

## ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ, ПРОГНОЗ, УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НЕРКИ (*ONCORHYNCHUS NERKA*) И КЕТЫ (*ONCORHYNCHUS KETA*) В КАМЧАТСКОМ КРАЕ

© 2021 г. О.В. Зикунова, В.А. Дубынин, Л.О. Заварина,  
С.В. Шубкин, А.В. Бугаев

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),  
г. Петропавловск-Камчатский, 683600  
E-mail: zikunova@kamniro.ru

Поступила в редакцию 23.08.2021 г.

В работе представлен анализ динамики запасов двух массовых долгоцикловых видов тихоокеанских лососей Камчатки — кеты и нерки. Отмечено, что, начиная с середины 1990-х гг., численность основных единиц запасов этих видов достигла исторического максимума. Однако в 2020 г. наметились тенденции к сокращению численности некоторых региональных группировок стад кеты и нерки. Кроме того, производители доминирующих возрастных когорт характеризовались очень низкими линейно-массовыми показателями. Обращают на себя внимание отрицательные тренды в изменениях средней массы в поколениях обоих видов на протяжении достаточного длительного периода времени. Сделано предположение, что в ближайшей перспективе запасы кеты и нерки могут перейти на более низкий уровень численности. Представлены основные методы, используемые при прогнозировании численности возвратов тихоокеанских лососей с продолжительным периодом жизни и оправдываемость получаемых оценок. Описаны элементы системы управления лососевым промыслом в Камчатском крае.

**Ключевые слова:** Камчатка, нерка *Oncorhynchus nerka*, кета *Oncorhynchus keta*, динамика численности, подход, возврат, линейно-массовые показатели, прогнозирование, промысел.

### ВВЕДЕНИЕ

За продолжительную историю исследований тихоокеанских лососей в динамике их численности прослеживались заметные подъёмы и падения, связанные как с условиями роста рыб, так и с уровнем эксплуатации популяций промыслом. Поэтому требуется постоянный мониторинг наиболее промыслово-значимых единиц запасов. В пределах Камчатского края из долгоцикловых видов лососей наибольшее значение имеют следующие единицы промыслового запаса: на западном побережье — кета (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская

подзоны), нерка р. Озерная (Камчатско-Курильская подзона); на восточном побережье — нерка и кета р. Камчатка (Петропавловско-Командорская подзона) и кета Карагинской подзоны.

Таким образом, можно выделить, 5 наиболее значимых центров воспроизводства указанных видов, определяющих общие тенденции динамики численности камчатских лососей с продолжительным периодом жизни.

Цель работы — анализ современной динамики запасов нерки и кеты с позиции актуализации методов прогнозирования и регулирования промысла этих видов в Камчатском крае.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования биологических показателей и возрастной структуры производителей нерки и кеты послужили оригинальные данные, собранные во время научных экспедиций на основные водоёмы Камчатского края в период нерестового хода лососей и обработанные сотрудниками КамчатНИРО в предшествующий 20-й период (2001–2020 гг.). Все собранные материалы обработаны по общепринятым методикам (Правдин, 1966). При подготовке демонстрационных материалов использовано программное приложение MS Excel.

Численность подхода нерестовых стад определяли, как сумму количества выловленных и пропущенных на нерест рыб в период 1941–2020 гг.

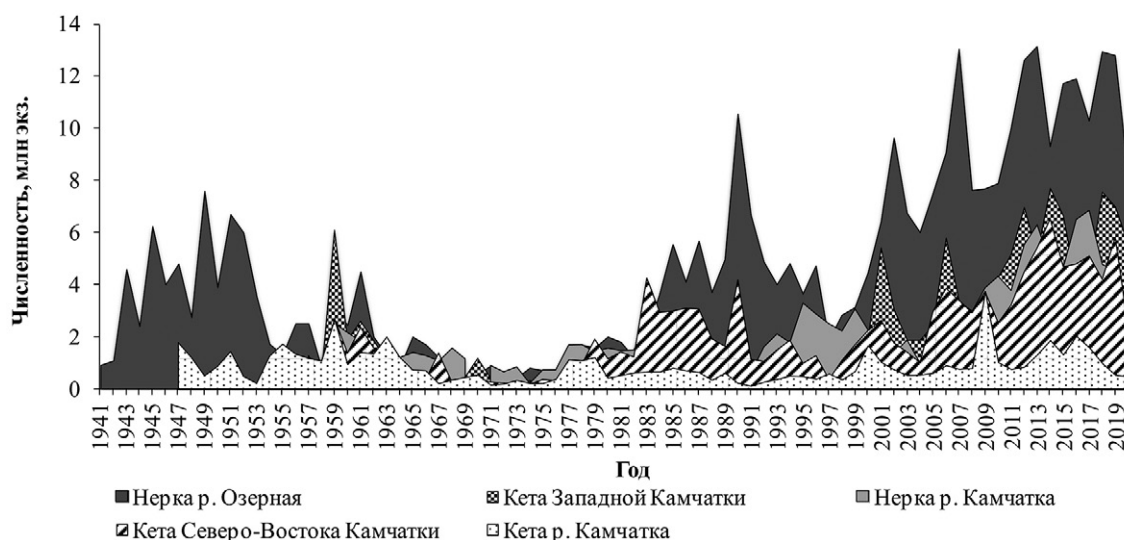
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Общая динамика численности*

Минимальные объёмы вылова и численности нерестовых подходов кеты и нерки обоих побережий Камчатки отмечены в 1960–1970-е гг. (рис. 1). Это

было обусловлено, как естественными климатическими факторами, так и чрезмерной нагрузкой японского дрейфтерного промысла в открытых водах Берингова моря и северо-западной части Тихого океана. Нерестовые подходы в эти годы, даже в условиях полного прекращения берегового вылова, не обеспечивали пропуск производителей достаточный для расширенного воспроизводства. В связи с введением в 1978 г. исключительных экономических зон, ограничивающих любую промысловую деятельность в пределах 200-миль от береговых линий всех государств, имеющих морские границы, значительно сократился пресс дрейфтерного промысла как на азиатские стада лососей, так и, в частности, на камчатские стада (Бугаев, 2015; Справочные материалы по дрейфтерному лову тихоокеанских лососей, 2010). После этого численность кеты и нерки Камчатки стала постепенно возрастать. Однако в целом принятые меры оказались недостаточными для восстановления запасов лососей.

Тем не менее, динамика численности тихоокеанских лососей, как Дальнего Востока России, так и всей Северной



**Рис. 1.** Динамика численности нерестовых подходов основных единиц запасов кеты и нерки Камчатского края в 1941–2020 гг., млн экз.

Пацифики, зависела не только от антропогенного воздействия, но и комплекса масштабных климатических изменений, которые были отмечены в конце XX и начале XXI вв. (Кляшторин, Любушин, 2005; Impacts of climate..., 2008; Бугаев и др., 2018). Значительную роль в этом сыграла глобальная температурная аномалия Земли, которая привела к экосистемным перестройкам в бассейне Северной Пацифики.

С середины 1990-х гг. производителей камчатских лососей добывали (вылавливали) преимущественно береговым промыслом. Численность их локальных стад перешла на новый более высокий уровень, являющийся исторически максимальным. Пик подходов двух видов был отмечен в 2010-х гг.: для нерки р. Озерная — в 2013 г. (13,182 млн для нерки р. Камчатка — в 2017 г. (6,857 млн для кеты рек Западной и Северо-Восточной Камчатки — в 2014 г. (7,691 и 6,521 млн). Исключением является только кета р. Камчатка, наибольший подход которой был зафиксирован в 2009 г. (3,730 млн).

Очень высокая численность камчатских стад кеты и нерки сохранялась вплоть до 2020 г. (рис. 1). В 2020 г. численность подходов кеты восточного побережья Камчатки и нерки рек Камчатка и Озерная оказались значительно ниже среднего уровня предыдущего десятилетия — 2010–2019 гг. (таблица).

Не исключено, что в ближайшей перспективе популяции кеты и нерки перейдут на более низкий уровень численности. Возможно, это будет связано с глобальной цикличностью динамики запасов тихоокеанских лососей, зависящей от климатической изменчивости. Однако проверить эту теорию будет можно только через несколько лет.

Актуализируя представляемую информацию, обратим внимание, что в 2020 г. отмечено значимое отклонение и в соотношении ожидаемой и фактической численности нерестовых подходов кеты восточного побережья Камчатки и нерки рек Камчатка и Озерная.

#### Анализ численности поколений

Подходы кеты в реки северо-восточного побережья Камчатки (Карагинская подзона) в 2020 г. были представлены рыбами поколений 2014–2017 гг. В данном случае это производители в возрасте 2+–5+ с доминированием особей 3+ и 4+. Согласно прогнозным ожиданиям, численность рыб в возрасте 3+ (поколение 2016 г.) должна была составить 1,89 млн экз.; в возрасте 4+ (поколение 2015 г.) — 2,99 млн экз.; в возрасте 5+ (поколение 2014 г.) — 0,47 млн экз. Однако в подходах 2020 г. фактическая численность рыб в возрасте 3+, 4+ и 5+ составила 0,93, 0,89 и 0,06 млн экз., соответственно, что на 51 % (3+), 70 % (4+) и 88 % (5+) ниже прогнозных оценок

**Таблица.** Численность нерестовых подходов основных единиц промысловых запасов нерки и кеты Камчатского края в 2010–2019 гг. и в 2020 г., млн экз.

Период, год	Кета			Нерка	
	северо-восточное побережье	р. Камчатка	западное побережье	р. Камчатка	р. Озерная
2010–2019	4,675	1,219	5,877	5,205	11,289
2020	2,259	0,457	5,506	3,293	8,178
Δ, %	52	63	6	37	28

(рис. 2). При этом, существенного несоответствия, относительно прогнозных ожиданий, в соотношении возрастных групп в нерестовом подходе не отмечено. Если неточности в прогнозировании численности младших групп вполне ясны, так как они не подтверждены ни одной значимой в возврате группой, то значительные отклонения в старших группах (4+ и 5+) противоречивы.

В подходе кеты *р. Камчатка* в 2020 г. ожидалось, что соотношение ведущих возрастных классов составит: рыбы возраста 3+ (поколения 2016 г.) — 48,7%; 4+ (поколения 2015 г.) — 46,4%; 5+ (поколения 2014 г.) — 4,0%. Фактическое соотношение групп было следующим: 3+ — 80,8%; 4+ — 16,7%; 5+ — 1,6%. Наблюдается существенный сдвиг в сторону увеличения доли возрастной группы 3+. Кроме того, по аналогии с северо-восточной кетой, отклонения в соотношении прогнозируемой и фактической численности возрастных групп, увеличивались от рыб младшего возраста к старшему — 3+ на 51%, 4+ на 67% и 5+ на 82% (рис. 2).

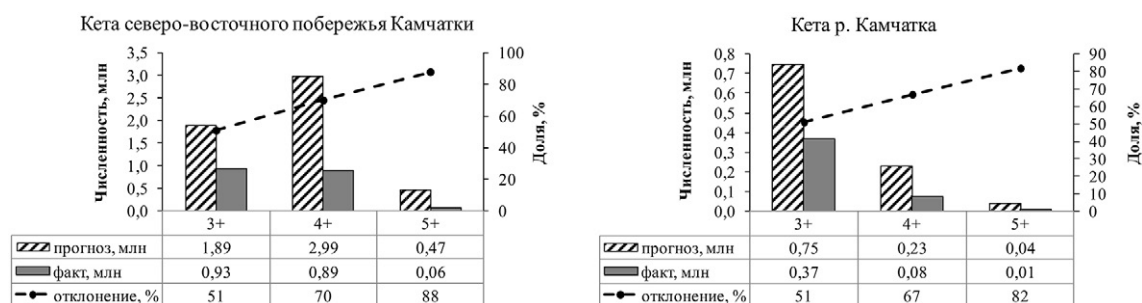
При этом рыбы старшей группы 5+ (поколение 2014 г.) составляют невысокую долю в подходах (3–5%) и, соответственно, не могли вызвать существенных потерь в общей численности подходов. Значительное отклонение фактической численности кеты восточного побережья, относительно ожидаемых

оценок, обусловлено заметно меньшими подходами кеты возрастных групп 4+ (поколение 2015 г.) — в 3 раза и 3+ (поколение 2016 г.) — в 2 раза.

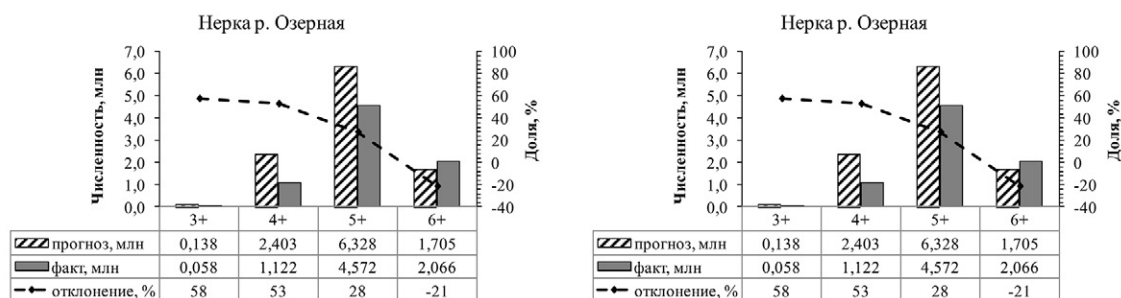
По многолетним наблюдениям (Селифонов, 1975, 1988; Бугаев, 1995; Бугаев, Дубынин, 2002; 2005) у нерки *р. Озерная* отмечено 14 возрастных групп. Основу возвратов составляют рыбы в возрасте 2.2 (4+), 2.3 (5+) и 3.3 (6+) (первая цифра обозначает продолжительность пресноводного, вторая — морского периодов жизни). В последних трех поколениях нерка возрастной группы 3.3 превосходила по численности нерку возрастной группы 2.2. Суммарно нерка этих трех возрастных групп в 20-летний период в среднем составляла 88,7% от численности возврата (поколения).

Можно констатировать, что в абсолютных цифрах нерки *р. Озерная* в 2020 г. подошло в 1,3 раза меньше, чем ожидали. Было значительно меньше (более чем вдвое) рыб младшего возраста — 3+ (поколение 2016 г.) и 4+ (поколение 2015 г.), в 1,4 раза меньше нерки основного возраста 5+ (поколение 2014 г.), но заметно больше (в 3,5 раза) нерки самого старшего возраста — 7+ лет (поколение 2012 г.). Нерки возраста 6+ лет оказалось в 1,2 раза больше (поколение 2013 г.) (рис. 3).

Возвраты нерки *р. Камчатка* обычно базируются на 2-х возрастных группировках — 1,3 (4+) и 2,3 (5+), реже на



**Рис. 2.** Соотношение прогнозируемой и фактической численности кеты северо-восточного побережья Камчатки и *р. Камчатка* в нерестовых подходах в 2020 г.



**Рис. 3.** Соотношение прогнозируемой и фактической численности нерки рек Озерная и Камчатка в нерестовых подходах в 2020 г.

3-х — 3+, 4+ и 5+ лет. В подходе 2020 г. отмечено значительное снижение численности одной из ведущих группы 5+ (поколение 2014 г.) практически в 2 раза, старшей группы 6+ (поколение 2013 г.) — в 2,6 раза. Меньше было и рыб младшего возраста — 3+ (поколение 2016 г.) и 4+ (поколение 2015 г.) — в 1,2 раза (рис. 3).

Таким образом, расчеты показали значительное снижение в 2020 г. в нерестовых подходах численности нерки р. Озерная поколения 2015 г. вернувшихся в возрасте 4+ (2,2) и восточнокамчатской кеты поколений 2015 г. — возраста 4+ (0,4), нерки р. Камчатка — поколения 2014 г. в возрасте 5+ (2,3). Можно говорить о возможной повышенной элиминации их в море, что могло привести к заметному снижению численности их подходов в 2020 г. В дальнейшем, это может повлечь снижение общей численности данных поколений (2014 и 2015 гг.).

#### *Анализ изменчивости размерно-массовых показателей*

Необходимо отметить отрицательные тренды в изменениях средней массы тела в поколениях нерки и кеты на протяжении достаточного длительного периода времени. Данные преобразования отмечены как у самок, так и у самцов, основных возрастных групп обоих видов. Сходная динамика наблюдается и при анализе длины тела, в поколении

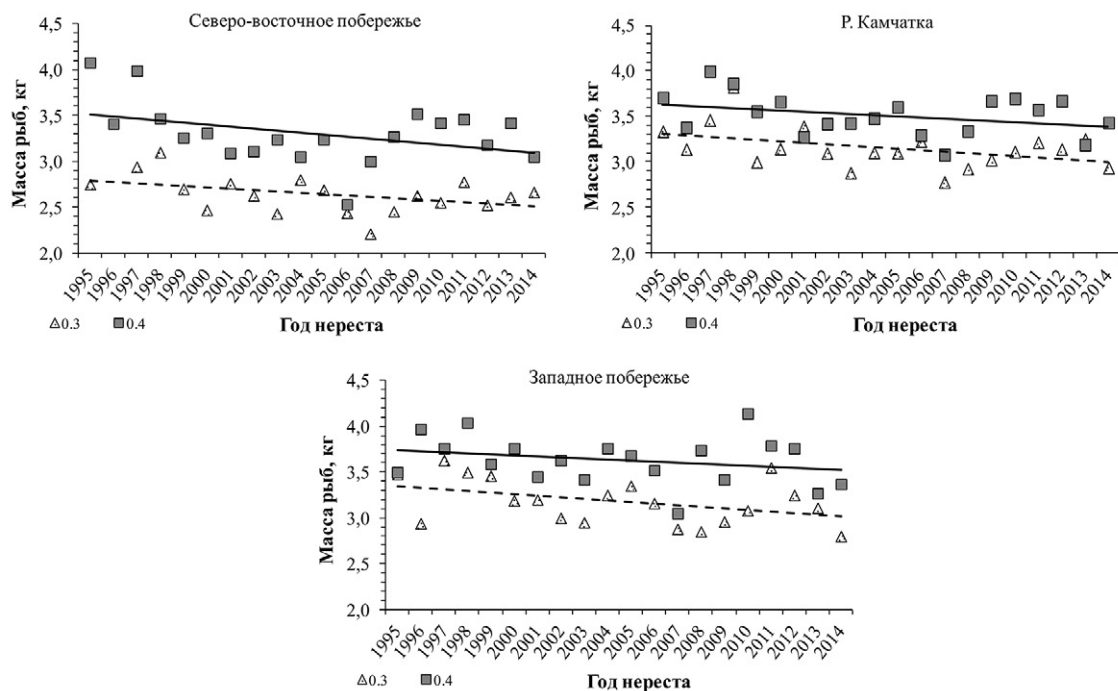
ях нерки и кеты. Но, учитывая высокую взаимосвязь этих показателей, в настоящей работе рассматривается только средняя масса тела (навеска).

По результатам анализа показателей массы тела кеты основных единиц промысловых запасов в возрасте 3+ (0,3) и 4+ (0,4) по поколениям 1995–2014 гг. выявлено, что, как у самцов, так и у самок, наблюдается общий тренд на их снижение (рис. 4).

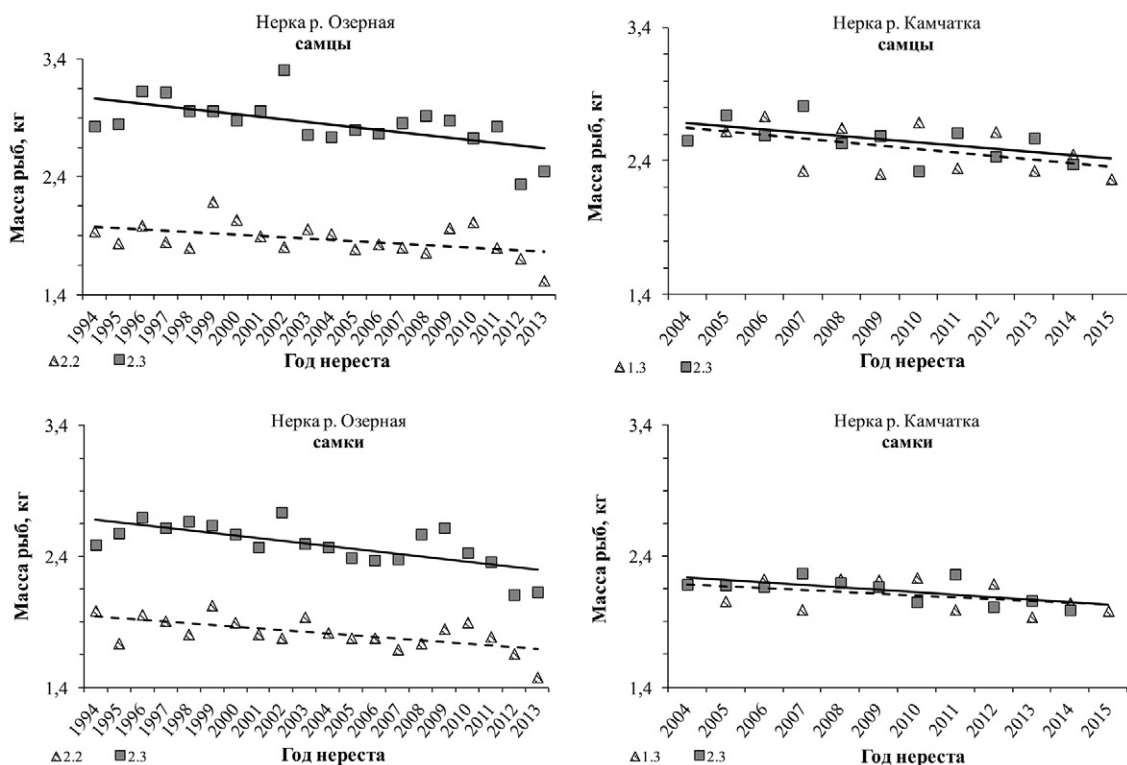
У нерки рек Озерная и Камчатка в динамике средней массы производителей, также характерно наличие четкого тренда на снижение этого показателя для поколений 1994–2014 гг. (рис. 5).

Для каждой единицы запасов, как кеты, так и нерки, характерна определенная межгодовая цикличность, то есть наличие скрытых внутренних трендов, которые могут быть обусловлены меняющимися условиями нагула. В значительной степени это может быть определено воздействием среды во время морского/океанического нагула, когда происходит половое созревание лососей. Ранее, аналогичные наблюдения были получены при изучении многолетней динамики линейно-массовых показателей некоторых стад камчатской нерки (Бугаев, 2011; Бугаев и др., 2015).

Подчеркнем, что в поколениях кеты и нерки, формирующих возврат 2020 г., отмечены наиболее низкие навески во временном ряду имеющих наблюдения



**Рис. 4.** Динамика массы тела ведущих возрастных когорт кеты по основным единицам промысловых запасов Камчатского края (поколения 1995–2014 гг.), кг.



**Рис. 5.** Динамика массы тела ведущих возрастных когорт нерки (раздельно по полу) по основным единицам промысловых запасов Камчатского края (поколения 1994–2015 гг.), кг.

ний. Следует уточнить, что подобная тенденция была отмечена ранее не только для камчатских стад, но и для всех

региональных комплексов стад тихоокеанских лососей Северной Пацифики (Бугаев, 2017). Наиболее вероятно, что

это вызвано воздействием климатической изменчивости и плотностным фактором.

#### Методы прогнозирования динамики численности запасов

Информационной базой прогнозов основных промысловых стад нерки и кеты служат многолетние ряды промысловой статистики, оценки численности нерестовых запасов и данные основных биологических показателей (соотношение полов, возраст, размерно-массовые критерии, плодовитость).

Прогноз численности старших возрастных групп лососей с продолжительным периодом жизни основан на линейной связи с суммарной численностью вернувшихся в предыдущие годы рыб данной возрастной группы (остаточный принцип или метод сиблингов) (Peterman, 1982). При этом, чем старше возрастная когорта, тем связь сильнее, и прогноз ее численности более обоснован. Для младших возрастных групп, когда метод сиблингов становится недо-

стоверным, прогноз их численности основывается на модели «запас — пополнение» (Ricker, 1954; Beverton, Holt, 1957; Shepherd, 1982, Дубынин и др., 2007), а также на моделировании показателя выживаемости (R/S) от родительского запаса и зависимости пополнения запаса от смолтов. Прогноз долей возрастных групп в возвратах определяется как среднее за какой-либо период времени.

Результаты анализа динамики соответствия прогнозируемой и фактической численности подходов нерки и кеты основных промысловых единиц запасов Камчатки свидетельствуют об отсутствии в последние годы существенных «провалов» прогнозов (рис. 6 и 7). В отдельные годы значительный шум в расчеты численности поколений лососей может вносить недостаточно адекватно оцененная численность нерестового запаса производителей (родителей), обеспечивающих возвраты конкретного года. Соответственно применяемые методики в отношении прогнозирования долгоциклового вида ти-

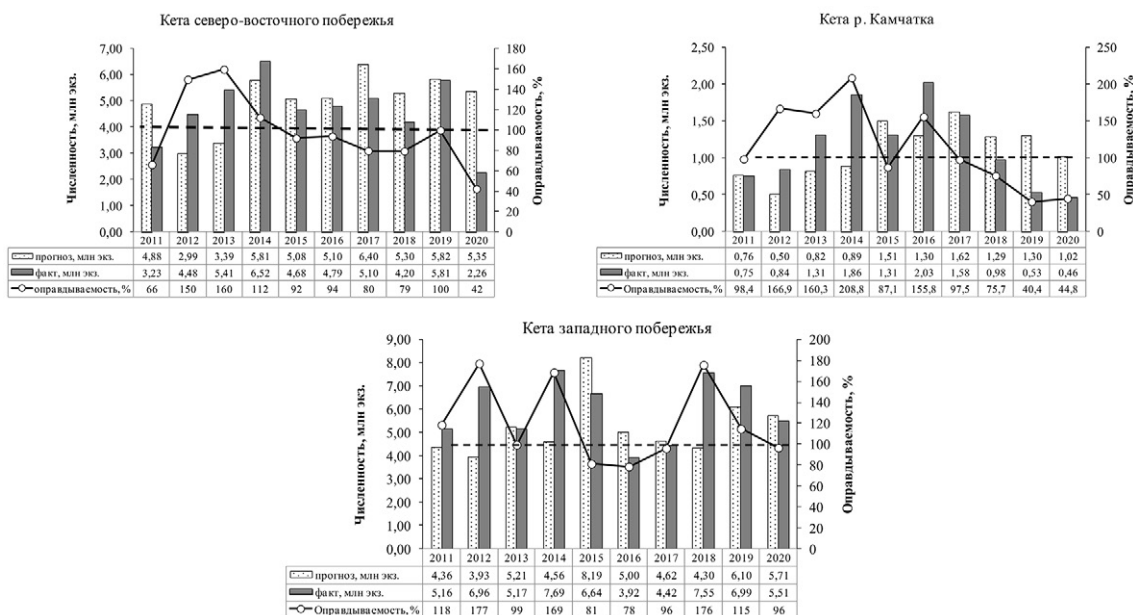
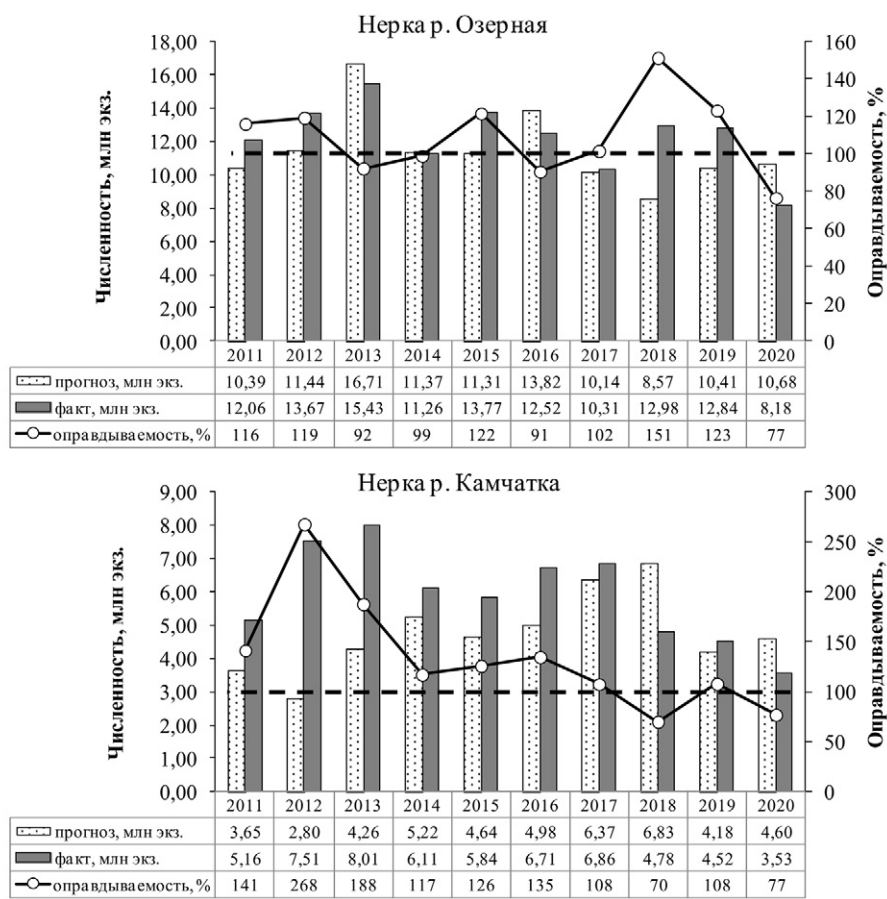


Рис. 6. Прогнозируемая и фактическая численность подходов кеты по основным единицам промысловых запасов Камчатского края в 2011–2020 гг.



**Рис. 7.** Прогнозируемая и фактическая численность подходов нерки по основным единицам промысловых запасов Камчатского края в 2011–2020 гг.

хоокеанских лососей Камчатки можно считать приемлемыми.

#### *Регулирование промысла*

Исследования тихоокеанских лососей направлены на сохранение и поддержание высокой численности их популяций за счет рационального использования запасов. Для поддержания численности стад тихоокеанских лососей на высоком уровне, прежде всего, следует обеспечить необходимый уровень заполнения нерестилищ производителями.

Одним из основных требований рационального использования рыбных запасов является наличие ориентиров управления, обоснованных с помощью моделирования принципов устойчивого рыболовства при определенном уровне запаса. В частности, для тихоокеанских

лососей таковыми являются модели зависимости пополнения от численности родительского стада (Дубынин, 2012; Фельдман и др., 2019). Этот метод позволяет выделить наиболее продуктивные тренды (страты) взаимосвязи «родители — потомство» для отдельных временных периодов в зависимости от актуального уровня запасов.

Предосторожный подход управления рыбными запасами предполагает наличие не только целевых, но и граничных ориентиров (Бабаян, 2000). Используемые в «КамчатНИРО» нелинейные правила регулирования промысла (ПРП) определены предосторожными оценками граничных ориентиров (буферными ориентирами) по нерестовому запасу и эксплуатации. Целевые ориентиры использованы для сверки со сред-



ними имитационными значениями промыслового запаса и эксплуатации.

В прибрежной зоне Камчатки тихоокеанских лососей добывают на морских рыболовных участках (РЛУ) ставными неводами, а в бассейнах внутренних водоёмов на речных РЛУ с помощью закидных неводов или плавными жаберными сетями. При этом практически 80–90% вылова тихоокеанских лососей осуществляют на морских РЛУ.

В настоящее время рыбопромышленные предприятия имеют хорошо развитую базу по переработке рыбы, что позволяет им выловить и переработать практически всех производителей лососей в подходах. Следует отметить, что промысловое изъятие нерки, кеты, кижуча и чавычи в дни, когда ведут промысел на морских и речных РЛУ, в среднем, заметно превышает 90%, и проход достаточного количества производителей на нерестилища в этих условиях просто невозможен.

При этом рациональное использование запасов тихоокеанских лососей должно предусматривать достаточное заполнение нерестилищ, которое достигается путем установочного регламентирования промысла и его оперативным регулированием в течение путины. Результативным способом, обеспечивающим требуемое количество производителей, служит регулярное введение проходных дней. Оперативное регулирование промысла реализовывает Комиссия по регулированию добычи (вылова) андромных видов рыб в Камчатском крае. На основе поступающей актуальной информации о динамике и мощности подходов тихоокеанских лососей к побережьям, формируется система оперативных изменений периодики проходных дней, корректировок объёмов прогнозируемого вылова, а также закрытия промысла в случае необходимости.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрены закономерности современной динамики запасов двух массовых долгоцикловых видов тихоокеанских лососей Камчатки — кеты и нерки. Начиная с середины 1990-х гг., численность основных единиц запасов этих видов возрастала. В период 2010-х гг. запасы камчатской нерки и кеты достигли исторического максимума. Однако к 2020 г. наметились тенденции к сокращению численности некоторых региональных группировок стад кеты и нерки.

Кроме того, для этого периода характерно снижение размерно-массовых характеристик нерки и кеты доминирующих возрастных когорт. Обращают на себя внимание отрицательные тренды в изменениях средней массы в поколениях обоих видов на протяжении достаточного длительного периода времени. Полагаем, что в ближайшей перспективе запасы кеты и нерки Камчатки могут перейти на более низкий уровень численности.

Представлены основные методы, используемые при прогнозировании численности возвратов тихоокеанских лососей с продолжительным периодом жизни и оправдываемость получаемых оценок. Описаны элементы системы управления лососевым промыслом в Камчатском крае.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению: монография. М.: ВНИРО, 2000. 192 с.

Бугаев А.В. Преднерестовые миграции тихоокеанских лососей в экономической зоне России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 416 с.

Бугаев А.В. Оценка влияния численности стад и глобальной температурной аномалии на среднюю массу тела тихоокеанских ло-

сосей в бассейне Северной Пацифики // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 3–33.

Бугаев А.В., Бугаев В.Ф., Погодаев Е.Г. Возрастная и размерно-массовая структура локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* некоторых нагульно-нерестовых озер Камчатского края // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 3–38.

Бугаев А.В., Тепнин О.Б., Радченко В.И. Климатическая изменчивость и продуктивность тихоокеанских лососей Дальнего Востока России // Иссл. водн. биол. ресурсов Камчатки и Сев.-Зап. Части Тихого океана. 2018. Вып. 49. С. 5–50.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос, 1995. 464 с.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка — 2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX — начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. 380 с.

Бугаев В.Ф., Дубынин В.А. Факторы, влияющие на биологические показатели и динамику численности нерки *Oncorhynchus nerka* рек Озерной и Камчатка // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 679–757.

Дубынин В.А. Мониторинг стада нерки р. Озерная (по материалам 2003–2004 гг.) // Материалы отчетной сессии КамчатНИРО по итогам научно-исследовательских работ в 2004 г. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2005. С. 75–82.

Дубынин В.А. Об оптимуме производителей нерки на нерестилищах бассейна р. Озерная в современный период // Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». Петропавловск-Камчатский, 26–27 сентября 2012 г. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. С. 302–308.

Дубынин В.А., Шевляков Е.А., Ильин О.И. К методике прогнозирования численности поколений нерки *Oncorhynchus nerka* стада р. Озерной // Изв. ТИНРО. 2007. Т. 149. С. 219–225.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. М.: ВНИРО, 2005. 235 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 374 с.

Селифонов М.М. Промысел и воспроизводство красной бассейна р. Озерной // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО, 1975. 23 с.

Селифонов М.М. Некоторые черты биологии и колебания численности нерки бассейна реки Озерной (Камчатка) // Проблемы фертилизации лососевых озер Камчатки. Владивосток: ТИНРО, 1988. С. 114–129.

Справочные материалы по дрейтерному лову тихоокеанских лососей / Под ред. О.Ф. Гриценко. М.: Изд-во ВНИРО, 2010. 196 с.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Науч. рец. ж. Камчат. филиала НИИ рыб. хоз-ва и океанографии («КамчатНИРО»). 2019. Вып. 52. С. 50–78.

Beverton R.J.H., Holt S.J. Dynamics of exploited fish population // Fish. Invest. 1957. Ser. II. № 19. 533 p.

Impacts of climate and climate change on the key species in the fisheries in the North Pacific / Ed. R.J. Beamish. 2008. PICES, Sci. Rep. V. 35. 218 p.

Peterman R.M. Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival // Can. J. of Fish. and Aquat. Sci. 1982. No. 39. P. 1444–1452.

Ricker W.E. Stock and recruitment // J. Fish. Res. Bd. of Canada. 1954. V. 11(5). P. 559–623.

Shepherd J.G. A family of general production curves for exploited populations // Math. Biosci. 1982. V. 59. P. 77–93.

DYNAMICS OF ABUNDANCE

**TRENDS IN ABUNDANCE, PREDICTION, FISHERY  
MANAGEMENT SOCKEYE SALMON (*ONCORHYNCHUS  
NERKA*) AND CHUM SALMON (*ONCORHYNCHUS  
KETA*) IN KAMCHATKA TERRITORY**

© 2021 г. O.V. Zikunova, V.A. Dubynin, L.A. Zavarina, S.V. Shubkin, A.V. Bugaev

*Kamchatka branch Russian Federal Research Institute  
of the Fisheries and Oceanography,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683600*

The paper presents an analysis of the dynamics of stocks of two mass long-cycle species of Pacific salmon of Kamchatka — chum salmon and sockeye salmon. It is noted that, since the mid-1990s, the number of the main units of stocks of these species has reached a historical maximum. However, by 2020, there are trends to reduce some regional groups of chum salmon and sockeye salmon stocks. In addition, in 2020 adult fish of the dominant age cohorts were characterized by very low size-mass indicators. Attention is drawn to the negative trends in changes in the average weight in the generations of sockeye salmon and chum salmon over a sufficiently long period of time. It is assumed that in the near future, the stocks of chum salmon and sockeye salmon may move to a lower level of abundance. Presents the main methods used in predicting the number of returns of Pacific salmon with a long life period and the validity of the estimates obtained. The elements of the salmon fishery management system in the Kamchatka are described.

*Keywords:* Kamchatka, sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*, chum salmon *Oncorhynchus keta*, trends in abundance, spawning run, age, length-weight composition, prediction, fishery management.