

## СОВРЕМЕННЫЕ ОКЕАНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ОТ АЛЯСКИ ДО КАЛИФОРНИИ

© 2021 г. Лори Вейткамп

*Национальное управление океанических и атмосферных исследований США,  
Национальная служба морского рыболовства, Северо-западный научный центр  
рыболовства, 2032 SE Marine Science Drive, Ньюпорт, Орегон, 97365, США  
E.mail: Laurie.weitkamp@noaa.gov*

Поступила в редакцию 23.08.2021 г.

На основании данных об изменчивости климата, установлено, что, начиная с 2014 г., в период потепления у тихоокеанского побережья США отмечалось появление, как урожайных поколений, так и неурожайных поколений лососей. Установлено, что в основных районах промысла в период после 2014 г. наблюдалась тенденция сокращения численности несмотря на то, что в отдельные годы промысловые уловы были на высоком уровне.

*Ключевые слова:* тихоокеанские лососи, промысловые уловы, численность.

С 2014 г. северо-восточная часть Тихого океана подвергается воздействию потепления, которое характеризуется ростом температуры поверхности воды на больших участках в течение продолжительного периода времени (Hobday et al., 2016).

В течение 2014–2016 гг. образовавшаяся теплая зона («Blob») и мощное влияние явления Эль-Ниньо на экваторе привели к появлению сильного и продолжительного влияния теплых вод, воздействующих на северо-восточную часть Тихого океана (Bond et al., 2015). Две последующие волны тепла в 2019 и 2020 гг. были почти такими же заметными, как первоначальная волна 2014–2016 гг. ([www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/cc-projects/blobtracker](http://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/regions/california-current/cc-projects/blobtracker)).

Эти явления необычного повышения температуры океанской воды привели к резким изменениям распределения и численности гидробионтов северо-

восточной части Тихого океана, с последствиями на трофических уровнях — от диатомовых водорослей до морских птиц. Данное воздействие заключалось в расширении видовых ареалов (Miller et al., 2019; Morgan et al., 2019), проблемах охраны здоровья населения в условиях вредного цветения водорослей (Bates et al., 2018; Boldt et al., 2020), экономических последствиях (как положительных, так и отрицательных) от изменения численности промысловых видов (Harvey et al., 2021), популяционных и экосистемных перестройках от масштабного роста до снижения продуктивности массовых видов (Morgan et al., 2019; Thomson et al., 2019; Zador et al., 2019; Boldt et al., 2020), а также высоких показателей смертности, как морских птиц (Piatt et al., 2020), так и китов (Savage, 2017).

Для изучения влияния этих аномальных условий на запасы североамериканских тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus spp.*) были собраны данные о состоянии их популяций от Аля-

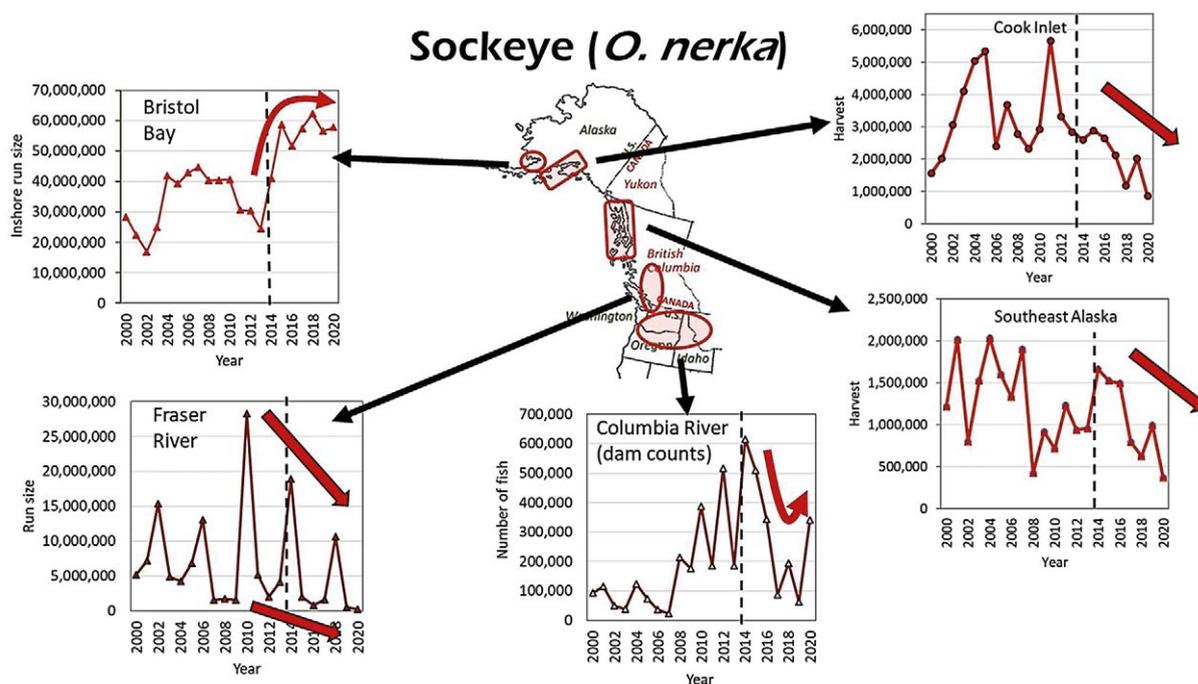
ски до Калифорнии в 2000–2020 гг. Эти данные анализировались для понимания тенденций возвратов производителей различных видов лососей на региональном уровне и включали корректировку имеющейся статистической базы данных (Irvine et al., 2019).

Цель работы заключается в качественном изучении вопроса о том, реагируют ли и каким образом виды или популяции североамериканских тихоокеанских лососей на недавнее потепление морских вод, как показывают последние тенденции возврата производителей. Работа не предполагала проведение тщательного статистического анализа.

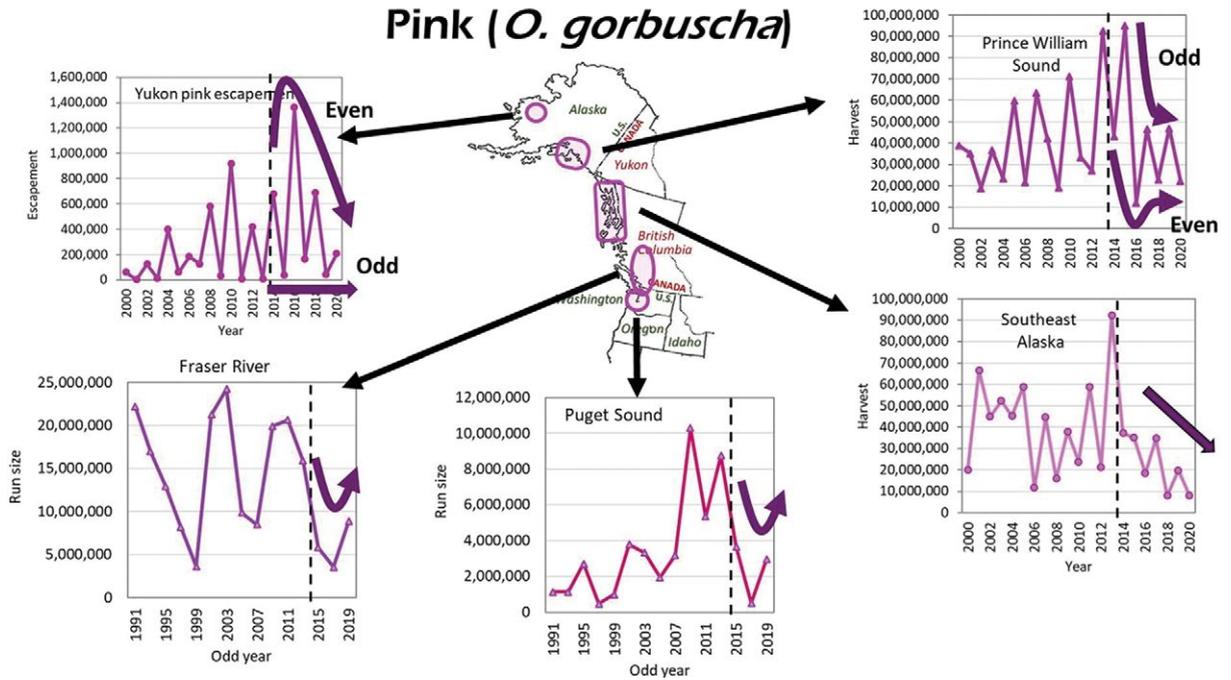
Собранные данные о лососях включали следующие сведения о локальных популяциях: численность производителей на нерестилищах, численность подходов (промысел + заполнение нерестилищ), подсчет у рыбоучетных заграждений, выживаемость в море. В большин-

стве случаев эти данные можно было получить на веб-сайтах государственных агентств по рыболовству и охране дикой природы США, федеральных рыбохозяйственных агентств США ([www.fisheries.noaa.gov](http://www.fisheries.noaa.gov)) и Канады ([www.dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca)), а также других федеральных организаций (Центр рыбопропуска ([www.fpc.org](http://www.fpc.org)), Комиссии по тихоокеанскому лососю ([psc.org](http://psc.org)), Тихоокеанскому совету по управлению рыболовством ([pscouncil.org](http://pscouncil.org))).

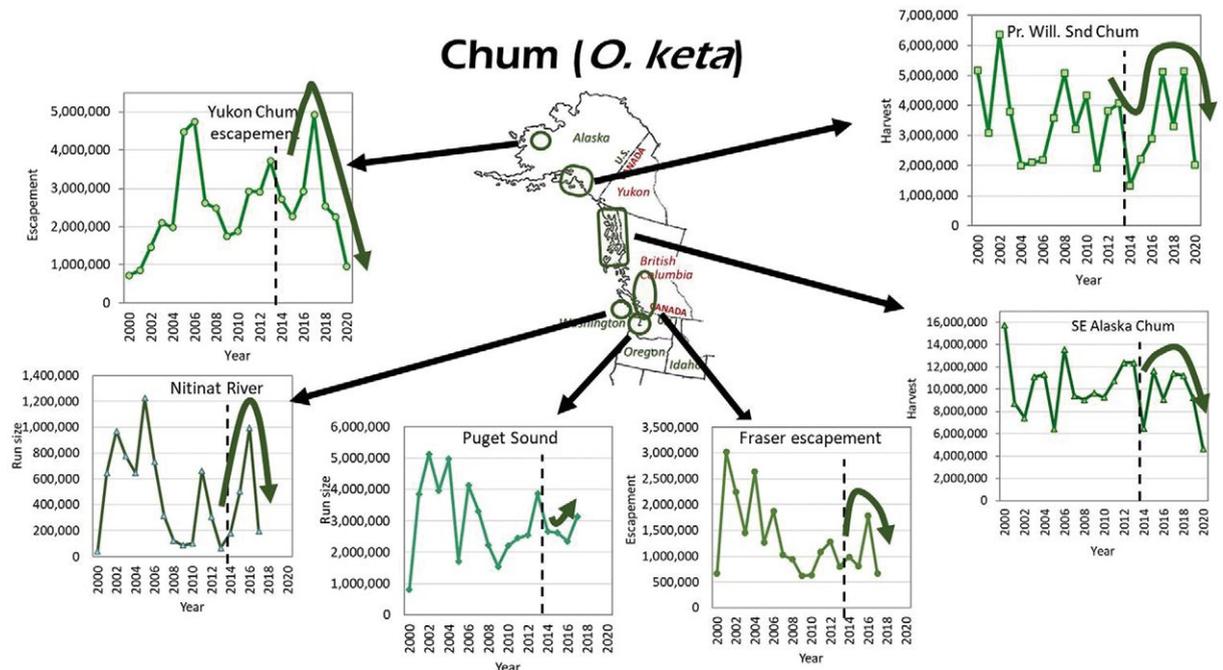
Тенденции изменчивости численности популяций лососей с 2014 г. (когда начались волны/периоды потепления) были разнонаправленными, что выражалось в увеличении или снижении уровней промысловых возвратов (рис. 1–6). В целом популяции лососей, населяющих реки, граничащие с Беринговым морем (р. Юкон, Бристольский залив), имели тенденции к росту численности после 2014 г. Это было особенно характерно для численности подходов



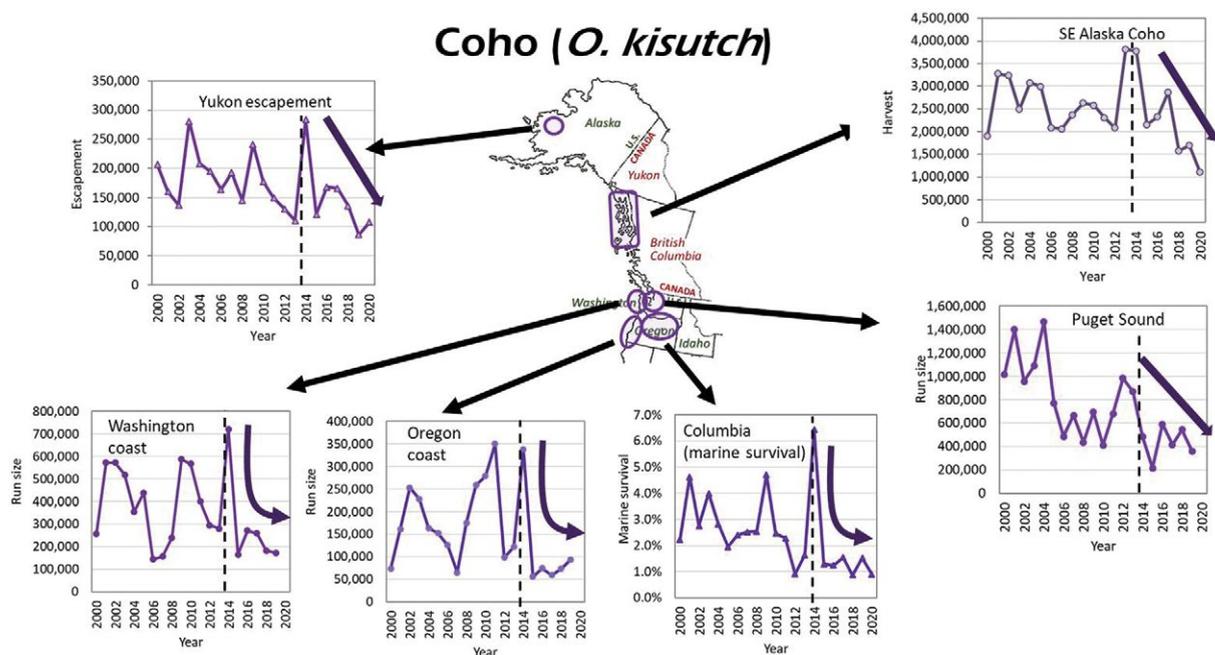
**Рис. 1.** Тенденции возвратов половозрелой нерки (*O. nerka*) популяций от Аляски до Орегона за 2000–2020 гг. В реке Колумбия обитает самая южная популяция нерки в Северной Америке. Общие тенденции с 2014 г. (пунктирная вертикальная линия) обозначены стрелками, нарисованными от руки.



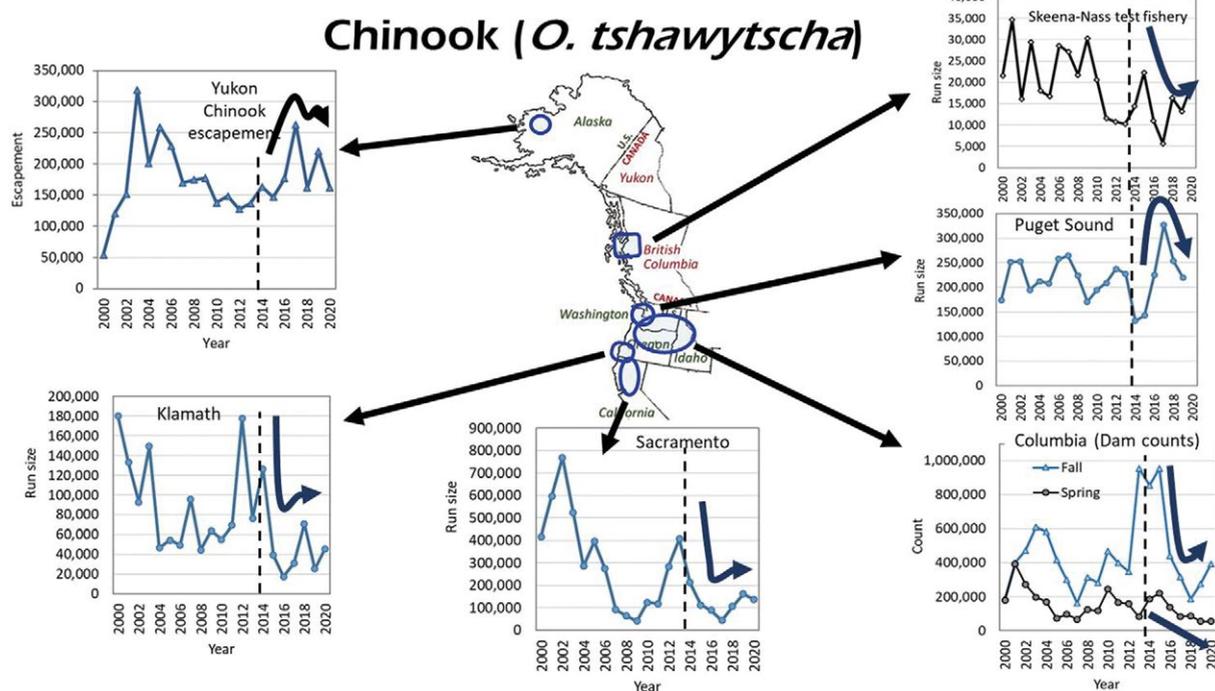
**Рис. 2.** Тенденции возвратов половозрелой горбуши (*O. gorbuscha*) популяций от Аляски до Орегона за 2000–2020 гг. Пьюджет-Саунд имеет самую южную популяцию горбуши в Северной Америке. Общие тенденции с 2014 г. (пунктирная вертикальная линия) обозначены стрелками, нарисованными от руки.



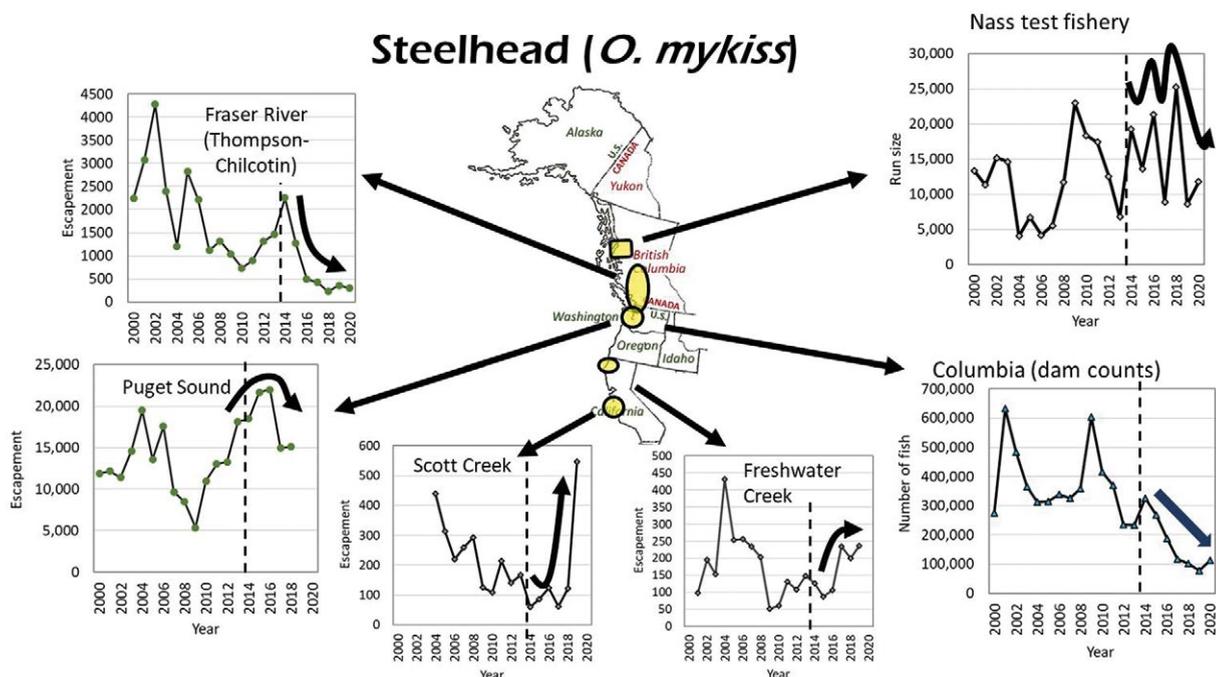
**Рис. 3.** Тенденции возвратов половозрелой кеты (*O. keta*) популяций от Аляски до Орегона за 2000–2020 гг. Побережье Орегона имеет самую южную популяцию кеты в Северной Америке. Общие тенденции с 2014 г. (пунктирная вертикальная линия) обозначены стрелками, нарисованными от руки.



**Рис. 4.** Тенденции возвратов половозрелого кижуча (*O. kisutch*) популяций от Аляски до Орегона за 2000–2020 гг. Центральная Калифорния имеет самую южную популяцию кижуча в Северной Америке. Общие тенденции с 2014 г. (пунктирная вертикальная линия) обозначены стрелками, нарисованными от руки



**Рис. 5.** Тенденции возвратов половозрелой чавычи (*O. tshawytscha*) популяций от Аляски до Орегона за 2000–2020 гг. В Центральной Калифорнии обитает самая южная популяция чавычи в Северной Америке. Общие тенденции с 2014 г. (пунктирная вертикальная линия) обозначены стрелками, нарисованными от руки



**Рис. 6.** Тенденции возвратов половозрелого стальноголового лосося (*O. mykiss*) популяций от Аляски до Орегона за 2000–2020 гг. Южная Калифорния имеет самую южную популяцию ми-кижи в Северной Америке. Общие тенденции с 2014 г. (пунктирная вертикальная линия) обозначены стрелками, нарисованными от руки

нерки Бристольского залива (рис. 1), популяции которой в среднем составляли 57,4 млн производителей в 2015–2020 гг., включая некоторые годы самых высоких возвратов. Число производителей чавычи р. Юкон также возросло (но было изменчивым) по сравнению с предыдущими годами. Напротив, за несколько последних лет, численность лососевых популяций в других районах либо сократилась, либо начала снижаться. Особую озабоченность вызывает сокращение численности популяции нерки р. Фрейзер, подходы которой в 2016 г. впервые составили ниже миллиона особей, а в 2019 и 2020 гг. её возвраты еще снизились (рис. 1).

Многие популяции кеты демонстрировали уникальную «скачкообразную» тенденцию, с высоким возвратом взрослых особей, по крайней мере, в период 2016–2018 гг. (рис. 3). Возможно, это связано с потреблением кетой желтелого

планктона (Urawa et al., 2018), который несколько лет был в изобилии (Morgan et al., 2019; Boldt et al., 2020).

В отличие от кеты, популяции кижуча имели исключительно высокую численность в 2014 г., которая быстро сократилась в 2015–2020 гг.

Возврат производителей горбуши в нечётные и чётные годы на Аляске показал различные тенденции в зависимости от района. Возврат горбуши чётного нерестового года в р. Юкон сократился после чрезвычайно высокого возврата в 2016 г., в то время как число производителей нечётного года в р. Юкон было неизменно низким. Уловы горбуши в зал. Принца Уильяма показали обратную закономерность: возврат нечётного года (2015 г.) был исключительно высоким и, впоследствии, снижался, в то время как уловы в чётные годы оставались стабильно низкими. Напротив, вылов горбуши Юго-Восточной Аляски за

тот же период сократился как в нечётные, так и в чётные годы.

С 2014 г. большинство популяций чавычи имели, по крайней мере, один год с крайне низким возвратом, хотя данный показатель изменялся в зависимости от района. Двумя исключениями были: высокий возврат чавычи в р. Юкон (отмеченный выше) и заметная тенденция снижения запасов весенней чавычи р. Колумбия. Возвраты стальноголового лосося, также были разнонаправленными, при этом некоторые популяции оставались на высоком уровне, но с заметной изменчивостью (р. Насс, Канада), другие демонстрировали быстрое снижение (р. Фрейзер-Томпсон/Чилкотин, р. Колумбия). Две небольшие популяции в Калифорнии значительно увеличили численность запасов с 2016–2017 гг., что можно связать с потеплением в сочетании с улучшением условий выживаемости в океане.

Собранные данные свидетельствуют о том, что многие популяции лосося от Аляски до Калифорнии имели как исключительно высокий, так и низкий коэффициент возврата в период потепления морских вод в северо-восточной части Тихого океана, начиная с 2014 г. Закономерности изменялись в зависимости от вида рыбы и района, хотя наблюдались общие для вида тенденции, как для кеты («волнообразная» тенденция), так и для кижуча (снижение после высокой численности в 2014 г.).

Эти экстремальные колебания динамики запасов североамериканских тихоокеанских лососей, в сочетании с соответствующей реакцией других морских видов, указывают на вероятную роль, которую беспрецедентные океанические условия, по всей видимости, сыграли в формировании возвратов лососей. Кроме того, поскольку океанические условия, как правило, оказывают наиболь-

шее влияние на лососей в течение первого года жизни в морских водах, мы ожидаем, что потепление 2019 и 2020 гг. будет также влиять на возвраты производителей лососей в течение нескольких последующих лет. В целом вызывают беспокойство тенденции сокращения популяций лососей, но они согласуются с прогнозами их выживаемости в будущем (Crozier et al., 2019, 2021).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Bates S.S., Hubbard K.A., Lundholm N., Montresor M., Leaw C.P. Pseudo-nitzschia, Nitzschia, and domoic acid: new research since 2011 // *Harmful Algae*. 2018. 79. P. 3–43. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.06.001>.

Boldt J.L., Javorski A., Chandler P.C. (Eds.). State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2019 // *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2020. N 3377: x + 288 p. Available online at <https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/publications/soto-rceo/2019/index-eng.html>.

Bond N.A., Cronin M.F., Freeland H., Mantua N. Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific // *Geophys. Res. Lett.* 2015. V. 42. P. 3414–3420. <https://doi.org/10.1002/2015GL063306>.

Crozier L.G., McClure M.M., Beechie T.J., et al. Climate vulnerability assessment for Pacific salmon and steelhead in the California Current Large Marine Ecosystem // *PLoS ONE*. 2019. V. 14 (7). e0217711. P. 1–49. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217711>.

Crozier L.G., Burke B.J., Chasco B., Widener D.L., Zabel R.W. Climate change threatens Chinook salmon throughout their life cycle // *Communications Biology*. 2021. V. 4:222. P. 1–14. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-01734-w>.

Harvey C., Garfield N.T., Williams G., Tolimieri N. California Current Integrated Ecosystem Assessment, California Current Ecosystem Status Report, 2021. A report of the NOAA CCIEA Team to the Pacific Fishery Management Council, March 10, 2021. Available online at <https://>

www.pcouncil.org/annual-california-current-ecosystem-status-report/.

*Hobday A.J., Alexander L.V., Perkins S.E., et al.* A hierarchical approach to defining marine heat waves // *Progress in Oceanography*. 2016. V. 141. P. 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.poccean.2015.12.014>.

*Irvine J.R., Chapman K., Park J.* Report of the proceedings for the IYS Workshop: International Year of the Salmon Workshop on Salmon Status and Trends. North Pacific Anadromous Fish Commission Technical Report. 2019. V. 13. 91 p.

*Miller R.R., Santora J.A., Auth T.D., et al.* Distribution of pelagic Thaliaceans, *Thetys vagina* and *Pyrosoma atlanticum*, during a period of mass occurrence within the California Current // *CalCOFI Report*. 2019. V. 60. P. 94–108.

*Morgan C.A., Beckman B.R., Weitkamp L.A., Fresh K.L.* Recent Ecosystem Disturbance in the Northern California Current // *Fisheries*. 2019. V. 44(10). P. 465–474. DOI: 10.1002/fsh.10273.

*Piatt J.F., Parrish J.K., Renner H.M., et al.* Extreme mortality and reproductive failure of common murrelets resulting from the northeast Pacific marine heatwave of 2014–2016 // *PLoS*

*ON*. 2020. V. 15(1). e0226087. P. 1–32. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226087>.

*Savage K.* Alaska and British Columbia large whale unusual mortality event summary report. Produced by Protected Resources Division, NOAA Fisheries, Juneau, AK office, 2017. V. 42 p. Available online at <https://repository.library.noaa.gov>.

*Thomson A.R., Schroeder K.D., Bograd S.J., et al.* State of the California Current 2018–19: A novel anchovy regime and a new marine heat wave? // *CalCOFI Report*. 2019. V. 60. P. 1–65.

*Urawa H., Beacham T.D., Fukuwaka M., Kaeriyama M.* Ocean ecology of chum salmon // In *The ocean ecology of Pacific salmon and trout*. R.J. Beamish (editor). American Fisheries Society, Bethesda, MD, 2018. P. 161–317. <https://doi.org/10.47886/9781934874455.ch3>.

*Zador S., Yasumiishi E., Whitehouse G.A.* Ecosystem Status Report 2019: Gulf of Alaska. Report to North Pacific Fishery Management Council, 605 W 4<sup>th</sup> Ave, Suite 306, Anchorage, AK 99501, 2019. 233 p.

DYNAMICS OF ABUNDANCE

**RECENT OCEAN CONDITIONS AND TRENDS OF  
PACIFIC SALMON FROM ALASKA TO CALIFORNIA**

© 2021 y. Laurie Weitkamp

*U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration, National Marine  
Fisheries Service, Northwest Fisheries Science Center,  
2032 SE Marine Science Drive, Newport, Oregon, 97365, U.S.A.*

Based on data on climate variability, it was found that, starting in 2014, during the warming period off the Pacific coast of the United States, the emergence of both productive generations and lean generations of salmon was noted. It was found that in the main fishing areas in the period after 2014 there was a downward trend in abundance, despite the fact that in some years the commercial catches were at a high level.

*Key words:* Pacific salmon, commercial catches, abundance.