша    | Кета     | Нерка   | Кижуч  | Чавыча | Сима |          | Горбуша   | Кета      | Нерка     | Кижуч    | Чавыча  | Сима   |            | Горбуша               | Кета  | Нерка  | Кижуч | Чавыча | Сима   |       |
| Чукотский автономный округ                                                                  |            |          |         |        |        |      |          |           |           |           |          |         |        |            |                       |       |        |       |        |        |       |
| Восточно-Сибирское море, зона Чукотское море, зона Чукотская, зона Западно-Беринговоморская | 635,0      | 2511,0   | 516,0   | –      | –      | –    | 3662,0   | 11,384    | 2919,942  | 482,549   | –        | –       | –      | 3413,875   | –98,2                 | +16,3 | –6,5   | –     | –      | –      | –6,8  |
| Камчатский край                                                                             |            |          |         |        |        |      |          |           |           |           |          |         |        |            |                       |       |        |       |        |        |       |
| Западно-Беринговоморская                                                                    | 40,0       | 30,0     | 500,0   | 20,0   | –      | –    | 590,0    | 23,908    | 24,324    | 257,889   | 0,766    | –       | –      | 306,887    | –40,2                 | –18,9 | –48,4  | –96,2 | –      | –      | –48,0 |
| Карагинская                                                                                 | 25000,0    | 10100,0  | 3260,0  | 500,0  | 50,0   | –    | 38910,0  | 35447,032 | 6720,626  | 2152,322  | 133,254  | 43,968  | –      | 44497,202  | +41,8                 | –33,5 | –34,0  | –73,3 | –12,1  | –      | +14,4 |
| Петропавловско-Командорская                                                                 | 2250,0     | 4500,0   | 6750,0  | 1460,0 | 400,0  | –    | 15360,0  | 521,895   | 3187,198  | 13825,436 | 1025,023 | 413,345 | –      | 18972,897  | –76,8                 | –29,2 | +104,8 | –29,8 | +3,3   | –      | +23,5 |
| Западно-Камчатская                                                                          | 31570,0    | 8230,0   | 1800,0  | 2820,0 | 20,0   | 4,0  | 44444,0  | 11090,428 | 10842,533 | 3303,205  | 3201,698 | 15,215  | 1,772  | 28454,851  | –64,9                 | +31,7 | +83,5  | +13,5 | –23,9  | –55,7  | –36,0 |
| Камчатско-Курильская                                                                        | 25830,0    | 4920,0   | 18000,0 | 1880,0 | 40,0   | 6,0  | 50676,0  | 16847,220 | 5281,343  | 16534,960 | 3734,495 | 35,140  | 3,198  | 42436,356  | –34,8                 | +7,3  | –8,1   | +98,6 | –12,2  | –46,7  | –16,3 |
| Всего                                                                                       | 84690,0    | 27780,0  | 30310,0 | 6680,0 | 510,0  | 10,0 | 149980,0 | 63930,483 | 26056,024 | 36073,812 | 8095,236 | 507,668 | 4,970  | 134668,193 | –24,5                 | –6,2  | +19,0  | +21,2 | –0,5   | –50,3  | –10,2 |
| Магаданская область                                                                         |            |          |         |        |        |      |          |           |           |           |          |         |        |            |                       |       |        |       |        |        |       |
| Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны)     | 2800,0     | 1520,0   | 20,0    | 120,0  | –      | –    | 4460,0   | 3296,787  | 1135,210  | 12,853    | 84,269   | –       | –      | 4529,119   | +17,7                 | –25,3 | –35,7  | –29,8 | –      | –      | +1,5  |
| Хабаровский край                                                                            |            |          |         |        |        |      |          |           |           |           |          |         |        |            |                       |       |        |       |        |        |       |
| Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская подзона)                          | 17000,0    | 13661,0  | 500,0   | 940,0  | –      | –    | 32101,0  | 16773,627 | 10993,978 | 466,500   | 852,088  | –       | –      | 29086,193  | –1,3                  | –19,5 | –6,7   | –9,4  | –      | –      | –9,4  |
| Р. Амур и Амурский лиман                                                                    | 8,950      | 7086,400 | –       | –      | –      | –    | 7095,35  | 4,961     | 3690,942  | –         | –        | –       | –      | 3695,903   | –44,6                 | –47,9 | –      | –     | –      | –      | –47,9 |
| Северное Приморье                                                                           | 1000,0     | 200,0    | –       | –      | –      | –    | 1200,0   | 497,341   | 40,528    | –         | –        | –       | –      | 537,869    | –50,3                 | –79,7 | –      | –     | –      | –      | –55,2 |
| Всего                                                                                       | 18008,95   | 20947,40 | 500,0   | 940,0  | –      | –    | 40396,35 | 17275,929 | 14725,448 | 466,500   | 852,088  | –       | –      | 33319,965  | –4,1                  | –29,7 | –6,7   | –9,4  | –      | –      | –17,5 |
| Приморский край                                                                             |            |          |         |        |        |      |          |           |           |           |          |         |        |            |                       |       |        |       |        |        |       |
| Южное Приморье                                                                              | 1555,0     | 595,0    | –       | –      | –      | 12,0 | 2162,0   | 615,747   | 266,848   | –         | –        | –       | 34,064 | 916,659    | –60,4                 | –55,2 | –      | –     | –      | +183,9 | –57,6 |
| Сахалинская область                                                                         |            |          |         |        |        |      |          |           |           |           |          |         |        |            |                       |       |        |       |        |        |       |
| Северо-западный Сахалин                                                                     | 3250,0     | 1535,0   | –       | –      | –      | –    | 4785,0   | 2004,853  | 1426,315  | –         | –        | –       | –      | 3431,168   | –38,3                 | –7,1  | –      | –     | –      | –      | –28,3 |
| Юго-западный Сахалин                                                                        | 72,0       | 1121,0   | –       | –      | –      | 2,0  | 1195,0   | 19,055    | 848,736   | –         | –        | –       | 0,891  | 868,682    | –73,5                 | –24,3 | –      | –     | –      | –55,5  | –27,3 |
| Восточно-Сахалинская                                                                        | 52000,0    | 14872,0  | –       | 50,0   | –      | 10,0 | 66932,0  | 37726,752 | 18489,798 | –         | 1,025    | –       | 2,556  | 56220,131  | –27,4                 | +24,3 | –      | –98,0 | –      | –74,4  | –16,0 |
| Камчатско-Курильская                                                                        | 500,0      | 250,0    | 200,0   | 50,0   | –      | –    | 1000,0   | 229,796   | 131,522   | 121,747   | 36,277   | –       | –      | 519,342    | –54,0                 | –47,4 | –39,1  | –27,4 | –      | –      | –48,1 |
| Северо-Курильская                                                                           | 2500,0     | 1450,0   | 1200,0  | 350,0  | –      | –    | 5500,0   | 1218,003  | 939,742   | 1232,302  | 673,622  | –       | –      | 4063,669   | –51,3                 | –35,2 | +2,7   | +92,5 | –      | –      | –26,1 |
| Южно-Курильская                                                                             | 24200,0    | 17532,0  | 50,0    | –      | –      | 1,0  | 41783,0  | 20869,610 | 8975,711  | 10,991    | –        | –       | 0,300  | 29856,612  | –13,8                 | –48,8 | –78,0  | –     | –      | –70,0  | –28,5 |
| Всего                                                                                       | 82522,0    | 36760,0  | 1450,0  | 450,0  | –      | 13,0 | 121195,0 | 62068,069 | 30811,824 | 1365,040  | 710,924  | –       | 3,747  | 94959,604  | –24,8                 | –16,2 | –5,9   | +58,0 | –      | –71,2  | –21,6 |



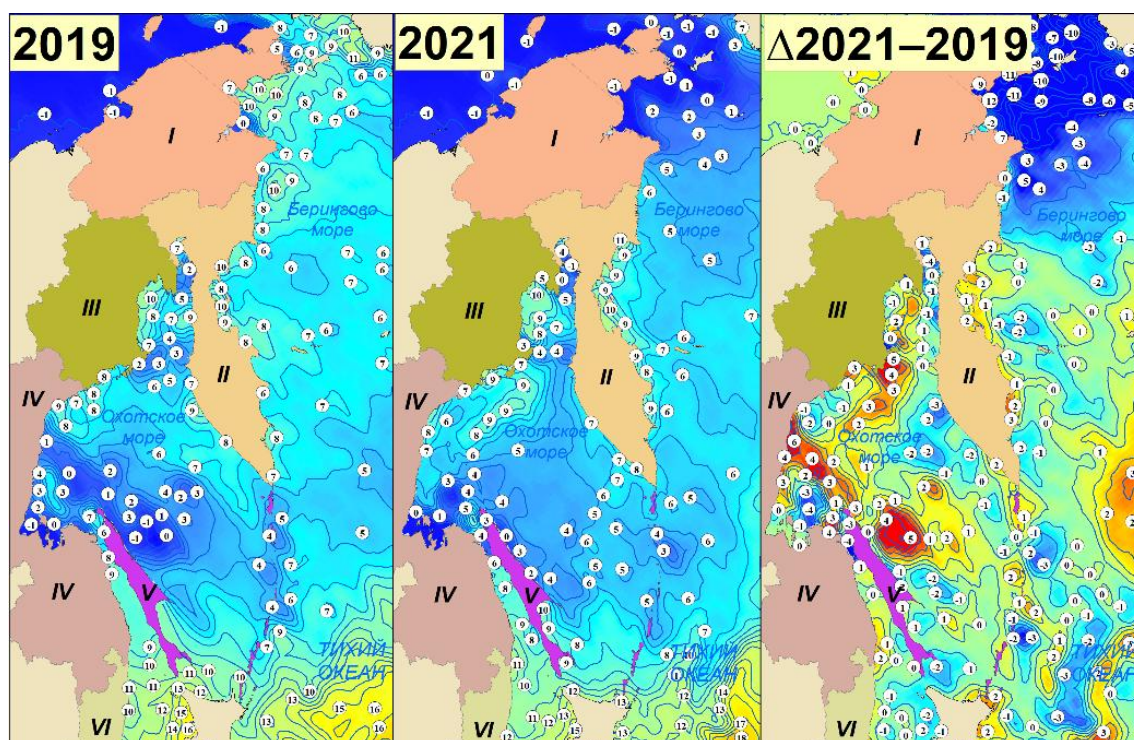


Рис. 5. ТПМ (°C) 15 июня в 2019 и 2021 гг., а также разница температур: I — Чукотский автономный округ, II — Камчатский край, III — Магаданская область, IV — Хабаровский край, V — Сахалинская область, VI — Приморский край

Fig. 5. SST (°C) on June 15 in 2019 and 2021 and the temperature difference between these dates: I — Chukotka Autonomous District, II — Kamchatka Region, III — Magadan Region, IV — Khabarovsk Region, V — Sakhalin Region, VI — Primorsky Region

Отмечу, что на заседании экспертного совета при Департаменте анадромных рыб России (создан в соответствии с приказом ВНИРО от 13.01.2022 г. № 3) мною на основании экологических предпочтений горбуши [Марченко, 2022а, в печати] было предложено скорректировать прогноз вылова анадырской горбуши в сторону уменьшения. Данное предложение не получило поддержки со стороны ТИНРО.

Слабые отрицательные температурные аномалии на акваториях, прилежащих к западной Камчатке и южному Приморью (рис. 5), не были причиной расхождения фактического и прогнозного вылова западнокамчатской и южноприморской горбуши (табл. 3), так как термический режим этих акваторий в 2021 г. был в границах термопредпочтения вида [Марченко, 2022а, в печати].

Вероятной причиной снижения выживаемости западнокамчатской и южноприморской горбуши был неблагоприятный гидрологический режим рек в период покатной миграции молоди. В частности, в 2021 г. из-за интенсивного распавения снега и льда, накопленных в холодный период 2020/21 гг., а также обильных дождей, прошедших во второй половине апреля и в июне, в реках западной Камчатки было мощное весеннее половодье, в отдельные периоды которого уровень воды превышал максимальные значения за предыдущие 15 лет (рис. 6).

Косвенным показателем мощного половодья в реках южного Приморья в период покатной миграции молоди горбуши в 2021 г. были обильные дожди в I и II декадах июня (соответственно +143 и +161 % к среднемуголетнему уровню) (рис. 7, А). Негативное влияние паводка на выживаемость покатной молоди прослеживалось по снижению интенсивности хода производителей, мигрировавших в приморские реки в конце июня — первой половине июля 2022 г., в сравнении с динамикой хода родительского поколения в 2020 г. (рис. 7, Б).

Следствием неблагоприятного гидрологического режима рек в период покатной миграции молоди в 2021 г. стало уменьшению вылова дочерних поколений западнокамчатской и южноприморской горбуши в 2022 г. в сравнении с родительскими соответственно в 4,0 и в 1,5 раза.

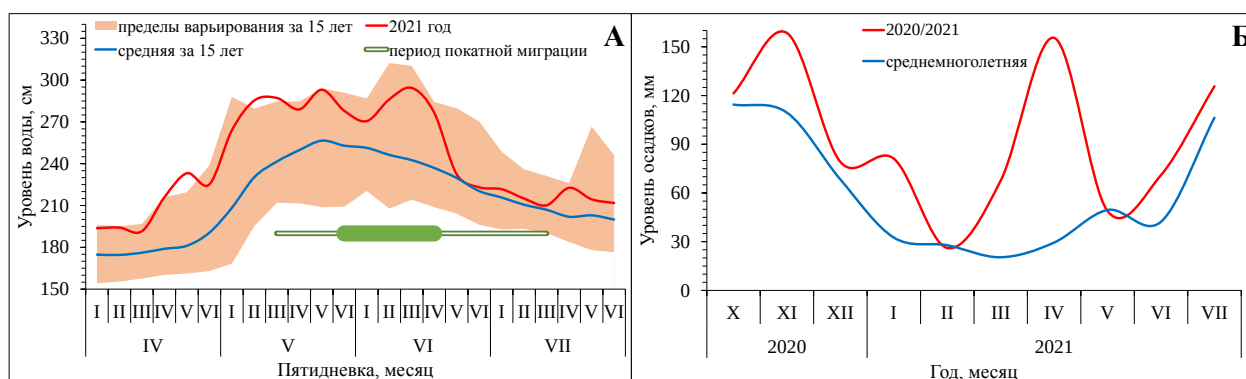


Рис. 6. Динамика уровня воды в апреле-июле в р. Большая Воровская (западная Камчатка) и период покатной миграции молоди горбуши [Кинас, 2011] (А), а также динамика осадков в октябре-июле на метеостанции Соболево (Б)

Fig. 6. Year-to-year dynamics of water level in the Bolshaya Vorovskaya River (West Kamchatka) and the timing of downstream migration for pink salmon juveniles [from: Kinas, 2011] (А); dynamics of precipitation in October-July at meteorostation Sobolevo (Б)

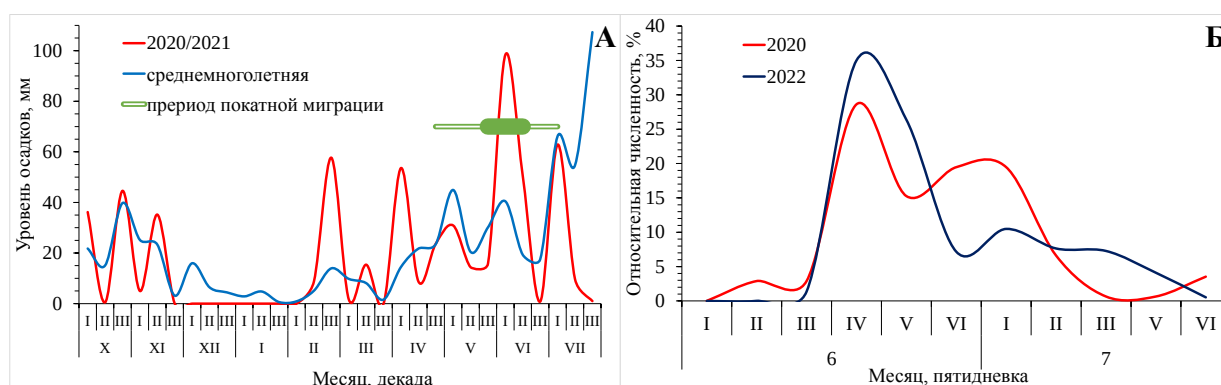


Рис. 7. Динамика осадков на метеостанции Рудная Пристань с октября по июль (А), а также динамика нерестового хода горбуши в реки южного Приморья в 2020 и 2022 гг. (Б)

Fig. 7. Dynamics of precipitation at meteorostation Rudnaya Pristan from October to July (А) and dynamics of pink salmon spawning run into the rivers of southern Primorye in 2020 and 2022 (Б)

Результативность промысла горбуши в 2022 г. была связана не только с гидрометеорологическими условиями в период покатной миграции молоди и ее раннего морского периода жизни, но и с особенностями организации промысла. Лососевая путина базируется на научно обоснованных прогнозах вылова, которые после рассмотрения на Ученом совете ВНИРО утверждает Отраслевой совет по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству (далее — Отраслевой совет).

Одним из этапов подготовки прогнозов вылова являются учетные траловые съемки откочевывающей молоди тихоокеанских лососей, которые ВНИРО в 2021 г. выполнил в западной части Берингова моря (далее — Берингово море) и в Охотском море. Эти исследования были реализованы с борта двух научно-исследовательских судов, что позволяет в короткие сроки охватить нагульную акваторию молоди тихоокеанских лососей.

В 2021 г. в Беринговом море с 18 сентября по 02 октября была выполнена самая обширная за весь период наблюдений учетная траловая съемка молоди тихоокеанских лососей. Она охватывала акваторию от зал. Анадырского на севере до прол. Камчатского на юге с выходом нескольких станций в СЗТО (рис. 8). В Охотском море съемку выполнили с 03 по 28 октября 2021 г. (рис. 9).

На обследованных полигонах распределение сеголеток горбуши было тесно скоррелировано с ТПМ и со скоростью течения. Так, в Беринговом море большая часть молоди держалась на акваториях, прогретых до 9–10 °C ( $R^2 = 0,7369$ ,  $p < 0,05$ ), при скорости течения 0,075–0,100 м/с ( $R^2 = 0,9131$ ,  $p < 0,01$ ), а в Охотском море — 8–9 °C ( $R^2 = 0,6382$ ,  $p < 0,05$ ) и 0,025–0,050 м/с ( $R^2 = 0,9415$ ,  $p < 0,001$ ) (рис. 10). Учитывая преферендумы горбуши [Марченко, в печати], можно утверждать, что термический режим и скорость течения не лимитировали нагул молоди на обследованных полигонах.



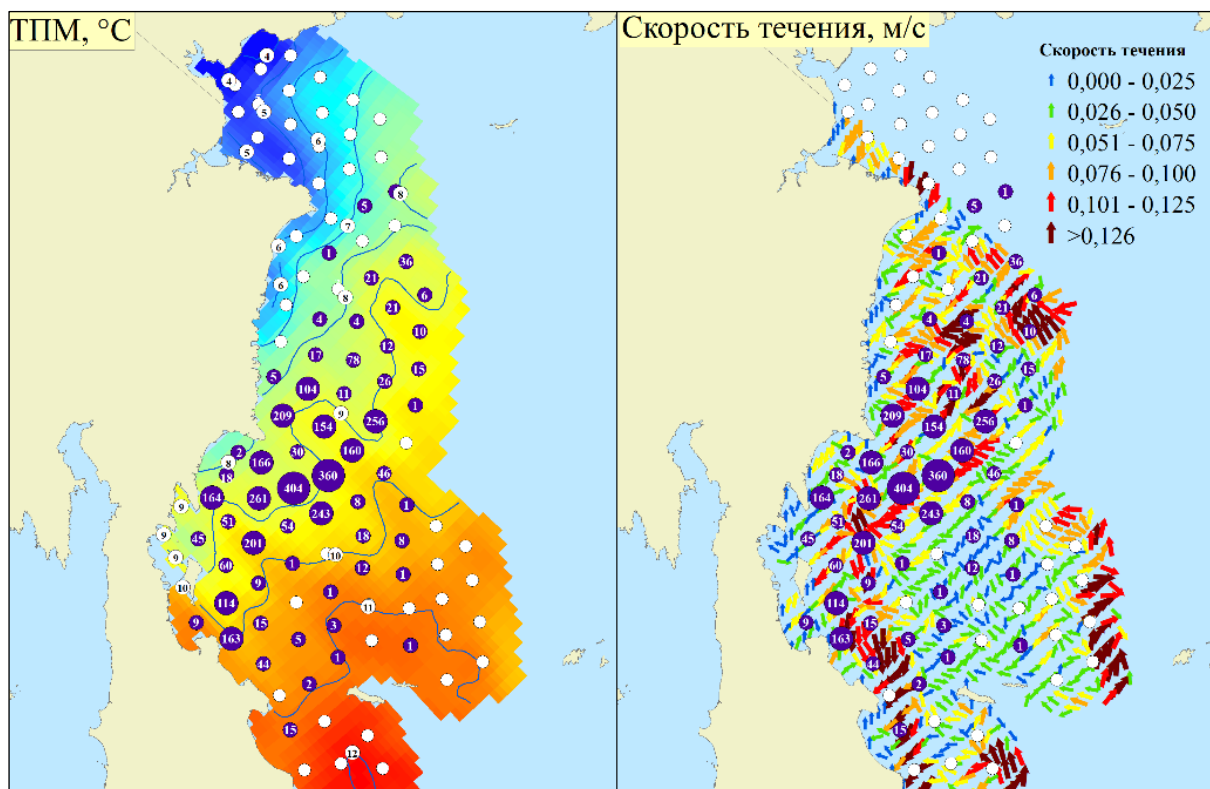


Рис. 8. Распределение уловов (экз./час. траление) сеголеток горбуши в Беринговом море и СЗТО в 2021 г. на фоне температуры поверхности моря ( $^{\circ}\text{C}$ ) (слева) и скорости течения (справа)

Fig. 8. Catches of pink salmon underyearlings (ind. per hour of trawling) in the Bering Sea and North-West Pacific in 2021 on the background of sea surface temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) (**left panel**) and velocity of geostrophic currents at the sea surface, relative to the 1000 m depth (**right panel**)

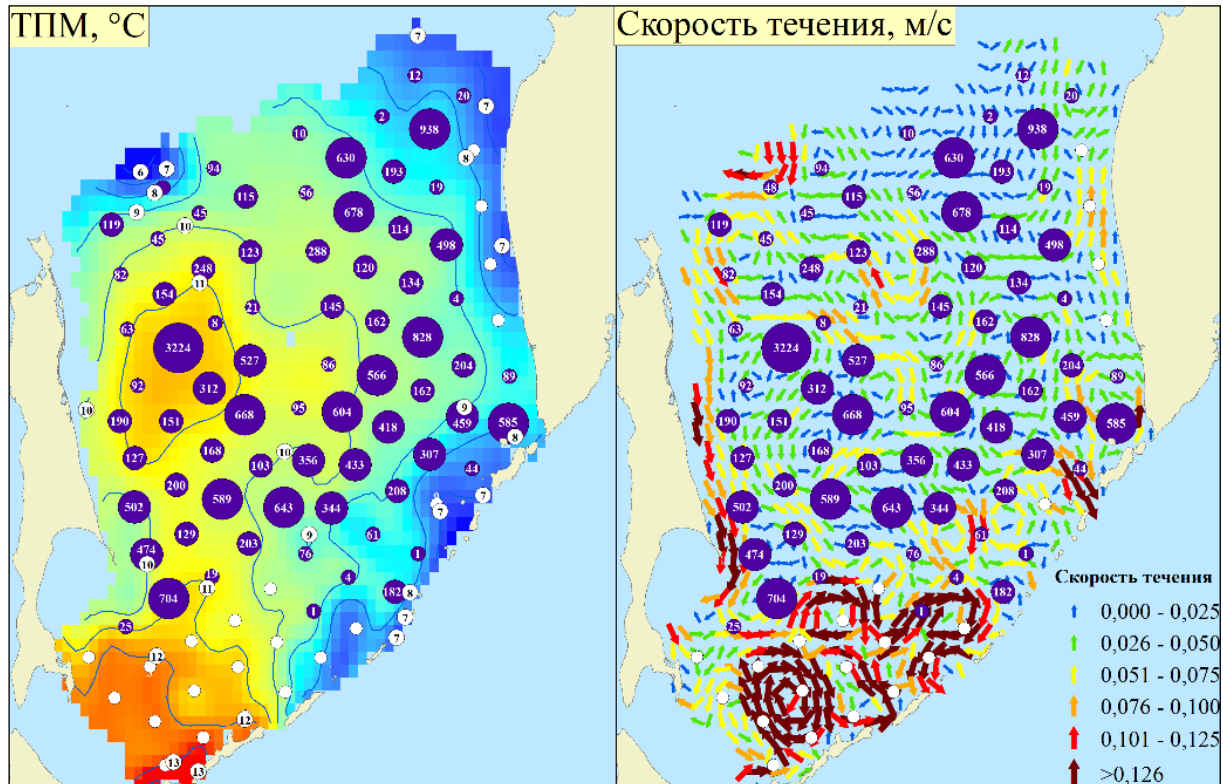


Рис. 9. Распределение уловов (экз./час. траление) сеголеток горбуши в Охотском море в 2021 г. на фоне температуры поверхности моря ( $^{\circ}\text{C}$ ) (слева) и скорости течения (справа)

Fig. 9. Catches of pink salmon underyearlings (ind. per hour of trawling) in the Okhotsk Sea in 2021 on the background of sea surface temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) (**left panel**) and velocity of geostrophic currents at the sea surface, relative to the 1000 m depth (**right panel**)

С ТПМ и со скоростью течения также было тесно связано распределение показателей массы тела сеголеток горбуши: в Беринговом море —  $R^2 = 0,9963$  ( $p < 0,001$ ) и  $R^2 = 0,7454$  ( $p < 0,05$ ), в Охотском море —  $R^2 = 0,9745$  ( $p < 0,001$ ) и  $R^2 = 0,6366$  ( $p < 0,05$ ) (рис. 10).

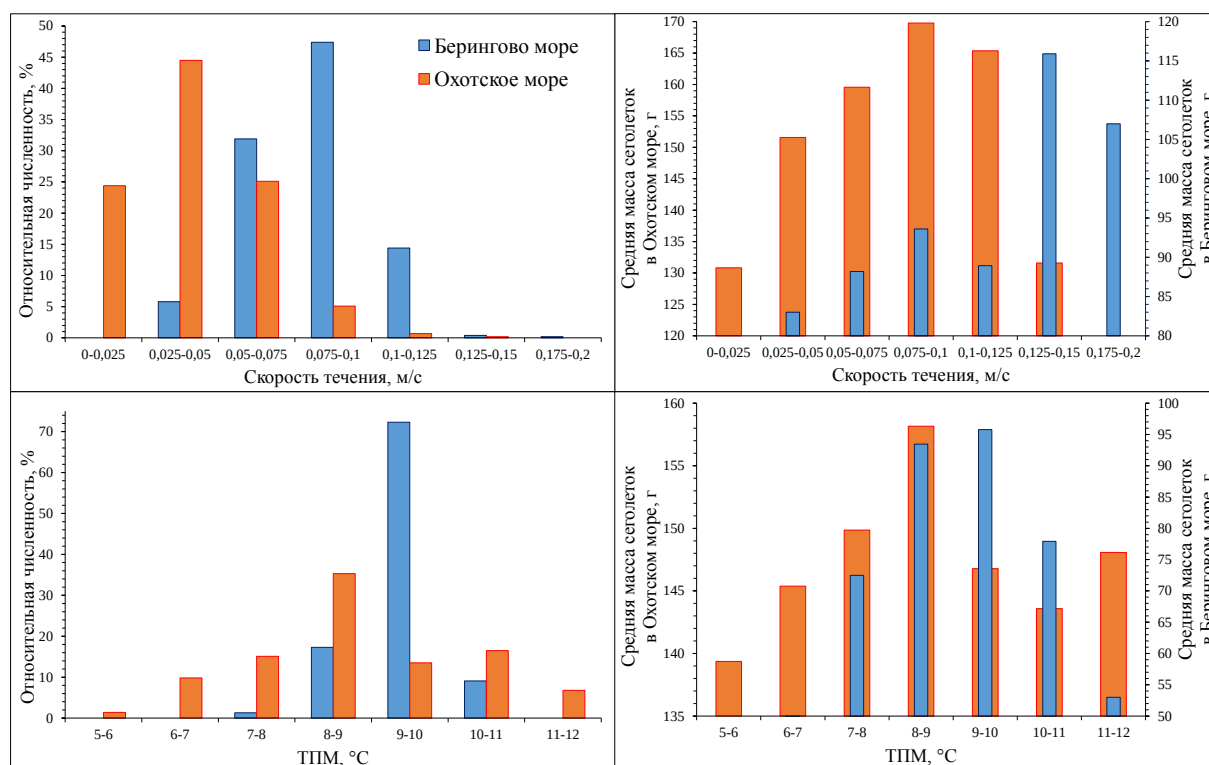


Рис. 10. Распределение относительной численности и средней массы сеголеток горбуши в Беринговом и Охотском морях в 2021 г. в зависимости от ТПМ и скорости течения

Fig. 10. Relative abundance and mean body weight of pink salmon underyearlings in the Bering and Okhotsk Seas in 2021 in dependence on water temperature and geostrophic currents velocity at the sea surface

На основе результатов учетной траловой съемки молоди тихоокеанских лососей в Беринговом море КамчатНИРО оценил численность подхода карагинской горбуши в 2022 г. на уровне 60,8 млн рыб. Однако, учитывая результаты, полученные в ходе расчетов по модели Случайный лес (33,9 млн рыб) и Общей регрессионной модели (31,3 млн рыб), а также опираясь на оценку численности откочевывающей молоди горбуши, представленную ТИНРО (37,6 млн рыб), КамчатНИРО скорректировал свою оценку в сторону снижения — до 35,0 млн рыб. Из них пропуск на нерест был обоснован на уровне 15 млн рыб, вылов — 20 млн рыб, что при навеске 1,25 кг эквивалентно 25,0 тыс. т. С учетом второстепенных стад Западно-Берингоморской зоны и Петропавловско-Командорской подзоны общий вылов горбуши на северо-востоке Камчатки в 2022 г. был обоснован на уровне 27,290 тыс. т [Материалы..., 2022].

На северо-востоке Камчатки вылов горбуши составил 35,993 тыс. т (табл. 3), что при навеске 1,25 кг [Материалы..., 2022] эквивалентно 28,794 млн рыб. Согласно данным, озвученным Н.Ю. Шпигальской [<https://rybak-kamchatky.ru/news/3913-kuda-ushla-gorbusha.html>] на Камчатском рыбохозяйственном совете (далее — КРХС), состоявшемся 30.11.2022 г., в реки пропустили 27 млн производителей горбуши (+80 % от оптимума заполнения нерестилищ). Общая численность подхода горбуши северо-востока Камчатки составила 55,794 млн рыб (+59,4 % к прогнозному ожиданию). В то же время отклонение от оценки КамчатНИРО, полученной на основе данных траловой учетной съемки в Беринговом море (60,8 млн рыб), составило минус 8,2 %.

В Охотском море в осенний период в ходе учетной траловой съемки облавливают смешанные скопления молоди тихоокеанских лососей, в состав которых входят разные региональные группировки: западной Камчатки, материкового побережья Охотского моря, р. Амур, о. Сахалин и южных Ку-

рильских островов. В связи с этим одной из задач анализа результатов учетной траловой съемки является определение в нагульных скоплениях доли рыб разных региональных групп.

На заседании научно-консультативного совета по тихоокеанским лососям при совете директоров научно-исследовательских институтов при заместителе министра сельского хозяйства Российской Федерации — руководителе Федерального агентства по рыболовству И.В. Шестакове (протокол от 12–13, 21 января 2022 г. № 1) (далее — НКС) ТИНРО представил данные о том, что численность подхода горбуши в 2022 г. в бассейн Охотского моря оценена в  $204 \pm 51$  млн рыб, вылов — в 150–200 тыс. т. На основании ЕМ-кластеризации [Шевляков и др., 2020] смешанные скопления горбуши были разделены на североохотоморский (западная Камчатка, материковое побережье Охотского моря) и сахалино-курильский (о. Сахалин и южные Курильские острова) кластеры. Их численность была оценена как примерно равная.

КамчатНИРО посредством анализа полиморфизма длин рестриктных фрагментов (ПДРФ-анализ) митохондриальной ДНК (далее — ПДРФ-анализ мтДНК) разделил морские смешанные скопления охотоморской молодежи горбуши на три группы. Наименьшее количество рыб было отнесено к стадам западной Камчатки и севера материкового побережья Охотского моря, максимальное — к стадам Сахалино-Курильского региона (табл. 4).

Таблица 4

Результаты генетической дифференциации смешанных скоплений горбуши бассейна Охотского моря  
27.01.2022 г.

Table 4

Results of genetic differentiation for the mixed aggregation of pink salmon from the Okhotsk Sea basin surveyed  
on January 27, 2022

| Региональная группа стад                                        | Доля, % | Численность, млн рыб |
|-----------------------------------------------------------------|---------|----------------------|
| Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря | 25,5    | 52,0                 |
| О-ва Сахалин и Итуруп                                           | 44,0    | 89,8                 |
| Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур              | 30,5    | 62,2                 |
| Итого                                                           | —       | 204,0                |

На НКС альтернативный прогноз по горбуше Сахалино-Курильского региона в 2022 г. представил А.М. Каев. Численность подхода горбуши в промысловые районы Восточно-Сахалинской подзоны он оценил в 159,800 млн рыб (в том числе к северо-восточному побережью — 85,000, зал. Терпения — 9,500, юго-восточному побережью — 38,700, зал. Анива — 26,600), в реки южных Курильских островов — в 19,366 млн рыб (из них в реки о. Итуруп — 18,100, о. Кунашир — 1,266). Общую численность подхода сахалино-курильской горбуши А.М. Каев ожидал на уровне 179,166 млн рыб.

Оценки численности группировок охотоморской горбуши, представленные ТИНРО, КамчатНИРО и А.М. Каевым, не убедили специалистов других дальневосточных филиалов. МагаданНИРО и ХабаровскНИРО предпочли придерживаться собственных оценок. СахНИРО вследствие неоднозначности данных о численности подхода сахалино-курильской горбуши снизил свой первоначальный прогноз вылова горбуши Восточно-Сахалинской подзоны с 35,142 до 12,960 тыс. т. При этом ожидалось, что в случае урожайных подходов горбуши объем ее вылова будет скорректирован в ходе научного сопровождения промысла в соответствии со статьей 29.1 Федерального закона России от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее — 166-ФЗ) и приказом Минсельхоза России от 08.04.2013 г. № 170 «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб» (далее — Приказ 170).

В результате Отраслевой совет утвердил прогнозируемый объем вылова горбуши на 2022 г. в объеме 116,5555 тыс. т, в том числе для Охотского моря — 86,067 тыс. т (протокол от 27.01.2022 г. № 1). Однако в силу несоответствия прогнозной оценки результатам учета молодежи охотоморской горбуши в осенний период (порядка 70–90 тыс. т) было рекомендовано ВНИРО провести дополнительные исследования по дифференциации смешанных скоплений горбуши Охотского моря.

В конце марта 2022 г. уточненные результаты генетической дифференциации смешанных скоплений охотоморской горбуши представили два коллектива исследователей — ВНИРО и Камчат-

НИРО, которые выполнили соответственно анализ изменчивости SNP-локусов [Morin et al., 2004] и ПДРФ-анализ мтДНК [Воропаева и др., 2016] (табл. 5). Обе группы исследователей увеличили долю горбуши юга материкового побережья Охотского моря и р. Амур, а также снизили вклад горбуши Сахалино-Курильского региона. При этом исследовательская группа КамчатНИРО увеличила долю горбуши западной Камчатки и севера материкового побережья Охотского моря, а исследовательская группа ВНИРО, напротив, — снизила (табл. 5).

Таблица 5

Результаты дополнительной генетической дифференциации смешанных скоплений горбуши  
бассейна Охотского моря 29.03.2022 г.

Table 5

Results of genetic re-differentiation for the mixed aggregation of pink salmon from the Okhotsk Sea basin surveyed  
on March 29, 2022

| Региональная группа стад                                           | КамчатНИРО<br>(ПДРФ-анализ мтДНК) |                         | ВНИРО (анализ изменчивости<br>SNP-локусов) |                         |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
|                                                                    | Доля, %                           | Численность,<br>млн рыб | Доля, %*                                   | Численность,<br>млн рыб |
| Западная Камчатка и север материкового побережья<br>Охотского моря | 30,1                              | 61,4                    | 21,0                                       | 41,8                    |
| О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.                                      | 38,1                              | 77,7                    | 42,0                                       | 84,7                    |
| о. Сахалин                                                         | 26,0                              | 53,0                    | 34,0                                       | 68,4                    |
| о. Итуруп                                                          | 12,1                              | 24,7                    | 8,0                                        | 16,3                    |
| Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур                 | 31,8                              | 64,9                    | 38,0                                       | 77,5                    |
| Δ к результатам от 27.01.2022 г.                                   |                                   |                         |                                            |                         |
| Западная Камчатка и север материкового побережья<br>Охотского моря | +4,6                              | +9,4                    | −4,5                                       | −10,2                   |
| О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.                                      | −5,9                              | −12,1                   | −2,0                                       | −5,1                    |
| о. Сахалин                                                         | —                                 | —                       | —                                          | —                       |
| о. Итуруп                                                          | —                                 | —                       | —                                          | —                       |
| Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур                 | +1,3                              | +2,7                    | +7,5                                       | +15,3                   |

\* Сумма долей региональных групп стад в представленных Д.А. Зелениной (ВНИРО) материалах не равна 100 %.

Опираясь на уточненные данные генетической идентификации региональных группировок охотоморской горбуши, прогноз вылова этого вида на Дальнем Востоке России был скорректирован в сторону увеличения. При этом КамчатНИРО, не принимая во внимание неблагоприятные условия в период покатной миграции молоди, самостоятельно увеличил прогноз вылова западнокамчатской горбуши до 57,400 (+13,200) тыс. т. Прогнозируемые объемы вылова охотоморской горбуши Хабаровского края и Сахалинской области увеличил Департамент анадромных рыб России ВНИРО:

- охотоморское побережье Хабаровского края — до 17,000 (+9,947) тыс. т;
- восточносахалинское побережье — до 52,000 (+39,040) тыс. т;
- южные Курильские острова — до 24,200 (+11,468) тыс. т.

Отраслевой совет утвердил прогнозируемый объем вылова горбуши на 2022 г. в объеме 190,21095 тыс. т (+73,655 тыс. т) (протокол от 04.04.2022 г. № 2). В результате, была нивелирована разница между прогнозными оценками численности подходов, подготовленными специалистами дальневосточных филиалов ВНИРО, и оценкой, полученной ТИНРО по данным учетной траловой съемки молоди охотоморской горбуши, выполненной в октябре 2021 г.

Учетная траловая съемка преданадромной горбуши, выполненная ВНИРО в июне-июле 2022 г. в СЗТО (рис. 11), подтвердила результаты осенней учетной траловой съемки молоди горбуши в Охотском море в 2021 г. В частности, ТИНРО оценил численность преданадромной охотоморской горбуши в СЗТО в 495 млн рыб, а численность ее подхода в районы воспроизводства — в 205 млн особей. Опираясь на результаты ЕМ-кластеризации, численность региональной группировки, состоящей из рыб западной Камчатки и материкового побережья Охотского моря, ТИНРО первоначально определил на уровне 86 млн рыб, но позже снизил эту цифру до 60 млн рыб. По первоначальной оценке, ожидалось, что вылов западнокамчатской горбуши составит 70–80 тыс. т, по уточненной — в 56 тыс. т (при пропуске на нерест 20 млн рыб и навеске производителей — 1,4 кг).

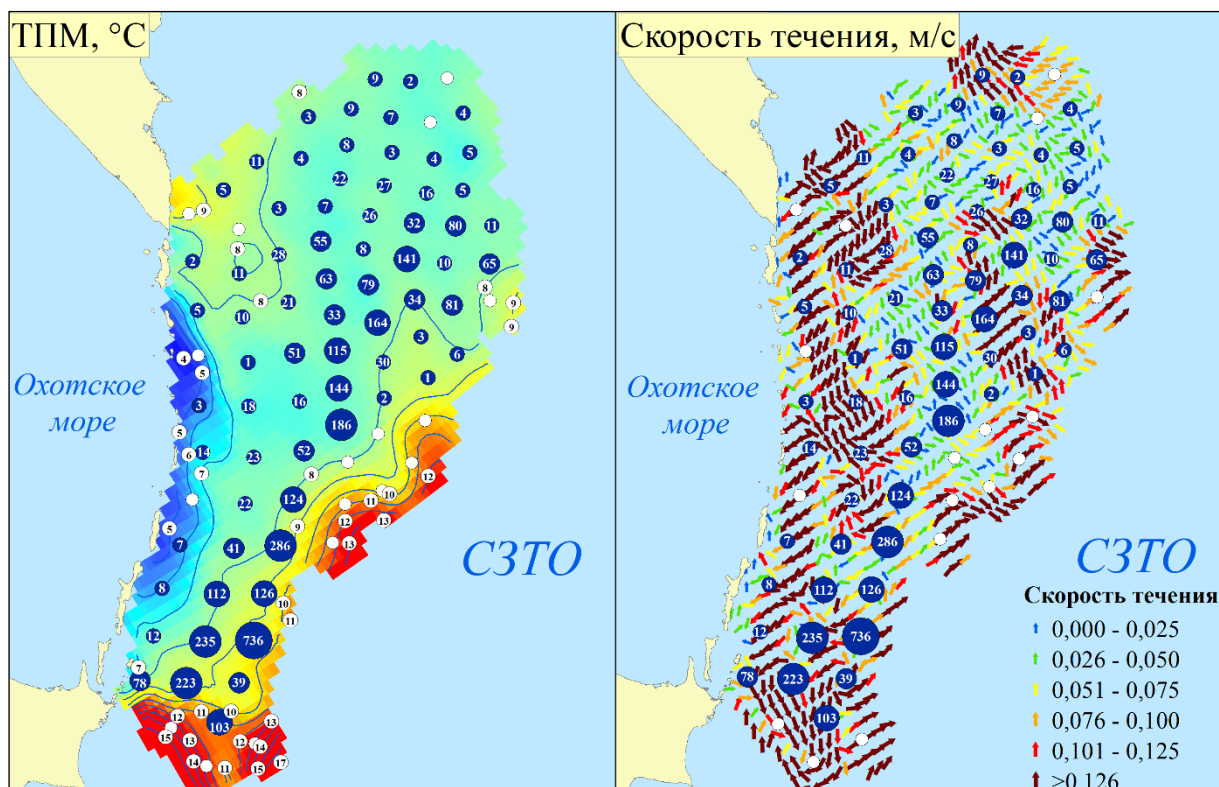


Рис. 11. Распределение уловов (экз./час. траление) преданадромной горбуши в СЗТО в 2022 г. на фоне температуры поверхности моря (°C) (слева) и скорости течения (справа)

Fig. 11. Catches of preanadromous pink salmon (ind. per hour of trawling) in the North-West Pacific in 2022 on the background of sea surface temperature (°C) (left panel) and velocity of geostrophic currents at the sea surface, relative to the 1000 m depth (right panel)

Остальную горбушу ТИНРО отнес к сахалино-курильской региональной группировке и на основании этого предположил, что она обеспечит вылов до 100–120 тыс. т при распределении вылова между о-вами Сахалин и Итуруп в пропорции 60 : 40 — 70 : 30 % в пользу горбуши восточного Сахалина, вылов которой был оценен на уровне 60–84 тыс. т.

Для определения генерального направления миграции горбуши из СЗТО в Охотское море и формирования оперативных научных рекомендаций для региональных комиссий по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб (далее — Комиссия) с охотоморской стороны Курильской гряды ВНИРО организовал траловую съемку, которую начал НИС «Владимир Сафонов» (19.06–06.07.2022 г.), а завершил НИС «Дмитрий Песков» (12.07–13.08.2022 г.). Основные уловы охотоморской горбуши были получены на северных станциях Курильского разреза, т.е. большая часть рыб мигрировала в Охотское море через северные курильские проливы (рис. 12), что позволяло предполагать их многочисленные подходы к западнокамчатским рекам.

Тем не менее фактический вылов горбуши в 2022 г. на западной Камчатке составил 27,938 тыс. т, или 20,543 млн рыб (при навеске 1,36 кг [Материалы..., 2022]). Согласно сообщению Н.Ю. Шпигальской на КРХС, по данным аэровизуальных наблюдений КамчатНИРО на нерест пропустили 30,0 % от подошедших производителей, или 13,558 млн рыб (–26,7 % от оптимума заполнения, равного 18,5 млн рыб [Материалы..., 2022]). Общая численность подхода горбуши составила 41,496 млн рыб (табл. 6).

В Магаданской области (север материкового побережья Охотского моря) в 2022 г. добыли 3,297 тыс. т, или 2,556 млн рыб (при навеске 1,29 кг [Материалы..., 2022]). Особенностью анализируемого года было то, что впервые за многие годы МагаданНИРО не выполнил аэровизуальный учет производителей тихоокеанских лососей, пропущенных на нерест. В отличие от западной Камчатки, в Магаданской области на единицу длины побережья приходится значительно меньше рыболовных



участков и, соответственно, стационарных орудий лова в морском побережье, поэтому на нерест пропускают больше горбуши, чем добывают. Например, в 2021 г. при вылове 8,678 тыс. т (6,780 млн рыб) численность рыб, пропущенных в реки, превысила оптимум заполнения нерестилищ в три раза, а численность добытых рыб — в четыре раза [Марченко, 2022б]. Кроме того, в период промысла региональная Комиссия в соответствии с научным обоснованием МагаданНИРО установила продолжительные проходные дни — от двух в зал. Шелихова до четырех в Тауйской губе (протокол от 24.05.2022 г. № 2). На этом основании численность производителей горбуши, пропущенных в реки Магаданской области, экспертно оценена на уровне, превышающем вылов в три раза, — 7,668 млн рыб (–14,3 % от оптимума заполнения). В таком случае, численность подхода горбуши в реки Магаданской области составила 10,224 млн рыб (табл. 6).

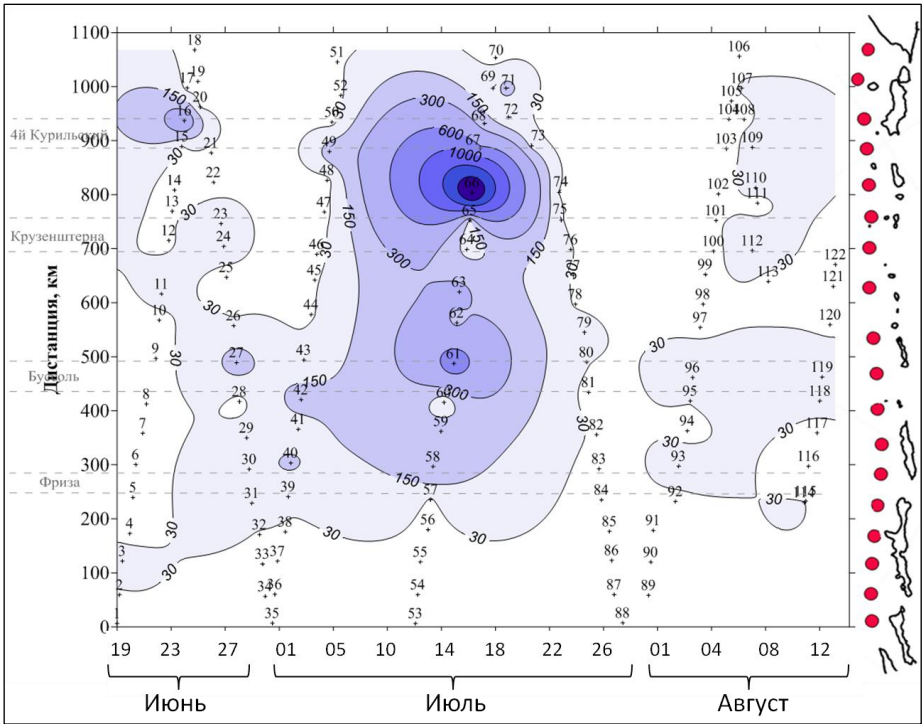


Рис. 12. Темпоральная изменчивость численности горбуши, мигрировавшей через Курильский разрез в 2022 г. (карта-схема построена ТИНРО)  
Fig. 12. Temporal variability in abundance of pink salmon passed through the transect along Kuril Islands in 2022 (scheme drawn by TINRO specialists)

Таблица 6

Оправдываемость оценок численности подходов региональных групп стад горбуши в бассейне Охотского моря в 2022 г.

Table 6

Accuracy of estimates of the pink salmon runs abundance in the Okhotsk Sea basin in 2022, by regional groups of herds

| Региональная группа стад                                        | Прогноз, млн рыб        |                    |                    | Факт,<br>млн рыб | Δ факт — прогноз, %     |                    |                    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
|                                                                 | КамчатНИРО <sup>1</sup> | ВНИРО <sup>2</sup> | ТИНРО <sup>3</sup> |                  | КамчатНИРО <sup>1</sup> | ВНИРО <sup>2</sup> | ТИНРО <sup>3</sup> |
| Ранняя горбуша                                                  |                         |                    |                    |                  |                         |                    |                    |
| Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря | 61,4                    | 41,8               | 60                 | 51,720           | –15,8                   | +23,7              | –28,1              |
| Поздняя горбуша                                                 |                         |                    |                    |                  |                         |                    |                    |
| О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.                                   | 77,7                    | 84,7               | 145                | 53,105           | –31,7                   | –37,3              | –63,4              |
| о. Сахалин                                                      | 53,0                    | 68,4               |                    | 35,908           | –32,2                   | –47,5              |                    |
| о. Итуруп                                                       | 24,7                    | 16,3               |                    | 17,197           | –30,4                   | +5,5               |                    |
| Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур              | 64,9                    | 77,5               |                    | 32,224           | –50,3                   | –58,4              |                    |

<sup>1</sup> ПДРФ-анализ мтДНК.  
<sup>2</sup> Анализ изменчивости SNP-локусов.  
<sup>3</sup> ЕМ-кластеризация данных учетной траловой съемки.

Примечание. Цветом отмечены положительные и отрицательные отклонения фактической численности подхода от ожидаемых значений.

Общая численность региональной группировки охотоморской горбуши «западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря» оценена на уровне 51,720 млн рыб (табл. 6).

В Хабаровском крае (юг материкового побережья Охотского моря) добыли 16,774 тыс. т, или 15,112 млн рыб (при навеске 1,11 кг [Материалы..., 2022]). В регионе аэровизуальный учет производителей горбуши с борта самолетов или вертолетов не проводили. Численность рыб, пропущенных в реки, оценивали на локальных участках с помощью беспилотных летательных аппаратов с последующим пересчетом на площадь нерестилищ. Величина пропуска производителей горбуши в реки экспертно установлена на уровне вылова — 15,112 млн рыб (+178,6 % от оптимума заполнения). Таким образом, численность подхода горбуши в охотоморские реки Хабаровского края равна 30,224 млн рыб (табл. 6).

В бассейне р. Амур горбушу добывали только при выполнении рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях. Всего выловили 4,961 т. По экспертной оценке на нерест пропустили 2,0 млн производителей горбуши (–56,5 % от оптимума заполнения) (табл. 6). Общая численность региональной группировки охотоморской горбуши «Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур» составила 32,224 млн рыб (табл. 6).

В Восточно-Сахалинской подзоне добыли 37,727 тыс. т, или 28,872 млн особей горбуши. По данным Сахалинского филиала Главрыбвода\* на нерест пропустили 7,036 млн особей горбуши (–57,9 % от оптимума заполнения). Численность восточносахалинской горбуши оценена в 35,908 млн рыб (табл. 6).

На южных Курильских островах выловили 20,870 тыс. т горбуши (в том числе на о. Итуруп — 20,867, на о. Кунашир — 0,003), что при средней массе одной особи горбуши, равной 1,30 кг, эквивалентно 16,054 млн рыб. На нерестилища пропустили 1,143 млн рыб (о. Итуруп — 1,115 (–34,4 % от оптимума заполнения), о. Кунашир — 0,028 (–98,6 % от оптимума заполнения)). Численность южнокурильской горбуши составила 17,197 млн рыб (табл. 6). Общая численность подхода сахалино-курильской горбуши оценена в 53,105 млн рыб (табл. 6).

Сопоставляя прогнозные оценки и фактические данные, отмечу, что прогнозы численности подходов региональных групп стад охотоморской горбуши, представленные ТИНРО на основе ЕМ-кластеризации и КамчатНИРО на основе ПДРФ-анализа мтДНК, во всех случаях оказались не точными, а оценка ВНИРО, построенная на анализе изменчивости SNP-локусов, оправдалась только для горбуши о. Итуруп (табл. 6). Оценки ВНИРО и КамчатНИРО по соотношению региональных группировок охотоморской горбуши оправдались только по одному из четырех районов промысла (табл. 7). Фактическому вылову региональных групп стад охотоморской горбуши не соответствовали прогнозные ожидания, подготовленные ТИНРО, — во всех случаях прогноз превышал вылов (табл. 8).

Таблица 7

Сопоставление прогнозируемого и фактического соотношения региональных группировок охотоморской горбуши в уловах в 2022 г., %

Table 7

Comparison of forecasted and actual portions of regional groups of pink salmon from the Okhotsk Sea basin in the catches obtained in 2022, %

| Региональная группа стад                                        | Прогноз соотношения     |                    | Соотношение в вылове | Δ прогноз — вылов       |                    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
|                                                                 | КамчатНИРО <sup>1</sup> | ВНИРО <sup>2</sup> |                      | КамчатНИРО <sup>1</sup> | ВНИРО <sup>2</sup> |
| Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря | 30,1                    | 21,0               | 29,3                 | +0,8                    | –8,3               |
| О. Сахалин                                                      | 26,0                    | 34,0               | 35,4                 | –9,4                    | –1,4               |
| О. Итуруп                                                       | 12,1                    | 8,0                | 19,6                 | –7,5                    | –11,6              |
| Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур              | 31,8                    | 38,0               | 15,7                 | +16,1                   | +22,3              |

<sup>1</sup> ПДРФ-анализ мтДНК.

<sup>2</sup> Анализ изменчивости SNP-локусов.

Примечание. Цветом отмечены минимальные различия между прогнозными и фактическими данными.

\* В Сахалино-Курильском регионе государственный мониторинг заполнения нерестилищ тихоокеанских лососей выполняет Сахалинский филиал ФГБУ «Главрыбвод».

Таблица 8

Оправдываемость оценок вылова горбуши в бассейне Охотского моря в 2022 г.

Table 8

Accuracy of estimates of the pink salmon catches in the Okhotsk Sea basin in 2022

| Региональная группа стад                                                     | Прогноз, тыс. т |            |         | Факт,<br>тыс. т | Δ факт — прогноз, % |            |        |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|---------|-----------------|---------------------|------------|--------|
|                                                                              | 27.01.2022      | 29.03.2022 | ТИНРО¹  |                 | 27.01.2022          | 29.03.2022 | ТИНРО¹ |
| ранняя горбуша                                                               |                 |            |         |                 |                     |            |        |
| Западная Камчатка и север материково-<br>го побережья Охотского моря, в т.ч. | 47,000          | 60,200     | 81,200  | 31,235          | –33,5               | –48,1      | –61,5  |
| западная Камчатка                                                            | 44,200          | 57,400     | 56,000  | 27,938          | –36,8               | –51,3      | –50,1  |
| Магаданская область                                                          | 2,800           | 2,800      | 25,200  | 3,297           | +17,8               | +17,8      | –86,9  |
| поздняя горбуша                                                              |                 |            |         |                 |                     |            |        |
| О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.                                                | 25,692          | 68,300     | 110,000 | 58,597          | +128,1              | –14,2      | –46,7  |
| о. Сахалин                                                                   | 12,960          | 52,000     | 72,000  | 37,727          | +191,1              | –27,4      | –47,6  |
| о. Итуруп                                                                    | 12,732          | 24,200     | 38,000  | 20,870          | +63,9               | –13,8      | –45,1  |
| Р. Амур и юг материкового побережья<br>Охотского моря, в т.ч.                | 7,062           | 17,009     | –       | 16,779          | +137,6              | –1,4       | –      |
| р. Амур                                                                      | 0,00850         | 0,00895    | –       | 0,00496         | –41,6               | –44,6      | –      |
| Хабаровский край (промысловые<br>районы Охотского моря)                      | 7,053           | 17,000     | –       | 16,774          | +137,8              | –1,3       | –      |

<sup>1</sup> ЕМ-кластеризация данных учетной траловой съемки.

Фактическим уловам не соответствовали ни первоначальный (протокол Отраслевого совета от 27.01.2022 г. № 1), ни скорректированный (протокол Отраслевого совета от 29.03.2022 г. № 2) прогноз вылова западнокамчатской горбуши, а также скорректированный прогноз вылова восточносахалинской горбуши (протокол Отраслевого совета от 29.03.2022 г. № 2) (табл. 8). Отмечу, что если бы СахНИРО сохранил свою первоначальную оценку прогнозируемого вылова горбуши Восточно-Сахалинской подзоны (35,142 тыс. т), то ее отклонение от фактического вылова составило бы 6,9 %.

Полностью оправдалось увеличение прогнозируемого объема вылова (протокол Отраслевого совета от 29.03.2022 г. № 2) в отношении горбуши юга материкового побережья Охотского моря (Хабаровский край (промысловые районы Охотского моря)), а единственным промысловым регионом Охотского моря, в котором вылов горбуши превысил прогнозную оценку, был север материкового побережья Охотского моря (Магаданская область) (табл. 8).

Отдельно останавлиюсь на альтернативном прогнозе численности подходов восточносахалинской и южнокурильской горбуши, подготовленных А.М. Каевым. В 2022 г. численность подхода горбуши к восточному побережью о. Сахалин была в 4,24, а к южным Курильским островам — в 1,25 раза ниже ожиданий. Также не оправдалась оценка в отношении вылова горбуши о. Кунашир. При прогнозе в 800,0 т промысел добыл 2,748 т горбуши (освоение — 0,3 %), а на нерест пропустили 0,028 млн рыб. При столь низкой оправдываемости прогноза, нельзя не прислушаться к мнению В.П. Шунтова с соавторами [2015], что причиной обрушения запасов сахалинской горбуши в середине 2010-х гг. могли быть научные обоснования ее вылова, подготовленные А.М. Каевым.

Одной из причин неточного прогноза вылова западнокамчатской, восточносахалинской и южнокурильской горбуши в 2022 г. стали неверные исходные данные — результаты учетных траловых съемок молоди и преданадромных рыб, а также генетической дифференциации. Эти результаты могли бы скорректировать данные, которые в период лососевого промысла получали в ходе выполнения охотоморского прикурильского разреза. Однако они и в 2021, и в 2022 гг. имели малую ценность для оперативного регулирования лососевого промысла. В частности, если в 2021 г. в ходе выполнения разреза шло первичное накопление информации, то в 2022 г. получаемые данные не позволили своевременно предсказать низкую численность подхода западнокамчатской горбуши, так как именно северные станции разреза характеризовались наибольшими уловами горбуши (см. рис. 12). Соответственно, дальнейшее выполнение прикурильского разреза с охотоморской стороны будет лишь отвлечением НИС от более важных съемок, к которым, по моему мнению, относятся исследования раннего морского периода жизни молоди лососевых и ее откочевки из морского побережья.

Неточные оценки, полученные в ходе выполнения учетных траловых съемок и разреза, оказали негативное влияние на качество научно обоснованных рекомендаций по регулированию промысла тихоокеанских лососей. Отраслевая наука их формирует в рамках Приказа 170 в виде региональных Стратегий промысла тихоокеанских лососей (далее — Стратегии). Их форма и содержание были разработаны и внедрены мной в 2018–2021 гг. Стратегии получили высокую оценку Министра сельского хозяйства Д.Н. Патрушева и руководителя Росрыболовства И.В. Шестакова. В 2022 г. региональные Стратегии сохранили исходную форму, а в Стратегию для Магаданской области вошло мое предложение о формировании групп РЛУ для промысла тихоокеанских лососей.

В региональных Стратегиях приведены:

- сроки начала и запрета промысла;
- места добычи (вылова);
- проходные дни (проходные периоды);
- объемы вылова;
- сроки представления информации о вылове.

Приказ 170 и, соответственно, Стратегии не обладают функционалом для регулирования промысла, связанного с определением параметров орудий лова. Эти ограничения устанавливают в соответствии со ст. 26 Федерального закона от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Например, на 2022 год они были установлены приказом Минсельхоза России от 22 июня 2022 г. № 382 «Об установлении ограничений рыболовства тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 году» (далее — Приказ 382). Вместе с тем в связи с ожиданием высокоурожайных подходов горбуши в 2022 г. на северо-востоке о. Сахалин не было введено ограничение длины ставных неводов, а проходных дней было недостаточно для пропуска на нерест оптимального количества производителей горбуши. В результате ее нерестилища были заполнены на 30,7 %.

В соответствии с Приказом 382 по 31.12.2022 г. было закрыто промышленное рыболовство тихоокеанских лососей на участке от мыса Анива до мыса Крильон (зал. Анива) ставными неводами с длиной центрального крыла 500 м. Для обеспечения оптимального заполнения нерестилищ горбуши в зал. Анива (мыс Анива мыс Крильон) региональная Комиссия протоколом от 08.07.2022 г. № 18 установила следующие ограничения для промышленного рыболовства:

- определила сроки добычи с 01 по 31.08.2022 г.;
- установила проходной период с 00-00 01.08.2022 до 24-00 31.08.2022 г.;
- установила, что режим проходного периода может быть изменен на основании данных государственного мониторинга, условий и интенсивности миграции производителей в реки или по факту пропуска производителей тихоокеанских лососей в объеме от 50 % и выше требуемого для оптимального заполнения нерестилищ конкретной реки.

Далее региональная Комиссия ослабляла проходные дни:

- протокол от 03.08.2022 г. № 23 — отменен проходной период для рек Островка, Чиркова и Игривая;
- протокол от 05.08.2022 г. № 25:
  - учитывая интенсивность захода производителей горбуши в нерестовые реки и заполнение нерестовых площадей рек в зал. Анива в районе от мыса Крильон до р. Починка изменен и определен период пропуска производителей тихоокеанских лососей к местам воспроизводства в районе от мыса Крильон до р. Починка с 05.08.2022 г. с интервалом трое суток пропуска — четверо суток промысла;
  - отменен с 05.08.2022 г. период пропуска производителей тихоокеанских лососей к местам воспроизводства в зал. Анива в районе от мыса Анива до 4 км южнее протоки лагуны Буссе;
- протокол от 11.08.2022 г. № 29 — в связи с продолжавшимися подходами горбуши в зал. Анива и заполнением нерестовых площадей рек на 50 % период пропуска производителей тихо-

океанских лососей к местам воспроизводства в районе от мыса Крильон до 2 км южнее р. Таранай был определен с 00-00 часов 12.08.2022 г. с интервалом двое суток пропуска — пять суток промысла.

По факту в 2022 г. общее заполнение нерестилищ горбуши в зал. Анива составило 40,8 % от оптимума. При этом на 100 % и более были заполнены нерестилища горбуши в девяти, на 71–100 % — в шести, на 51–70 % — в двух, менее чем на 50 % — в 12 реках. В первую очередь, оптимальное количество производителей горбуши было пропущено в реки восточного побережья залива, тогда как в реках западного побережья нерестилища горбуши полностью заполнены были только в четырех из 22 рек (18 %).

В соответствии с Приказом 382 по 31.08.2022 г. на участке от мыса Терпения до мыса Анива было закрыто промышленное рыболовство с применением ставных неводов с длиной центрального крыла невода, устанавливаемого от береговой полосы вглубь моря или залива, более 1500 м. Данное ограничение позволило заполнить нерестилища горбуши на юго-восточном побережье о. Сахалин.

Закономерной является задача по повышению точности результатов учетных траловых съемок молоди и преданадромной горбуши.

По современным представлениям [Шунтов, Темных, 2008; Шунтов и др., 2010, 2017, 2019; Заволокин, 2014; Найденко и др., 2021], основанным на результатах многочисленных съемок, тихоокеанские лососи имеют хорошую кормовую базу, которая не лимитирует их выживаемость в морской период жизни. Вместе с тем выживаемость, например, аляскинской нерки возрастает в годы, когда на ее морских нагульных акваториях преобладают северные сообщества веслоногих раков (Copepoda), которые характеризуются крупными размерами и высоким содержанием липидов [Tucker et al., 2015]. Помимо высокой энергетической ценности, последние являются депо незаменимого для тихоокеанских лососей каротиноидного пигмента — астаксантина, играющего исключительно важную роль в их жизнедеятельности. Например, он отвечает за устойчивость к низким температурам и к болезням, повышает репродуктивные возможности, выступает в роли антиоксиданта, а также обеспечивает толерантность развивающейся икры и личинок к продуктам метаболизма, концентрация которых в нерестовых гнездах возрастает на фоне ослабления проточности [Соин, 1956; Яржомбек, 1966, 1970; Микулин, Соин, 1975; Tyndale et al., 2008; Немова и др., 2016; Lehnert et al., 2016].

Помимо копепод, высоким содержанием астаксантина характеризуются эуфаузиевые раки (Euphausiacea) [Яржомбек, 1970]. На опубликованных материалах ТИНРО [Найденко и др., 2010; Найденко, Темных, 2016] показано [Марченко, в печати], что высокой выживаемостью характеризовались поколения охотоморской горбуши, становление численности которых проходило в условиях доминирования на морских нагульных акваториях веслоногих и эуфаузиевых раков. Иными словами, выживаемость тихоокеанских лососей связана не только с количественными характеристиками зоопланктона, но и с его качественными показателями, отражающими в том числе содержание в кормовых объектах астаксантина, с которым связаны как выживаемость и репродуктивный успех, так и созревание тихоокеанских лососей [Glubokovsky, Marchenko, 2019].

Сообщества зоопланктона чувствительны к факторам среды [Corkett, 1972; Волков, 2002, 2013, 2018; Заволокин, 2014; Banas et al., 2016], соответственно, климатический сдвиг сопровождается изменением количественных и качественных характеристик зоопланктонных сообществ, что, в свою очередь, находит отражение в динамике выживаемости тихоокеанских лососей. Не исключено, что анализ качественных характеристик зоопланктонных сообществ (в том числе по содержанию астаксантина) на нагульных морских акваториях охотоморской горбуши мог бы уточнить оценки учетных траловых съемок молоди в 2021 г. и преданадромных рыб в 2022 г. Для повышения оперативности анализа, вероятно, целесообразным будет применение молекулярно-генетического метода для рутинного определения видового состава зоопланктона [Ершова, 2020].

При оценке численности преданадромной горбуши, по-видимому, необходимо учитывать скорость течения на нагульных морских акваториях. Известно [Bailey et al., 1975], что горбуша интенсивно питается при скорости течения до 0,11 м/с. В то же время согласно результатам учетной траловой съем-



ки в весенне-летний период в СЗТО около 10 % рыб были отловлены на акваториях, на которых скорость течения препятствовала пищедобывательной активности рыб (см. рис. 11), что могло оказать негативное влияние на их выживаемость.

Наконец, не исключено, что в 2022 г. в прикурильских водах СЗТО на фоне снижения численности охотоморских стад выросла численность восточнокамчатских стад горбуши, что привело к значительному завышению оценки численности охотоморских стад в прикурильских водах СЗТО (рис. 13). Вместе с тем без специальных исследований (например, мечения навесными метками), невозможно оценить вклад преданадромной восточнокамчатской горбуши в численность вида в прикурильских водах СЗТО.

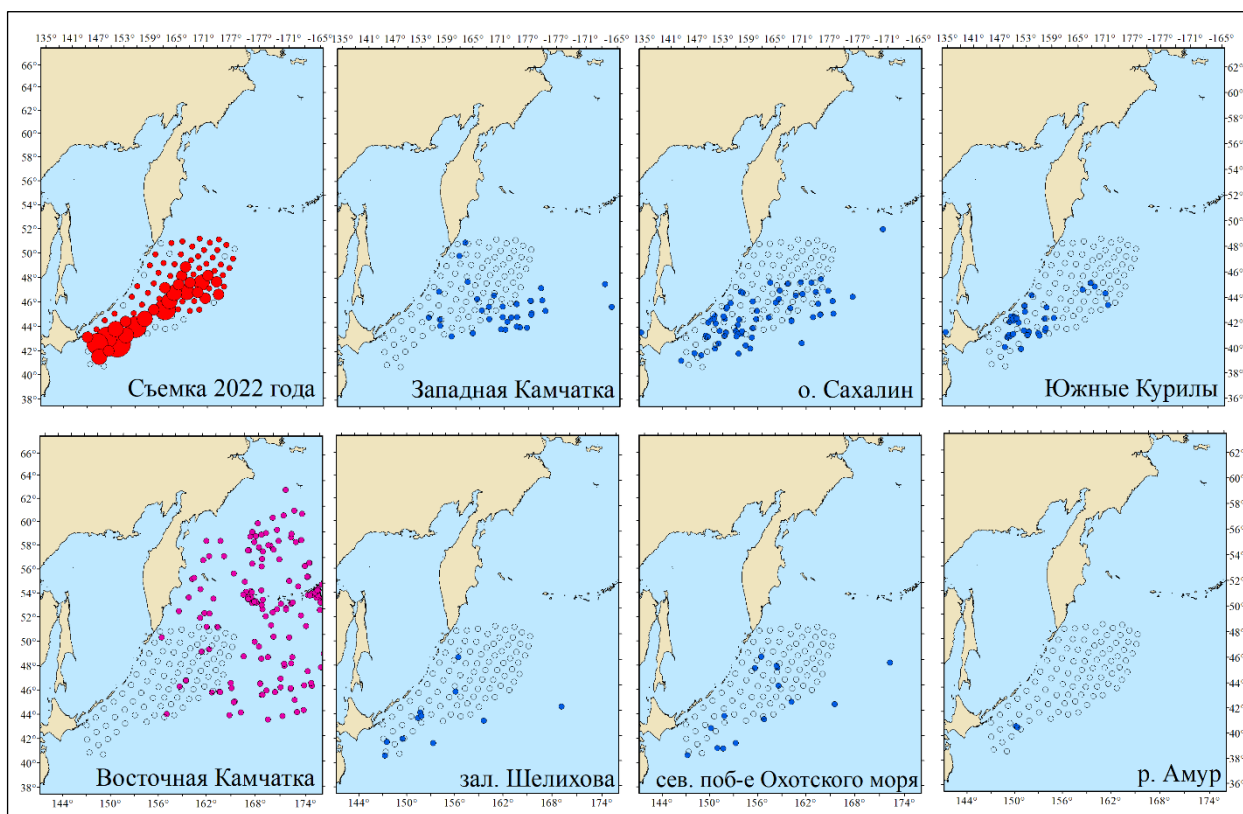


Рис. 13. Акватория выполнения учетной траловой съемки преданадромной горбуши в 2022 г. и распространение некоторых азиатских стад горбуши в западной части Северной Пацифики (результаты мечения навесными метками NPAFC за 1956–2000 гг.)

Fig. 13. Scheme of the counting trawl survey on preanadromous pink salmon in 2022 and areals of some Asian stocks of pink salmon in the western North Pacific (on results of tagging with NPAFC external tags in 1956–2000)

Отдельным вопросом является организация оперативной работы по обобщению промысловой и научной информации, используемой для научного сопровождения лососевого промысла на Дальнем Востоке России. В отличие от 2021 г., в 2022 г. Департамент анадромных рыб России ВНИРО не смог организовать представление ежедневной аналитической информации о ходе лососевой путины и с перебоями представлял еженедельные сводные материалы [<http://vniro.ru/ru/nauchnaya-deyatelnost/lososevaya-putina>]. При этом в соответствии с региональными Стратегиями данные о результатах промысла в Департамент поступали ежедневно.

В 2022 г. Департамент прекратил обобщение и представление научной информации, которую собирают научные сотрудники во время лососевой путины. К такой информации относятся термический и уровенный режимы водных объектов, качественные и количественные показатели тихоокеанских лососей, заполнение нерестилищ. В то же время основа для этого сформирована: как следует из доклада А.А. Байталюка, представленного на Дальневосточном бассейновом научно-промысловом совете (далее — ДВНПС) [[https://www.fishnet.ru/news/novosti\\_otrasli/dalnevostochnyy-nauchno](https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/dalnevostochnyy-nauchno)]

promyslovyy-совет-ocenit-itogi-lososovoy-puty-2022/], в 2022 г. сбор материалов выполняли на 100 наблюдательных пунктах, были обследованы более 200 водных объектов, на учет численности пущенных на нерест производителей затратили около 300 полетных часов\*.

### Заключение

Первоочередной причиной отклонения фактического вылова тихоокеанских лососей (в первую очередь горбуши) от прогнозируемого объема добычи в 2022 г. были методические подходы, применённые при формировании прогнозных оценок. В основном это касается нивелирования разницы между прогнозными оценками вылова охотоморской горбуши, полученными дальневосточными филиалами консервативными методами, и прогнозными ожиданиями, основанными на ЕМ-кластеризации откочевывавшей молоди в осенний период 2021 г. и на результатах генетической дифференциации смешанных нагульных скоплений. Кроме того, в результате учетной траловой съемки преданадромной горбуши в прикурильских водах Тихого океана и Охотского моря не были получены репрезентативные материалы для оперативного уточнения перспектив промысла охотоморской горбуши. В результате этих съёмок было получено ошибочное подтверждение вероятности высокоурожайных подходов охотоморской горбуши. Фактический вылов западнокамчатской и восточносахалинской горбуши в 2022 г. был ближе к первоначальному (консервативному) прогнозируемому объёму вылова. Это также отметил А.А. Байталук в своем докладе на заседании ДВНПС. При этом в полной мере оправдался оптимистичный прогноз вылова горбуши в охотоморских промысловых районах Хабаровского края.

Приходится констатировать, что в настоящее время рыбохозяйственная наука не владеет методическими подходами, позволяющими с достаточным уровнем достоверности разделить смешанные нагульные скопления охотоморской горбуши на локальные стада или группы стад. Кроме того, среди исследователей нет единого представления о влиянии факторов среды на выживаемость тихоокеанских лососей в морской период жизни. Существуют две альтернативные гипотезы о значении условий морского нагула в формировании конечной численности тихоокеанских лососей. Согласно одной из них, условия среды в морской период жизни не являются определяющими для выживаемости как горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей [Найденко и др., 2021].

Вместе с тем ошибки в прогнозных оценках не являются основанием для прекращения исследований морского периода жизни тихоокеанских лососей или для отказа от поиска генетических маркеров, которые позволят надежно дифференцировать в нагульных скоплениях горбушу по районам происхождения. Напротив, эти направления исследований следует развивать.

Для повышения точности прогнозных оценок необходимы переоценка приоритетов в лососевых исследованиях и расширение спектра применяемых методических подходов. В частности, требуется сместить акцент на расширение исследований пресноводного периода жизни, в который формируется первоначальная численность тихоокеанских лососей [Шунтов, Темных, 2008, 2011]. Повышению точности генетической идентификации региональной принадлежности горбуши в нагульных скоплениях может способствовать формирование реперной базы на основе покатной молоди. Для этого необходимо организовать ее сбор на протяжении всего периода покатной миграции во всех крупных промысловых районах и обеспечить оперативную доставку образцов в структурные подразделения, которые выполняют генетические исследования.

При изучении морского периода жизни важно организовать мечение тихоокеанских лососей навесными метками с целью уточнения районов происхождения рыб, нагульные акватории которых включают прикурильские воды Тихого океана. Как отмечено выше, выживаемость тихоокеанских

---

\* Для примера, в 2021 г. работали 100 наблюдательных станций, были обследованы 204 водных объекта, а для учета численности пропущенных на нерест производителей затратили 503 полетных часа [Марченко, 2022б].

лососей обусловлена не только обилием на нагульных акваториях кормовых объектов, но и их качеством, в том числе содержанием астаксантина. Оценку состояния кормовой базы в местах нагула тихоокеанских лососей и определение их трофических показателей считаю целесообразным включить в перечень обязательных ежегодных работ по исследованию морского периода жизни.

До получения устойчивых достоверных результатов генетической дифференциации горбуши в нагульных скоплениях в крупных промысловых районах необходимо организовать исследования раннего морского периода жизни молоди тихоокеанских лососей, что позволит получать информацию о влиянии факторов среды на выживаемость тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни и о вкладе того или иного района в общую численность нагуливающих рыб. Повышение точности оценок доли рыб разных регионов происхождения в смешанных скоплениях возможно по результатам выявления рыб, имеющих на отолитах метки, нанесенные на лососевых рыбоводных заводах. Для этого следует не только организовать обязательное и тотальное маркирование выращиваемой молоди, но и обеспечить оперативную идентификацию маркированных рыб в нагульных скоплениях.

Важным условием повышения точности прогнозов является использование сведений о лимитирующих факторах среды. Часть их находится в свободном доступе в среде Internet (уровень и расход воды в реках, высота снежного покрова, уровень осадков, ТПМ, ледовый режим Мирового океана, скорость морских течений, концентрация хлорофилла-а). В целях получения оперативной информации необходимо организовать либо их круглогодичный сбор на береговых стационарных наблюдательных постах (например, с использованием автоматических систем сбора), либо своевременное получение в Росгидромете и Росводресурсе. В первую очередь это касается скорости течения и уровня воды в реках, ее термического режима и мутности, глубины промерзания почв в зимний период. При этом использование информации о лимитирующих факторах должно быть сопряжено с данными о предпочтениях тихоокеанских лососей [Марченко, 2022а, в печати].

В завершение отмечу, что между рыбохозяйственной наукой и промыслом обязательно должна быть обратная связь. В настоящее время дальневосточные филиалы ВНИРО оперативно получают данные промысловой статистики, что предусмотрено как Приказом 170, так и региональными Стратегиями. В таком же оперативном режиме рыбохозяйственная отрасль должна как минимум получать обобщенную информацию о ходе лососевой путины, а как максимум — эта информация должна сопровождаться кратким анализом гидрометеорологических условий и краткосрочным прогнозом развития промысловой и гидрометеорологической обстановки на Дальнем Востоке России.

### **Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)**

Автор выражает благодарность заместителю директора ФГБНУ «ВНИРО» по науке В.А. Беляеву за предоставление информации о вылове тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2022 г.

The author is grateful to V.A. Belyayev, deputy director for science of VNIRO, for providing the data on catches of pacific salmon in the Far East of Russia in 2022.

### **Финансирование работы (FUNDING)**

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study was not supported by sponsors.

### **Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)**

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented.

## Список литературы

- Волков А.Ф.** Биомасса, численность и размерная структура эвфаузиид северной части Охотского моря в весенний период // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 336–354.
- Волков А.Ф.** Сезонная и многолетняя динамика в планктоне эпипелагиали прикамчатских вод Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 175. — С. 206–233.
- Волков А.Ф.** Современное состояние весеннего планктонного сообщества северной части Охотского моря (1997–2017 гг.) // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 121–135. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-121-135.
- Воропаева Е.Н., Максимов В.Н., Малютин С.К. и др.** Обзор свойств и методов исследования митохондриальной ДНК // Journal of Siberian Medical Sciences. — 2016. — № 3; 8.
- Ершова Е.А.** Рутинное определение четырех симпатрических видов каляноидных копепод *Pseudocalanus* spp. в Атлантическом секторе Арктики с помощью видо-специфичной полимеразной цепной реакции // Океанологические исследования. — 2020. — Т. 48, № 1. — С. 62–72. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(1).4.
- Заволокин А.В.** Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — 48 с.
- Кинас Н.М.** Сравнительная характеристика покатной миграции молоди горбуши на западном и восточном побережьях Камчатки на примере реперных рек (Утка и Хайлюля) : отчет о НИР / КамчатНИРО. № 8441. — Петропавловск-Камчатский, 2011. — 30 с.
- Кульбачный С.Е.** Экология и структура популяций кеты северо-западной части континентального побережья Охотского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ИБМ ДВО РАН, 2010. — 24 с.
- Марченко С.Л.** Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmoniformes, Salmonidae) материкового побережья Охотского моря. Сообщение 1. Производители // Изв. ТИНРО. — 2022а. — Т. 202, вып. 4. — С. 741–773. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-741-773. EDN: MEIOUH.
- Марченко С.Л.** Анализ лососевой путины 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2022б. — С. 3–14.
- Марченко С.Л.** Роль отдельных факторов среды в формировании численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел. — Мурманск : ПИНРО (в печати).
- Материалы, обосновывающие прогнозируемый объем вылова тихоокеанских лососей во внутренних водах Российской Федерации и в территориальном море Российской Федерации на Дальнем Востоке России в 2022 году.** — М. : ВНИРО, 2022. — 433 с.
- Микулин А.Е., Соин С.Г.** О функциональном значении каротиноидов в эмбриональном развитии костистых рыб // Вопр. ихтиол. — 1975. — Т. 15, вып. 5 (94). — С. 833–844.
- Найденко С.В., Старовойтов А.Н., Куренкова Е.В. и др.** Питание тихоокеанских лососей в зоне Субарктического фронта в зимне-весенний период 2009 г. // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 142–161.
- Найденко С.В., Темных О.С.** Выживаемость тихоокеанских лососей в Северной Пацифике в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 185. — С. 67–94. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-185-67-94.
- Найденко С.В., Хен Г.В., Фигуркин А.Л. и др.** Условия нагула молоди горбуши в осенне-зимний период на примере сезона 2019/2020 гг. // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, вып. 4. — С. 96–115. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-96-115.
- Немова Н.Н., Мурзина С.А., Мещерякова О.В. и др.** Система биохимических и молекулярно-генетических показателей, используемая для оценки метаболизма молоди лососевых рыб в раннем онтогенезе // Эколого-биохимический статус молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. из некоторых рек бассейна Белого моря. — Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2016. — С. 60–89.
- Соин С.Г.** О дыхательном значении каротиноидного пигмента в икре лососевых рыб и других представителей отряда сельдеобразных // Зоол. журн. — 1956. — Т. 35, вып. 9. — С. 1362–1369.
- Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Шевляков В.А. и др.** Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2020 г., перспективы вылова горбуши в 2021 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2020. — С. 3–16.
- Шунтов В.П., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Иванов О.А.** Об устойчивости стереотипов в представлениях о морской экологии тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.) // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 188. — С. 3–36. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-188-3-36.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко С.В.** Ещё раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp., сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 196. — С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко С.В. и др.** К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы nektona // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 25–52.

**Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков В.А.** Лососевая путина–2015: успехи и неудачи, контрасты «север–юг» // Бюл. № 10 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2015. — С. 3–15.

**Яржомбек А.А.** Динамика жира и астаксантина в гонадах лососей // Вопр. ихтиол. — 1966. — Т. 6, вып. 1(38). — С. 171–176.

**Яржомбек А.А.** Каротиноиды лососевых и их связь с воспроизводством этих рыб // Тр. ВНИРО. — 1970. — Т. 69. — С. 234–267.

**Bailey J.E., Wing B.L., Mattson C.R.** Zooplankton abundance and feeding habits of fry of pink and chum salmon in Traitors Cove, Alaska, with speculations on the carrying capacities of the area // Fish. Bull. — 1975. — Vol. 73. — P. 846–861.

**Banas N.S., Møller E.F., Nielsen T.G., Eisner L.B.** Copepod Life Strategy and Population Viability in Response to Prey Timing and Temperature: Testing a New Model across Latitude, Time, and the Size Spectrum // Front. Mar. Sci. — 2016. — Vol. 3. — P. 225. DOI: 10.3389/fmars.2016.00225.

**Corkett C.F.** Development rate of copepod eggs of the genus *Calanus* // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. — 1972. — Vol. 10, № 3. — P. 171–175. DOI: 10.1016/0022-0981(72)90070-6.

**Glubokovsky M.K., Marchenko S.L.** On the issue of life strategy formation in Pacific Salmon of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) // Journ. of Ichthyology. — 2019. — V. 59, № 4. — P. 516–526. DOI: 10.1134/S0032945219040040.

**Lehnert S.J., Heath D.D., Devlin R.H., Pitcher T.E.** Post-spawning sexual selection in red and white Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) : Behavioral Ecology. — 2016. — 10 p. DOI: 10.1093/beheco/arw142.

**Morin P.A., Luikart G., Wayne R.K.** SNP Workshop Group. SNPs in ecology, evolution and conservation // Trends in ecology and evolution. — 2004. — Vol. 19(4). — P. 208–216. DOI: 10.1016/j.tree.2004.01.009.

**Tucker S., Thiess M. E., Morris J.F.T. et al.** Coastal Distribution and Consequent Factors Influencing Production of Endangered Snake River Sockeye Salmon // Trans. Amer. Fish. Soc. — 2015. — Vol. 144. — P. 107–123. DOI: 10.1080/00028487.2014.968292.

**Tyndale S.T., Letcher R.J., Heath J.W., Heath D.D.** Why are salmon eggs red? Egg carotenoids and early life survival of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Evol. Ecol. Res. — 2008. — Vol. 10. — P. 1187–1199.

*Поступила в редакцию 24.03.2023 г.*

*После доработки 27.03.2023 г.*

*Принята к публикации 3.04.2023 г.*

*The article was submitted 24.03.2023; approved after reviewing 27.03.2023;  
accepted for publication 3.04.2023*