

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САХАЛИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 597

№ гос. регистрации АЛЛА-А17-117042810049-7

Инв.№

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по НИР
ФГБОУ ВО «Сахалинский
государственный университет»

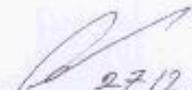


В. В. Моисеев

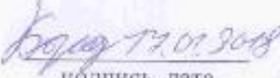
«19» декабря 2018г.

ОТЧЁТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
Популяционная структура и динамика численности горбуши в основных
районах ее воспроизводства в Сахалино-Курильском регионе
(промежуточный, этап 1)

Руководитель темы:
заведующий лабораторией
гидробиологии,
с.н.с. д-р биол. наук


27.12.2017 А. М. Каев
подпись, дата

Нормоконтролёр
канд.пед.наук.


17.01.2018 Д. А. Бородулин
подпись, дата

Южно-Сахалинск, 2018

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,
заведующий лабораторией гидробиологии,
с.н.с. д-р биол. наук



Каев А.М.

27. 12. 2017

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие обозначения и сокращения:

НРАФС – North Pacific Anadromous Fish Commission
(Северотихоокеанская комиссия по анадромным рыбам).

ЛРЗ – лососевый рыборазводный завод.

ГМП – гидрометеорологический пост.

РЕФЕРАТ

Отчёт 48 стр., 7 рис., 66 источников, 1 приложение.

ГОРБУША, САХАЛИН, ИТУРУП, ДИНАМИКА УЛОВОВ, ИНДЕКС ВОСПРОИЗВОДСТВА, НЕРЕСТ, НАГУЛ МОЛОДИ, ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ, ПАВОДКОВЫЕ ОСАДКИ, ШТОРМОВЫЕ ВЕТРЫ.

Отчёт составлен по результатам НИР, выполняемой в рамках государственного задания базовой части № 6.9561.2017/БЧ.

Объект исследования – горбуша Сахалино-Курильского региона.

Цель работы – изучить воздействие на воспроизводство горбуши экстремальных проявлений наиболее вероятных критических для воспроизводства факторов среды.

В процессе работы собраны и систематизированы статистические данные по уловам горбуши (NPAFC) и состоянию погоды (Росгидромет).

Проанализировано соотношение между численностью возврата и производителей родительского поколения, учтённых в реках (индекс воспроизводства) в ряду поколений пяти наиболее крупных стад горбуши в Сахалино-Курильском регионе.

Проверена гипотеза, что появление малоурожайных поколений горбуши связано в основном с воздействием тайфунов как экстремальных факторов среды. Полученные для всех случаев низкие значения индекса воспроизводства поколений горбуши, попадавших под воздействие тайфунов в периоды эмбрионального развития в реках (нерестовые гнёзда) или нагула молоди в прибрежье моря (в ближайшие дни после миграции из рек), позволяют судить об их существенном значении для становления численности этого вида. В некоторые смежные группы лет увеличивается частота тайфунов, приходящихся на указанные периоды жизненного цикла горбуши, что вызывает череду низкоурожайных поколений. В то же время,

сила тайфунов и границы их воздействия постоянно меняются, что объясняет отсутствие синхронности в резких изменениях численности горбуши у всех стад в регионе.

Осуществлена практическая проверка результатов исследования на примере подходов горбуши к восточному побережью Сахалина и к о. Итуруп в 2017 г.

Результаты исследования уже используются для прогноза вероятной численности горбуши в Сахалино-Курильском регионе в 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	11
1. Материал и методы	11
2. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши	15
3. Проверка гипотезы при промысле горбуши в 2017 г.	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	40
ПРИЛОЖЕНИЕ А	48

ВВЕДЕНИЕ

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* является наиболее многочисленным объектом лососевого промысла, что определяет её значение для экономики дальневосточных районов России. Сахалино-Курильский регион обеспечивает в среднем более половины общего вылова горбуши в дальневосточных водах России. В то же время этому виду с двухлетней продолжительностью жизни, самой короткой среди тихоокеанских лососей, свойственны наиболее выраженные межгодовые изменения численности, что крайне неблагоприятно отражается на экономике рыбохозяйственного комплекса в годы крупных ошибок прогнозов возможного вылова.

Прогнозирование вероятной численности подхода горбуши к берегам основано на концепции, в соответствии с которой лососи после нагула в морских водах возвращаются на нерест в родные реки [1]. Однако точность предсказаний изменения запасов, основанная на регрессионном анализе формализованной различными способами связи между уровнем запаса родителей и потомков, часто далека от желаемой [2, 3]. После ряда крупных прогнозных ошибок в первой половине 1980-х гг. было принято решение об интенсификации исследований лососей в рамках комплексной целевой программы «Лосось» [4]. В последующие годы получены и проанализированы огромные массивы данных, особенно по морскому периоду жизни горбуши [5, 6, 7], результаты которых в большинстве случаев реально способствовали уточнению оценок вероятной численности подходов рыб этого вида к районам своего воспроизводства [8]. Получила признание гипотеза критического размера и критического периода в становления численности горбуши, основанная на результатах изучения этого вида в морской период жизни [9]. Накопление информации спутникового зондирования поверхности планеты породило многочисленные исследования связи численности рыб, в т. ч. горбуши, с действием глобальных климатических факторов [10, 11, 12, 13, 14]. К этому следует добавить

совершенствование с появлением компьютеров математической обработки данных, что позволило, в частности, развить взгляды И. Б. Бирмана [15] на изменения численности лососей в связи с циклами солнечной активности [16].

Несмотря на очевидные достижения в познании биологии и динамики численности горбуши порой продолжают возникать крупные ошибки оценок её вероятных уловов. Зачастую понимание реальной ситуации становится очевидным, как правило, постфактум – только спустя некоторое время с получением и интерпретацией новых данных. Детальный анализ исходных данных, использованных для прогнозов, и сопоставление прогнозных и реальных подходов горбуши к восточному побережью Сахалина за 30-летний период показали, что крупных ошибок прогноза в ряде случаев можно было избежать при правильной трактовке имевшихся данных [8]. Однако оставались ошибки, причины которых не находили своего объяснения. Как показывает многолетняя практика, прогнозы, основанные на среднестатистических параметрах, способны удовлетворительно предсказывать только незначительные изменения численности горбуши, в то время как её резкие изменения остаются, как правило, неприятным сюрпризом для рыбохозяйственной отрасли.

Цель исследований: установить вероятные причины резких изменений численности горбуши и индикаторы для их тестирования; определить значение темпоральных форм горбуши в динамике стада этого вида тихоокеанских лососей.

Показанные выше проблемы в области организации рационального промысла данного вида лососей определяет *актуальность данного исследования.*

Для достижения цели исследований *в период с 1 февраля 2017 г. по 31 декабря 2019 г.* необходимо решить следующие задачи:

- изучить воздействие на воспроизводство горбуши экстремальных проявлений наиболее вероятных критических для воспроизводства факторов среды (1-й этап);
- выявить эндогенные индикаторы для оценки текущего состояния популяций горбуши (2-й и 3-й этапы).

Решение второй задачи в рамках двух этапов связано со сложностью проблемы. Рыбы лучше чувствуют среду своего обитания, чем исследователи со своими стандартными методами изучения [17]. Поэтому предполагается провести: (2а) ретроспективное изучение роста рыб как суммирующего показателя условий нагула и (2б) изучение популяционной структуры горбуши, в частности, ее темпоральных форм, динамика которых отражает, вероятно, изменения в среде обитания [18]. Теоретическая разработка этих проблем может быть основой для совершенствования системы управления запасами горбуши.

Перечень организаций, заинтересованных в результатах исследования по теме, включает сеть рыбохозяйственных институтов, занимающихся оценкой запасов тихоокеанских лососей (ВНИРО, ТИНРО-центр, СахНИРО, КамчатНИРО, МагаданНИРО).

Настоящий отчет отражает результаты исследований по первому этапу. Проблема появления крупных ошибок прогнозов, видимо, в том, что в пределах определённого диапазона широко меняющихся параметров среды популяции сохраняют относительную стабильность вследствие естественной устойчивости рыб к их варьированию, в то время как существенные изменения уровня элиминации детерминированы в большей мере случайными (редкими, необычными) воздействиями среды [19, 20]. Например, прохождение тайфунов сопровождается в реках зачастую аномально высокими паводками, которые могут привести к огромной гибели икры в нерестовых гнёздах вследствие размыва грунта и даже к смещению русла [21, 22, 23], а на морской акватории – сильными штормами, негативное воздействие которых особенно пагубно для рыб прибрежного комплекса [24].

Неоднократно после сильных штормов приходилось наблюдать массовые выбросы на берег калянид, являющихся излюбленным кормом молоди лососей при нагуле на прибрежном мелководье [25]. Среди морских обитателей, выброшенных на берег, молодь лососей встречается крайне редко. Однако при штормах, сопровождающихся выхолаживанием воды на прибрежном мелководье, отмечали прекращение питания у мелких недавно скатившихся из рек мальков и сбившуюся в плотные косяки молодь, слабо реагирующую на приближение наблюдателя (не исключено, что и хищников). В пробах, собранных после штормов, доля мелкой молоди низкая, возможно, вследствие её повышенной смертности, что и послужило основанием отнести недавних покатников к группе риска при возникновении экстремальных ситуаций во время нагула на прибрежном морском мелководье [26].

Таким образом, *задачей настоящего исследования* является оценить воздействие на численность горбуши наиболее вероятных критических для её воспроизводства факторов среды: осенних паводков в период нереста и после него и штормов во время нагула молоди в прибрежье моря.

В качестве *объекта исследования* выбрана наиболее многочисленная группировка горбуши восточного побережья Сахалина и южных Курильских о-вов, промысловые уловы которой в 2001–2016 гг. изменялись от 27 до 73 (в среднем 50,5) % суммарного вылова этого вида в дальневосточных водах России. Эта группировка представлена шестью локальными стадами, нерестящимися в реках северо-восточного и юго-восточного побережья Сахалина, побережья заливов Терпения и Анива, о-вов Итуруп и Кунашир; их географической изоляции способствует наличие выступающих мысов, на которых нет рек для нереста, или широких проливов [27].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Материал и методы

Данные по численности горбуши на разных этапах онтогенеза и величине её уловов в 2005–2015 гг. основаны на первичных материалах, результаты обработки которых представлены в виде статистических документов NPAFC¹. Анализ этих и ранее полученных данных для районов с наиболее продолжительной историей изучения и высокой плотностью мониторинговых наблюдений (юго-восточное побережье Сахалина, зал. Анива и о. Итуруп) позволили оценить численность покатной молоди и выживаемость в течение морского периода жизни для формирования численности рыб, возвращающихся к районам своего нереста. На основании величины корреляции между изменениями выживаемости рыб в разных районах и их размерного состава было сделано заключение о превалирующем значении прибрежного морского периода жизни в формировании численности рыб в нерестовых возвратах этих стад [28]. Однако использование данных по индексам ската и возврата в качестве отражающих выживаемость горбуши в течение соответственно пресноводного и морского периодов жизни для данного исследования вряд ли возможно по следующим причинам. Прежде всего, это связано с коротким периодом наблюдений, так как привлекаемые для анализа данные по состоянию погоды имеются только с 2005 г.² В основу обоих индексов выживаемости входит количество покатной молоди, которое рассчитывается по данным её учёта всего в 1–2 реках в каждом из районов воспроизводства. Если при многолетнем ряде наблюдений возникающие порой по этой причине крупные ошибки выглядят как случайные выбросы из совокупности значений изучаемого показателя, то при коротком ряде они могут привести к неверным заключениям. Ситуация усугубляется ещё тем, что с 2012 г.

¹ «Biostatistical information on salmon catches, escapement, outmigrants number, and enhancement production in Russia in 2005» (Doc. № 999), в последующие годы – №№ 1063, 1066, 1136, 1269, 1329, 1430, 1487, 1502, 1565, 1624.

² Расписание погоды. – 2017. – <http://rp5.ru>.

прекращён мониторинг ската молоди, проводившийся многие годы контрольно-наблюдательными станциями бассейнового управления «Сахалинрыбвод», в результате чего почти в 3 раза сократился объём исходных данных для расчёта численности молоди по районам воспроизводства, а для северо-восточного побережья Сахалина и о-ва Кунашир прервались соответствующие ряды наблюдений. Поэтому при анализе результативности воспроизводства используем кратность превышения численности рыб в возврате дочернего поколения (как итоговый показатель выживаемости разных поколений) относительно числа их родителей, учтённых на нерестилищах. Так как к настоящему времени не получены достоверные данные о дифференцированной смертности горбуши дикого и заводского происхождения, сделано допущение об их одинаковой выживаемости, в соответствии с чем рыб в уловах условно разделяли по происхождению в соответствии с соотношением численности молоди, скатившейся с нерестилищ и выпущенной с рыборазводных заводов. То есть, результативность (индекс) естественного воспроизводства рассчитана как отношение суммы выловленных условно диких рыб и рыб, пропущенных в реки для нереста, к численности производителей родительского поколения в реках.

О вероятном прохождении дождевых паводков в реках судили по величине суточных атмосферных осадков (данные гидрометеорологических постов (ГМП)), за их пиковые значения принимали сумму наибольших осадков в течение двух смежных суток. Выпадение осадков неравномерно на обширной территории, на которую распространяются данные гидрометеорологического поста, что может приводить к ошибочным результатам. Так, по данным учёта покотников в р. Орловка (правый приток Пороня – крупнейшей реки на Сахалине) была зафиксирована весьма низкая эффективность воспроизводства горбуши от нереста в 2011 г., от одной условной пары производителей скатилось всего по 45 мальков [29]. Экстраполяция этих данных на весь бассейн Пороня и соседние реки

привела к существенному занижению прогноза по отношению к реальным подходам горбуши. При анализе возникшей ситуации выяснилось, что слабый скат в подконтрольной реке мог быть обусловлен местным паводком (в этом и, возможно, в соседних правобережных притоках Пороная) в результате проливного дождя, зафиксированного в середине сентября на западном побережье острова вблизи истоков р. Орловка. Учитывая такие нюансы, для характеристики количества осадков в районах нереста локальных стад горбуши на Сахалине использованы осреднённые данные разных ГМП (рисунок 1).

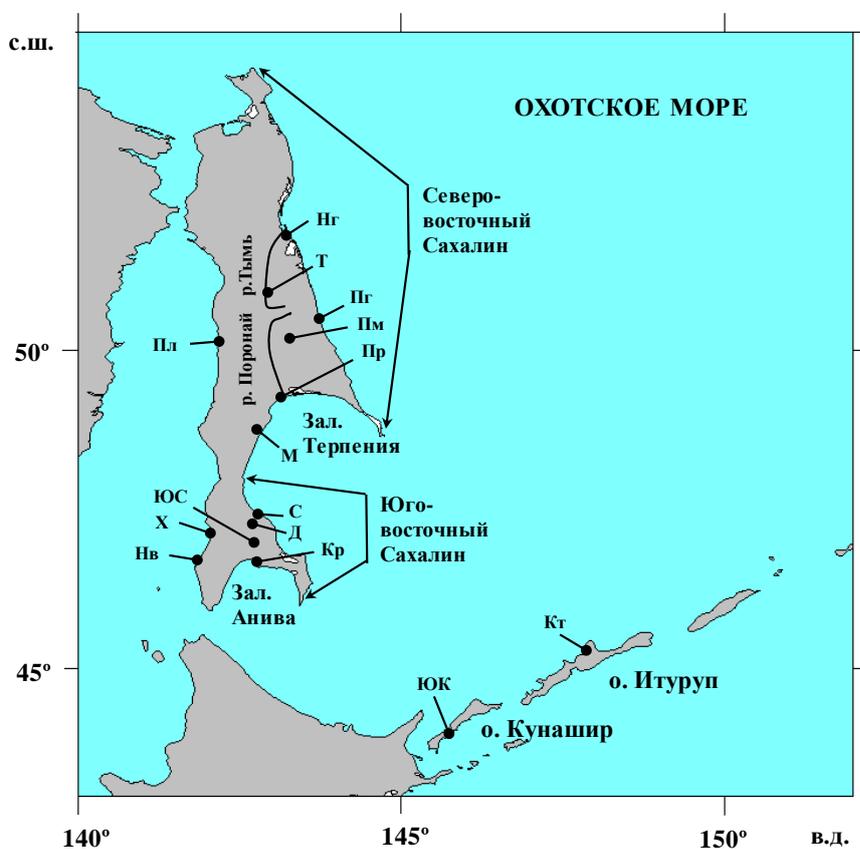


Рисунок 1 – Районы воспроизводства пяти стад горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на восточном побережье Сахалина и южных Курильских о-вах и расположение гидрометеорологических постов (●): ЮК – Южно-Курильск, КТ – Китовое, НВ – Невельск, Х – Холмск, ПЛ – Пильво, КР – Корсаков, ЮС – Южно-Сахалинск, Д – Долинск, С – Стародубское, М – Макаров, ПР – Поронайск, ПМ – Первомайск, ПГ – Пограничное, Т – Тымовское, НГ – Ноглики.

Так, для анивской горбуши, нерестящейся в основном в реках западного и северо-западного побережья залива, расчёт проведён по ГМП

Южно-Сахалинск, Холмск и Невельск. Для горбуши юго-восточного побережья Сахалина, большинство нерестилищ которой сосредоточены в реках северной части района – по ГМП Южно-Сахалинск и Долинск. Для горбуши зал. Терпения, около половины которой нерестится в горных реках западного побережья залива, остальная – в бассейне Пороная и в соседних реках, протекающих по обширной низине, – по ГМП Макаров, Пильво, Поронайск, Первомайск и Пограничное. Для горбуши северо-восточного побережья острова, 75% промысловых уловов которой обеспечивается нерестом производителей в горных реках южной части района, – по ГМП Первомайск, Пограничное и Тымовское. На Итуруп единственный ГМП Китовое находится практически в центре расположения наиболее продуктивных районов воспроизводства горбуши местного стада.

О вероятном возникновении штормовых условий судили по среднему значению максимальных порывов ветра, зафиксированных при 4–8-кратных измерениях в течение суток. Для зал. Анива использованы данные ГМП Корсаков и Южно-Сахалинск, для юго-восточного побережья Сахалина – ГМП Южно-Сахалинск и Стародубское, для зал. Терпения – ГМП Макаров и Поронайск, для северо-восточного побережья острова – ГМП Пограничное и Ноглики, для о-ва Итуруп – ГМП Китовое, а в годы отсутствия наблюдений на этом посту о силе ветров (2016 г.) и количестве осадков (2015–2016 гг.) на Итуруп судили по данным ГМП Южно-Курильск (о. Кунашир).

Статистическая обработка выполнена с применением пакета программы Microsoft Excel и в соответствии с рекомендациями Н. А. Плохинского [30].

2. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши

Во всех районах за рассматриваемый период (2001–2016 гг.) сначала наблюдалось увеличение уловов горбуши, а затем их снижение, однако темпы этих изменений и годы достижения максимумов различались (рисунок 2). По линии нечётных лет наиболее раннее достижение максимального вылова горбуши и последующее снижение уловов наблюдалось на о-ве Итуруп, а циклическим годом позже такие же события произошли в зал. Анива и на юго-восточном побережье Сахалина, причём темп снижения уловов в зал. Анива был существенно выше. В 2015 г. уловы в этих трёх районах сократились до минимальных значений. Напротив, в северных районах Сахалина тенденция нарастания уловов наблюдалась вплоть до 2013 г., после чего последовало снижение, более выраженное в зал. Терпения по сравнению с северо-восточным побережьем острова. По линии чётных лет наиболее рано (2006 г.) пик уловов наблюдался в зал. Анива и на о-ве Итуруп, а их последующее снижение более выраженным было в зал. Анива. С некоторым запозданием максимум уловов был достигнут на юго-восточном побережье Сахалина (2010 г.) и в зал. Терпения (2012 г.). Кратковременное увеличение уловов в 2014 г. в южных районах Сахалина с их синхронным снижением на Итурупе не вписываются в рассматриваемую тенденцию. Эти аномальные изменения были связаны с массовым стрейнгом курильской горбуши в южную часть Сахалина, что было тестировано по биологическим показателям рыб и структуре чешуи [31]. А на северо-восточном побережье Сахалина максимум уловов по линии чётных лет был достигнут только в 2016 г. Таким образом, по обеим генеративным линиям горбуши наблюдалось сходство в тенденциях изменения уловов в разных районах, а именно, более раннее достижение максимума и последующее снижение на Итурупе и на крайнем юге Сахалина вплоть до минимальных значений и всё большее запаздывание этих процессов в северном направлении вдоль восточного побережья Сахалина.

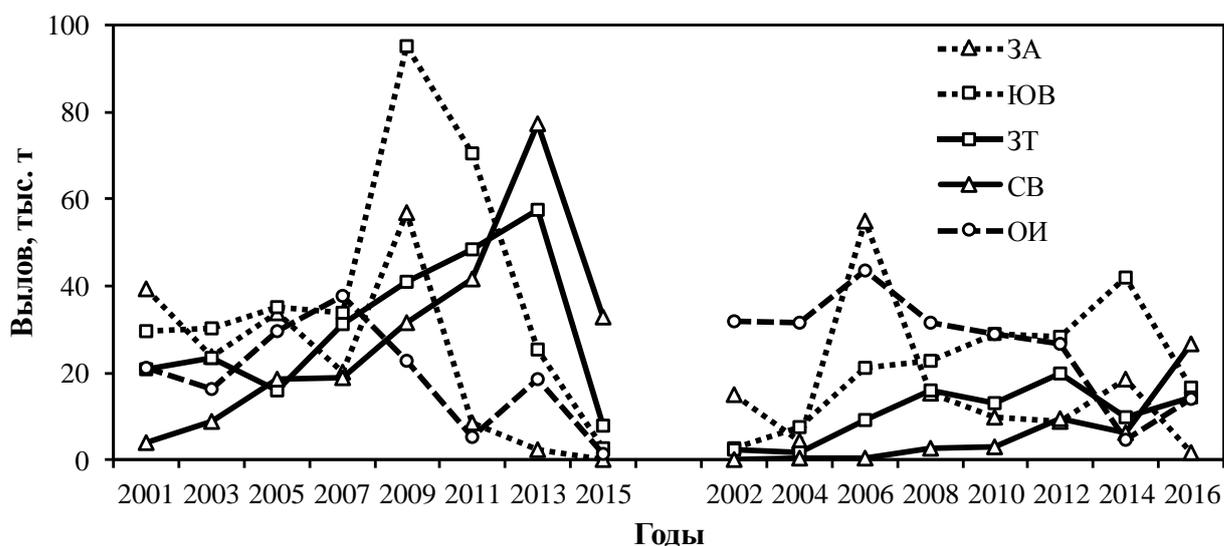


Рисунок 2 – Динамика вылова горбуши по линиям нечетных и четных лет в 2001–2016 гг. в разных районах восточного побережья Сахалина (3А – зал. Анива, ЮВ – юго-восточное побережье, ЗТ – зал. Терпения, СВ – северо-восточное побережье) и на о-ве Итуруп (ОИ).

У горбуши рассматриваемых районов наблюдаются также существенные расхождения по срокам нерестовых подходов рыб к побережью (и последующего нереста) и покатной миграции молоди из рек, что необходимо учитывать при анализе действия на динамику стада факторов внешней среды. О динамике подходов горбуши к районам нереста вполне можно судить по промысловым уловам, так как более 90% рыб вылавливаются ставными неводами, т.е. пассивными орудиями лова. Судя по уловам, сроки подхода рыб к побережью смещаются на более поздние даты при сравнении соседних районов в южном направлении (рисунок 3). Исключением является только зал. Терпения, в котором наиболее ранние сроки массовой миграции горбуши связаны с наибольшим представительством в нерестовом потоке к этому району рыб ранней темпоральной формы [32]. От начала массового подхода горбуши к рекам до начала её массового нереста проходит 20–30 суток; у первых мигрантов меньшая степень развития гонад, и они мигрируют, как правило, на нерестилища, наиболее удалённые от устья рек. Большая разница во времени между заходом в реки и началом нереста в большей мере характерна в

среднем для более крупных рек, впадающих в зал. Терпения и с северо-восточного побережья Сахалина в Охотское море. Более вытянутая правая ветвь в распределениях, характеризующих интенсивность подхода горбуши к побережьям, обусловлена в основном отловом рыб в устьях рек для предотвращения переполнения нерестилищ и с реализацией производителей после их использования на рыбопроизводных заводах уже после завершения промысла ставными неводами.

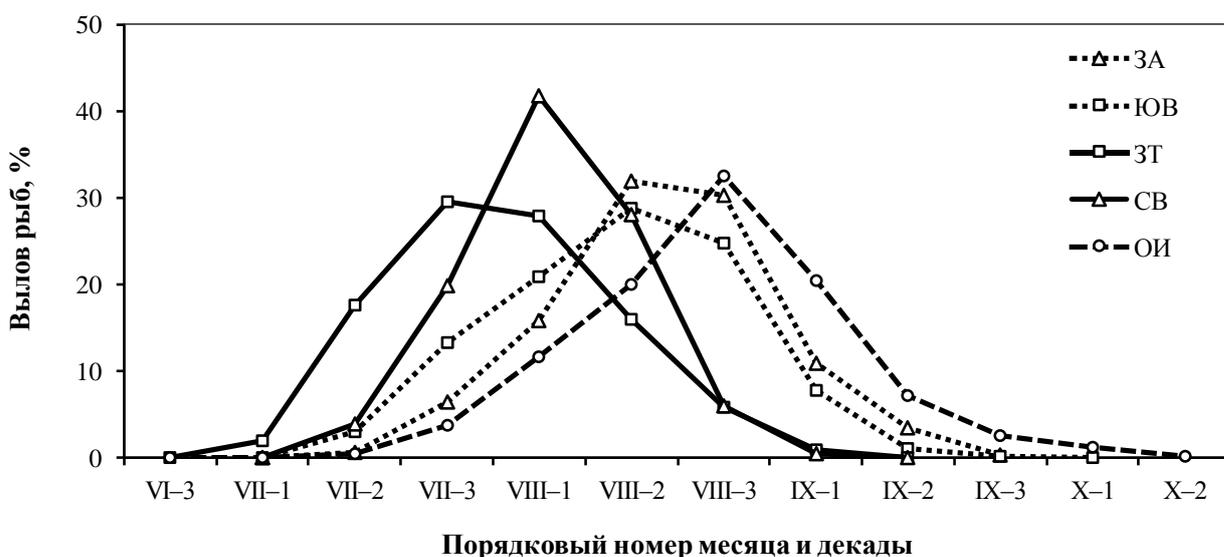


Рисунок 3 – Сезонная динамика уловов горбуши по линиям нечетных и четных лет в 2001–2016 гг. в разных районах восточного побережья Сахалина (ЗА – зал. Анива, ЮВ – юго-восточное побережье, ЗТ – зал. Терпения, СВ – северо-восточное побережье) и на о-ве Итуруп (ОИ).

Среднемноголетняя динамика покатной миграции молоди горбуши в разных районах, исключая северо-восточное побережье Сахалина, представлена по данным ежегодных публикаций в «лососевом» бюллетене [33, 34]. Наиболее рано молодь скатывается из рек, впадающих в зал. Анива (рисунок 4). На первый взгляд, совпадают сроки миграции молоди у горбуши стад о-ва Итуруп и зал. Терпения, однако реальные сроки её выхода в морские воды существенно разнятся. В коротких водотоках Курильских о-вов и южной части Сахалина молодь, учитываемая на контрольных створах вблизи устьев рек, практически вся покидает их в течение суток, в то время

как из р. Орловка и из большинства других мест расположения нерестилищ в Поронае на её миграцию в залив требуется около 10 суток. С учётом этого, основная масса молоди скатывается из Пороняя даже несколько позже, чем из рек юго-восточного побережья Сахалина.

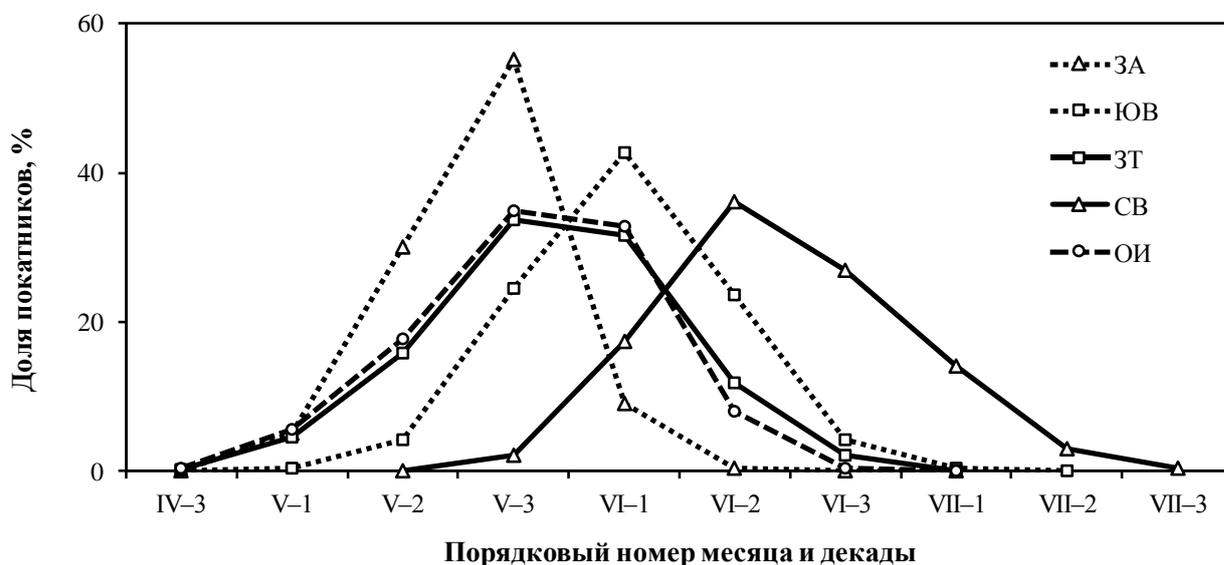


Рисунок 4 – Среднемноголетняя динамика покатной миграции молоди горбуши в разных районах восточного побережья Сахалина (ЗА – зал. Анива, ЮВ – юго-восточное побережье, ЗТ – зал. Терпения, СВ – северо-восточное побережье) и на о-ве Итуруп (ОИ).

Сильно разнятся данные по срокам ската молоди горбуши в реках северо-восточного побережья острова. Судя по наблюдениям в р. Набиль (северная часть побережья), массовый скат молоди в 1972 и 1974 г. протекал в I и II декадах июня [35], а в р. Приторная (южная часть побережья) в 1972–1974 гг. – во II–III декадах этого месяца [36]. Однако от створа учёта в р. Набиль до выхода в морские воды молоди предстоял ещё протяжённый путь по пойменной части этой реки и через зал. Набильский, а в сравнительно небольшой горной р. Приторная учётный створ находился вблизи устья, вследствие чего за основу были приняты последние данные. Наиболее поздние сроки ската молоди горбуши из рек северо-восточного побережья Сахалина являются, видимо, адаптацией к специфическим условиям обитания в прибрежных морских водах, где вследствие холодного Восточно-

Сахалинского течения температура воды в период нагула молоди составляла за годы наблюдений в среднем $3,2^{\circ}$ против $8,0^{\circ}\text{C}$ в прибрежье юго-восточного побережья острова [37]. Ситуация усугубляется также поздними сроками массового развития в прибрежье северо-восточного Сахалина фракций зоопланктона, формирующих кормовую базу молоди лососей [38].

На Итурупe несколько поколений горбуши подверглись воздействию паводков во время массового нереста или после него (выпадение осадков $> 8 \text{ см/м}^2$) и штормовых ветров ($> 17 \text{ м/с}$) в период массового ската молоди из рек (рисунок 5а). По генеративной линии нечётных лет обильные осадки при массовом нересте и особенно после него в 2009 (9 и 28 октября) и 2013 г. (17 сентября, 3 и 26 октября) могли существенно повлиять на величину возврата горбуши поколений соответственно 2011 и 2015 г. (здесь и далее под годом поколения понимается год его возврата). К тому же молодь последнего из этих поколений во время нагула дважды подвергалась воздействию штормовых ветров (16 мая и 13 июня), причём одно из них пришлось на время наибольших концентраций молоди на прибрежном мелководье. В то же время, штормовые ветры не имели существенного значения в целом для поколения 2009 г. (6 и 21 мая) и особенно из-за их меньшей силы для поколения 2007 г. (11, 13 и 20 мая), так как ветры наблюдались до массового ската молоди из рек. По генеративной линии чётных лет наиболее мощное воздействие рассматриваемых факторов пришлось на поколение 2014 г.: сначала паводок после завершения нереста его родителей (9 ноября), а затем штормовые ветры (3 и 30 мая), последние из которых пришлись на время массовой миграции молоди из рек. Поколение 2008 г. попало только под воздействие паводков при завершении массового нереста родителей и после него (8 октября и 12 ноября), в то время как штормовые ветры наблюдались до массового ската молоди из рек. Паводок в начале массового нереста (12 сентября) и шторм до появления плотных скоплений молоди на прибрежном морском мелководье (18 мая) не могли оказать существенное воздействие на численность возврата в 2010 г. Условия воспроизводства поколения 2017 г.,

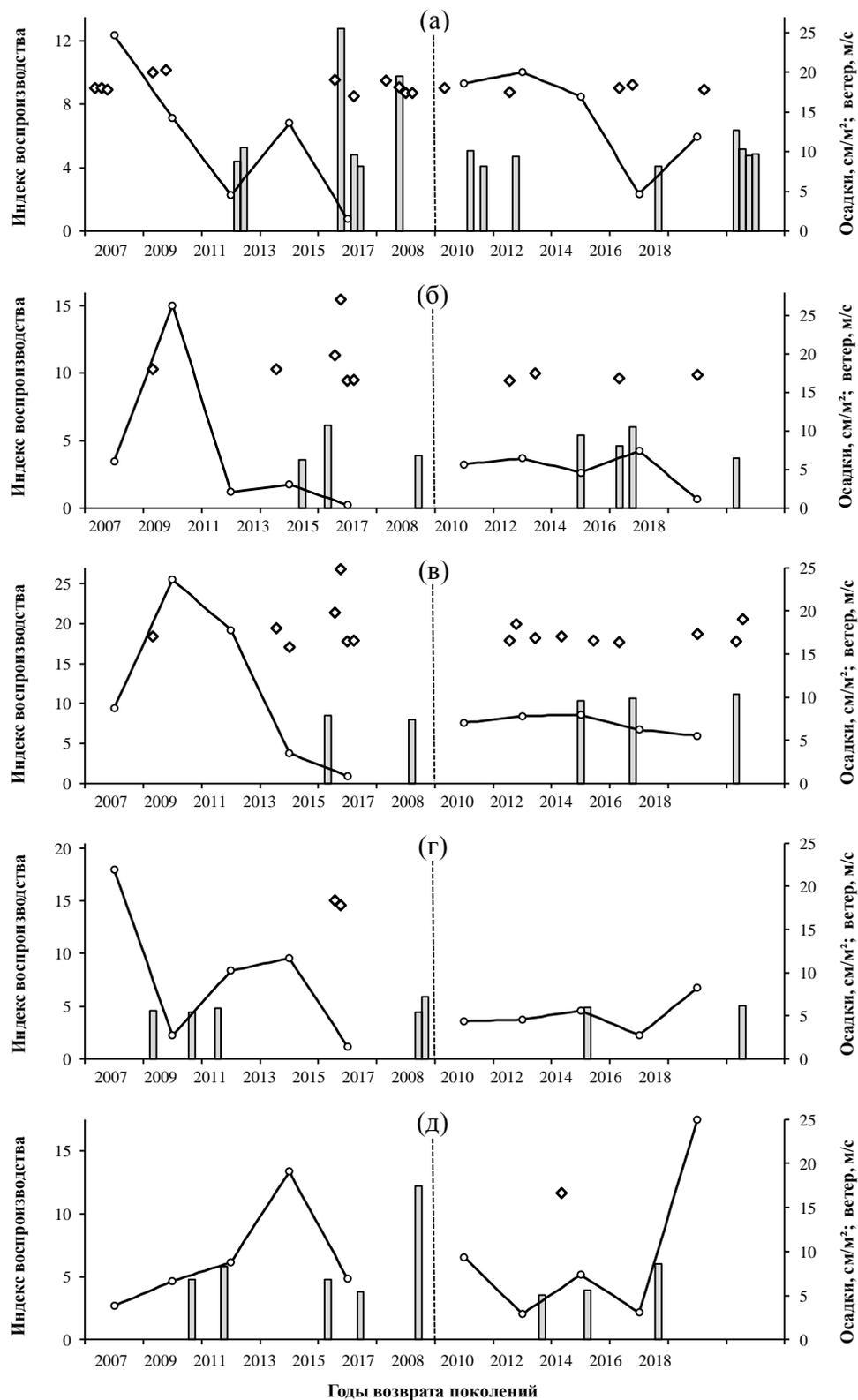


Рисунок 5 – Индекс воспроизводства горбуши в линиях нечётных и чётных лет и встречаемость дней с экстремально большими осадками во время нереста и после него и сильными ветрами при нагуле молоди в прибрежных морских водах: а – о. Итуруп, б – зал. Анива, в – юго-восточное побережье Сахалина, г – зал. Терпения, д – северо-восточное побережье Сахалина; линия – индекс воспроизводства (соотношение между численностью возврата и учтённых в реках производителей родительского поколения), столбцы – осадки, символы – ветры.

возврат которого еще только предстоит (осадки в разгар нереста родителей (20 сентября) и штормовые ветры до массового ската (1 мая) и в период наибольших концентраций в прибрежье только что скатившихся из рек мальков (2, 3 и 11 июня)), могут сильно отразиться на численности его возврата. Череда обильных осадков (21, 23 и 27 августа, 9 сентября 2016 г.) не так чревата для формирования численности поколения 2018 г., так как они пришлись только на начало массового нереста его родителей.

Для южных районов Сахалина приняты несколько пониженные пороговые значения количества осадков ($> 6 \text{ см/м}^2$) и силы ветра ($> 16 \text{ м/с}$), так как вероятность паводков возрастает при большей площади водосбора в среднем более крупных рек в этих районах [39], а вследствие меньшей изрезанности береговой черты у молоди уменьшаются шансы найти укрытия при штормовых волнениях моря и, возможно, по этой причине она быстрее откочёвывает с прибрежного мелководья в сравнении с молодью у о-ва Итуруп [40, 41]. В бассейне зал. Анива наибольшему воздействию рассматриваемых факторов по линии нечётных лет подверглись поколения горбуши 2013 и 2015 г. (рисунок 5б). Первое из них – в основном за счёт паводка (1 октября) при завершении нереста родителей и в меньшей степени штормовых условий (12 мая), так как они пришлись на начало массового ската молоди из рек. Другое поколение, напротив, в полной мере подверглось действию затяжных штормовых ветров (16–17 мая и 12–13 июня), а паводковые осадки (16 августа) наблюдались до начала массового нереста его родителей. При развитии поколения 2011 г. не зафиксированы экстремальные значения осадков или ветров, которыми можно было бы объяснить малое значение индекса его воспроизводства. Однако не исключено, что сравнительно обильные осадки, зарегистрированные 19 сентября 2009 г. на двух ГМП у западного склона горного массива (4,7 и 3,6 см/м^2), могли быть следствием дождевого фронта с более сильными осадками на склонах этого массива со стороны зал. Анива, в реках, стекающих с

которого, в последние годы происходит естественное воспроизводство основного запаса анивской горбуши. По генеративной линии чётных лет наиболее значимым было воздействие паводковых дождей (28 сентября) на поколение 2012 г. и штормовых ветров (4 июня) на поколение 2016 г., у которого к этому времени только что скатилась из рек основная часть молоди. У поколения 2014 г. паводки (20 августа и 18 сентября) воздействовали преимущественно на первую половину нереста его родителей, а штормовые ветры (2 мая) пришлись на начало покатной миграции молоди. Действие штормов было ощутимее на поколение 2010 г. (14 мая и 23 июня), хотя и в этом случае не так значимо, как для поколения 2016 г., так как первый из них пришёлся на начало массовой миграции молоди из рек, а при втором вся молодь была уже подросшей после завершения покатной миграции. Паводковые осадки наблюдались при воспроизводстве поколений, возврат которых только ожидается. Их пагубные последствия возможны только для формирования численности поколения 2017 г., у которого нерест родителей практически завершился ко времени прохождения паводка (9 октября), в то время как у поколения 2018 г. (18 августа) массовый нерест родителей ещё только предстоял.

При воспроизводстве горбуши юго-восточного побережья Сахалина (рисунок 5в) по генеративной линии нечётных лет существенному воздействию штормовых ветров подверглись поколения 2013 г. (13 мая и 5 июня) и особенно 2015 г. (16–17 мая и 11–12 июня), так как у последнего затяжной шторм произошёл в то время, когда из рек только что скатилась основная масса молоди. Прошедший при начале массового нереста родителей паводок (17 августа) не мог существенно отразиться на численности возврата в 2015 г. По генеративной линии чётных лет паводки могли сказаться на результатах нереста родителей поколений 2014 г. (18 сентября) и особенно 2012 г. (29 сентября), так как у последнего паводок пришёлся на время завершения массового нереста. Набор поколений, подверженных штормовым ветрам, шире, однако существенное воздействие

они могли оказать на формирование численности только двух поколений, 2012 г. (17 июня) и особенно 2016 г. (4 июня), так как у последнего ветер не только был сильнее, но и пришёлся на время образования на прибрежном мелководье наиболее плотных скоплений недавно скатившейся молодежи. Сильные ветры отмечены в период нагула молодежи поколения 2010 г., однако при первых двух (14 и 17 мая) ещё не наступил наиболее массовый скат, а при последнем (23 июня) её скопления были представлены в основном уже подросшими мальками. Для поколения 2014 г. штормовой ветер (2 мая) практически не мог оказать воздействие на формирование его численности. В отношении поколений с предстоящим возвратом ситуация с паводковыми осадками аналогична таковой, отмеченной для бассейна зал. Анива: они наблюдались в те же сроки (после завершения нереста родителей поколения 2017 г. и до начала массового нереста родителей поколения 2018 г.), только были несколько обильнее. Штормовые ветры (4 и 19 мая) не могли нанести ощутимый ущерб молодежи поколения 2018 г., массовый скат которой ещё только предстоял.

Для районов северной части острова в связи с укрупнением рек приняли ещё более низкое пороговое значение для осадков ($> 5 \text{ см/м}^2$), которые могли вызвать сильные паводки. При воспроизводстве горбуши зал. Терпения (рисунок 5г) по линии нечётных лет они могли быть причиной существенного снижения численности только у поколения 2009 г., так как второй паводок (21 октября) прошёл после завершения нереста его родителей. У поколения 2011 г. паводковые осадки (21 августа) пришлись на начало массового нереста родителей и не могли обусловить серьёзные последствия для формирования его численности. По линии чётных лет большие осадки могли сказаться на результатах нереста родителей поколения 2012 г. (29 сентября). Наибольший уровень осадков зафиксирован при воспроизводстве поколений с ещё предстоящим возвратом, что может существенно отразиться на численности поколения 2017 г. (2 и 10 октября), в то время как у поколения 2018 г. стихийное явление пришлось на первую

половину массового нереста его родителей (31 августа). В этом районе только однажды зарегистрированы сильные затяжные ветры (17–18 мая), которые наблюдались при нагуле молоди поколения 2015 г. Они вполне могли стать причиной сокращения численности этого поколения с учётом более раннего ската молоди из сравнительно коротких рек западного побережья залива.

У горбуши северо-восточного побережья Сахалина (рис. 5д) по линии нечётных лет паводковые осадки, прошедшие после нереста, могли быть причиной существенного снижения численности поколений 2009 г. (21 октября) и 2015 г. (12 октября, первый паводок 12 августа прошёл до начала массового нереста), по линии чётных лет – у поколений 2010 г. (8 ноября), 2012 г. (29 сентября) и 2014 г. (3 ноября). Частичный ущерб мог быть нанесён формированию численности поколения 2011 г., у которого ко времени выпадения экстремальных осадков (8 сентября) отнерестилось не менее половины его родителей, особенно в реках южной части района. Единожды зарегистрированные сильные ветры (9 мая) не могли сказаться на формировании численности поколения 2012 г., так как выход молоди из рек только начинался. Обращают на себя внимание сильнейшие дожди (10 октября), прошедшие после нереста родителей поколения 2017 г., что может привести к резкому сокращению его численности.

Во всех рассмотренных районах воспроизводства горбуши характерна тенденция снижения численности рыб в поколениях, подвергшихся аномально сильным воздействиям дождей в разгар нереста их родителей или после его завершения, или же ветровых волнений моря в период массового ската молоди из рек. Если причины смертности от действия паводков в реках очевидны (разрушение нерестовых гнёзд), то каковы непосредственные причины повышенной гибели потомства при штормах можно только предполагать. Например, она может быть обусловлена воздействием хищников на плотные скопления малоподвижной молоди. Очевидным является лишь превалирующее значение в становлении численности горбуши

уровня смертности при нагуле молоди на прибрежном морском мелководье в сравнении с более поздними этапами её морского периода жизни. Об этом свидетельствуют результаты сопоставления выживаемости поколений (от ската до возврата) горбуши Итурупа и юго-восточного побережья Сахалина [28] с оценками выживаемости горбуши разных стад в зимне-весенний период в океанских водах (ежегодные данные ТИНРО-центра по учёту сеголеток в октябре–ноябре перед откочёвкой из Охотского моря и взрослых рыб в июне при обратной миграции через прикурильские воды Тихого океана). Выживаемость горбуши за этот период жизни определялась размерами рыб и условиями их нагула, о которых судили по интегральному показателю обеспеченности пищей [42]. Наибольшая выживаемость в океане отмечена у поколения 2009 г. (64 %), чему вполне соответствовало высокое значение индекса выживания этого поколения у горбуши юго-восточного побережья Сахалина. Однако у горбуши Итурупа, молодь которого при нагуле подверглась воздействию штормов, индекс выживаемости в течение морского периода жизни был на уровне среднемноголетнего значения. При наименьшей выживаемости в океане (25%, поколение 2007 г.), но при благоприятных условиях нагула молоди в прибрежье выживаемость этого поколения горбуши в целом за морской период жизни была высокой (Итуруп) или близкой к среднемноголетнему значению (юго-восточное побережье Сахалина). Но если молодь в начале морского периода жизни подвергалась сильному воздействию штормов, и последующие условия её обитания также были неблагоприятными (выживаемость в океане 34 %), что наблюдалось у поколения 2015 г., то значения выживаемости этого поколения оказались минимальными у горбуши в обоих районах. То есть, величина смертности в океане лишь усиливает или ослабляет тенденции выживания поколений горбуши, заложенные при нагуле молоди после ската из рек.

Для математической интерпретации действия рассматриваемых экстремальных факторов среды максимальные значения обоих действующих

факторов приняты за единицу, для остальных рассчитаны доли пропорционально их значениям относительно этих максимумов. Для поколений, слабо подвергшихся воздействию этих факторов (до разгара нереста, до или после массового ската молоди из рек), их значения приняты нулевыми. Корреляция индекса воспроизводства горбуши о-ва Итуруп (здесь и во всех остальных районах анализируются данные по 10 поколениям) оказалась примерно одинаковой с действием штормовых ветров ($r = -0,64$, $p = 0,046$) и паводковых осадков ($r = -0,65$, $p = 0,042$) и довольно существенной с обоими действующими факторами ($r = -0,78$, $p = 0,008$). Аналогичные значения корреляции для горбуши юго-восточного побережья Сахалина были близкими по отношению к ветрам ($r = -0,60$, $p = 0,069$), но существенно ниже по отношению к дождям ($r = -0,14$, $p = 0,696$) и, как следствие, к суммарному воздействию обоих факторов ($r = -0,58$, $p = 0,077$). Наиболее низкими оказались значения этих связей у горбуши зал. Анива, при этом пропорциональное соотношение этих величин было примерно таким же (соответственно $-0,09$, $-0,41$ и $-0,44$, во всех случаях $p > 0,05$), как у горбуши юго-восточного побережья Сахалина. Одной из основных причин снижения этих значений у анивской горбуши явилась аномально малая величина индекса воспроизводства поколения 2011 г. при отсутствии зарегистрированного действия на него экстремальных факторов среды. Объективность происходящих процессов очевидна, поэтому отсутствие статистической достоверности значений коэффициента корреляции средней силы ($r \approx 0,60$) связано, скорее всего, с коротким рядом наблюдений.

По причине слабого воздействия ветров на формирование численности горбуши в северных районах Сахалина (всего два сблокированных дня в зал. Терпения, поколение 2015 г.) расчёт корреляции для них проведён только в отношении суммарного воздействия рассматриваемых факторов. К тому же, в этих районах возрастает элемент неопределённости, связанной как с увеличением территории при ограниченном количестве ГМП и с отсутствием по некоторым из них данных в отдельные годы, так и со снижением

плотности наблюдений за заходом производителей в реки из-за их большой протяжённости и труднодоступности [28]. Дополнительным элементом увеличения неопределённости для горбуши северо-восточного побережья Сахалина являются жёсткие условия нагула молоди в ранний морской период жизни, в результате чего при большом количестве нерестилищ хорошего качества, особенно в горных реках южной части района, численность этого стада относительно мала, в первую очередь, из-за низкой выживаемости в морских водах [43], что может существенно маскировать действие других факторов. Тем не менее, для северо-восточного побережья Сахалина значение корреляции ($r = 0,57$, $p = 0,087$) оказалось практически таким же, как для юго-восточного побережья острова, а для зал. Терпения заметно ниже ($r = 0,47$, $p = 0,174$). Причина последнего вполне очевидна, число переменных значений действующих факторов (3 против 7 нулевых значений) оказалось существенно ниже в сравнении с другими районами (от 5 до 6).

Выпавшие после нереста родителей поколения 2017 г. катастрофические осадки на северо-восточном побережье Сахалина и их наибольшее количество в сравнении с другими годами в бассейне зал. Терпения неминуемо должны привести к дальнейшему сокращению численности горбуши в этих районах, что вполне соответствует наблюдаемой тенденции постепенного смещения времени наступления минимума промыслового запаса этого вида от южных (Анива, Итуруп) к северным районам. Если в южных районах Сахалина преобладающее значение в сокращении численности горбуши принадлежало штормовым ветрам, то в северных районах их влияние было крайне редким, что связано с траекториями прохождения циклонов, особенно южного происхождения [44]. Более высокие значения во всех районах скорости ветра и количества паводковых осадков, влиявших на формирование численности поколения 2017 г. в сравнении с поколением 2018 г., позволяют полагать, что промысловый запас горбуши в нечётном из этих лет будет ниже. Это означает, что на Итурупе пока сохраняется доминирование чётных лет по

величине уловов горбуши, в то время как в южных районах восточного побережья Сахалина уже произошла, а в северных районах ожидается смена доминантных линий (с нечётной на чётную), по крайней мере, на кратковременный период, как это изредка отмечалось в предыдущие годы [45].

Происходящие изменения численности горбуши имеют одинаковую направленность в разных районах, хотя при этом отмечается некоторый сдвиг процессов по времени (запаздывание в северных районах) и их различный генезис (паводки в реках или штормы в прибрежье моря). Рассматривая такие однонаправленные изменения численности, нет смысла дискутировать по проблеме «волн жизни», связанных с действием космических факторов. Их наличие показано во многих работах, в том числе, и на примере тихоокеанских лососей [10, 11, 15, 16, 46, 47]. Проблема состоит не в сомнении наличия таких связей, а в неясности конкретных механизмов их проявления. Без понимания этого процесса прогнозы [12, 48] остаются оторванными от объекта, от системы его связей со средой обитания. А эти связи не только многообразны [49], их гибкость обуславливает неодинаковую цикличность в динамике численности разных популяций и видов, живущих в одних и тех же экосистемах [7, 50]. Исходя из этих позиций, обращалось внимание на неприемлемость таких подходов для промыслового прогнозирования [51, 52]. Тем не менее, нельзя не отметить хорошее совпадение трендов глобальных климатических индексов и численности рыб, выполненных на основе скользящих средних по 10 и более смежным годам, что вполне возможно использовать для долгосрочных оценок состояния сырьевой базы. В то же время, разброс реальных значений настолько велик, что в некоторых парах фактических данных их значения становились диаметрально противоположными [18]. К примеру, снижение запасов горбуши в Сахалино-Курильском регионе в 1980-х гг. связывается с синхронным похолоданием вод в северо-западной части Тихого океана и его окраинных морях в 1984–1988 гг. [48]. Действительно, при осреднении этот

период характеризуется сравнительно слабыми уловами в первую очередь вследствие их снижения в чётные годы. Однако это резкое снижение по линии чётных лет произошло уже в 1982 г., т.е. до периода синхронного похолодания. В то же время, в течение этого периода по линии нечётных лет наблюдалось даже восстановление запасов горбуши после их предварительного некоторого снижения в 1979 и 1981 г., вплоть до достижения на то время исторического максимума вылова на Итуруп в 1985 г. Равным образом в текущем 10-лети, характеризующимся переходом от благоприятного климатического режима к малоблагоприятному, наряду с тенденцией значительного снижения уловов горбуши в 2012–2015 гг., отмечено достижение их исторического максимума в северной части восточного побережья Сахалина в 2013 г. и многократное превышение уловов в сравнении с прогнозом на западном побережье Камчатки в 2016 г.

Появление череды малоурожайных поколений совпадает по времени со сменой тёплых зональных и холодных меридиональных эпох, которая наблюдалась в 1980-х гг. и предположительно происходит в современные годы [53]. Возможно, смена этих эпох сопровождается смещением траекторий и времени прохождения циклонов, в результате чего в эти годы увеличивается вероятность их негативного воздействия на воспроизводство тех или иных стад горбуши. К примеру, такая серия мощных осенних тайфунов привела к снижению уловов горбуши в начале 1980-х гг. на Итуруп [23]. В то же время, воздействие тайфунов имеет хорошо выраженный провинциальный характер, что связано не только с траекторией их движения, но и с особенностями жизненного цикла горбуши. Так, в зал. Анива и на юго-восточном побережье Сахалина даты с сильными ветрами почти совпадают, однако их воздействие на формирование численности горбуши в этих районах не одинаково из-за различий в сроках ската молоди из рек. Такие сроки мало различаются у горбуши юго-восточного побережья острова и зал. Терпения, однако в южных широтах, как показано выше, негативное воздействие тайфунов проявлялось в большей мере через штормы

в период нагула молоди, а в северных широтах – через экстремальные осадки, вызывающие размыв грунта на нерестилищах.

Для любой популяции характерен обширный комплекс связей со средой обитания, в результате чего зачастую действие одних факторов на становление её численности маскируется или даже компенсируется действием других факторов в случае их разнонаправленности, что может приводить даже к ошибочным выводам при анализе однофакторных зависимостей в динамике численности. Тем не менее, полученные для всех случаев малые значения индекса воспроизводства поколений горбуши, попадавших под воздействие тайфунов в периоды эмбрионального развития в реках (нерестовые гнёзда) или нагула молоди в прибрежье моря, позволяют судить об их существенном значении для становления численности этого вида, тем более, что известны механизмы их негативного воздействия. В некоторые смежные группы лет увеличивается частота тайфунов, приходящихся на указанные периоды жизненного цикла горбуши, что вызывает череду низкоурожайных поколений. В то же время, сила тайфунов и границы их воздействия постоянно меняются, что и объясняет отсутствие синхронности в резких изменениях численности горбуши у всех стад в регионе.

3. Проверка гипотезы при промысле горбуши в 2017 г.

Промысел горбуши ведут преимущественно ставными неводами, вследствие чего динамика уловов соответствует динамике её подходов к побережью. Наиболее рано лов начинается на юго-западном побережье Сахалина, а заканчивается позже всех на южных Курильских островах. Кроме широтной изменчивости, вариация сроков хода обусловлена также внутривидовой структурой горбуши. В одни и те же районы Сахалина и Курильских островов подходят рыбы разных группировок, что тестируется по динамике уловов и изменению биологических показателей. Высказывались разные точки зрения о природе таких особенностей

нерестовой миграции горбуши. В.Н. Иванков [54, 55] подразделял горбушу на этом уровне дифференциации на расы, другие исследователи считали их либо япономорской и тихоокеанской популяциями [56, 57], либо популяциями 2-го ранга, в частности япономорской, охотоморской летней и охотоморской осенней применительно к рассматриваемым нами районам [58]. По современным воззрениям, основанным на сопоставлении склеритной структуры чешуи у рыб из уловов в прикурильских водах Тихого океана и на Сахалине [59], на восточном побережье Сахалина и южных Курильских островах численность япономорской горбуши настолько низка, что она не имеет промыслового значения. Основу уловов составляют две темпоральные формы тихоокеанской горбуши, ранняя и поздняя. Их соотношение и определяет динамику уловов в пределах отдельных районов в разные годы [60]. Завершает нерестовый ход еще одна форма, называемая О.Ф. Гриценко «осенней охотоморской» [57], для которой не установлены пока какие-либо закономерности вследствие ее малой численности. С этих позиций рассмотрим ожидаемую и фактическую динамику уловов горбуши в 2017 г. в рассмотренных выше (см. главу 2) районах.

Как уже отмечено, промысел горбуши на восточном побережье Сахалина базируется в основном на запасах её двух океанских темпоральных форм, ранней и поздней. После высоких уловов горбуши в 2011 (169,2 тыс. т) и 2013 (162,9 тыс. т) годах последовал почти четырехкратный спад в 2015 г. (43,5 тыс. т). Тем не менее, прогноз СахНИРО [61] на 2017 г. был весьма оптимистичным (35,6 тыс. т). Учёные ВНИРО, учитывая связь между развитием глобальных климато-океанологических процессов и изменениями численности горбуши [48], предложили уменьшить величину её возможного вылова в Восточно-Сахалинской подзоне до 20 тыс. т (без уточнения по отдельным районам побережья), что и было реализовано на Отраслевом совете по промысловому прогнозированию. На основе этого прогноза был рассчитан вероятный вылов горбуши по отдельным районам побережья (рисунок 6), исходя из соотношения рассчитанных в прогнозе возвратов рыб

соответствующих единиц запаса. В то же время, существовала и более пессимистическая точка зрения на вероятный уровень запасов горбуши на восточном побережье Сахалина, в соответствии с которой в его южной части (залив Анива и юго-восточное побережье) предполагалось сохранение депрессии запаса, а в северной части (залив Терпения и северо-восточное побережье) – углубление негативных процессов в динамике стада этого вида [62, глава 2].

Залив Анива. В условиях запрета на промысел лов рыб осуществлялся только на базовых реках ЛРЗ для целей заводского разведения. Заход производителей в реки составил около 0,06 млн экз., что ещё ниже, чем и так при критически малом их заходе при нересте родительского поколения. Столь слабый подход горбуши в залив не обеспечил даже потребности ЛРЗ в производителях, не говоря уже об естественном воспроизводстве в реках, впадающих в залив. Такая ситуация свидетельствует о продолжении депрессивного состояния данной единицы запаса по линии нечётных лет.

Юго-восточное побережье Сахалина. Открытие промысла при рекомендованном вылове 6500 т сочеталось с введением пропускных дней на участке от м. Свободный до м. Анива (южная треть побережья, где практически отсутствуют реки, значимые для воспроизводства горбуши), целью которого, как предполагалось, являлось обеспечение пропуска рыб в

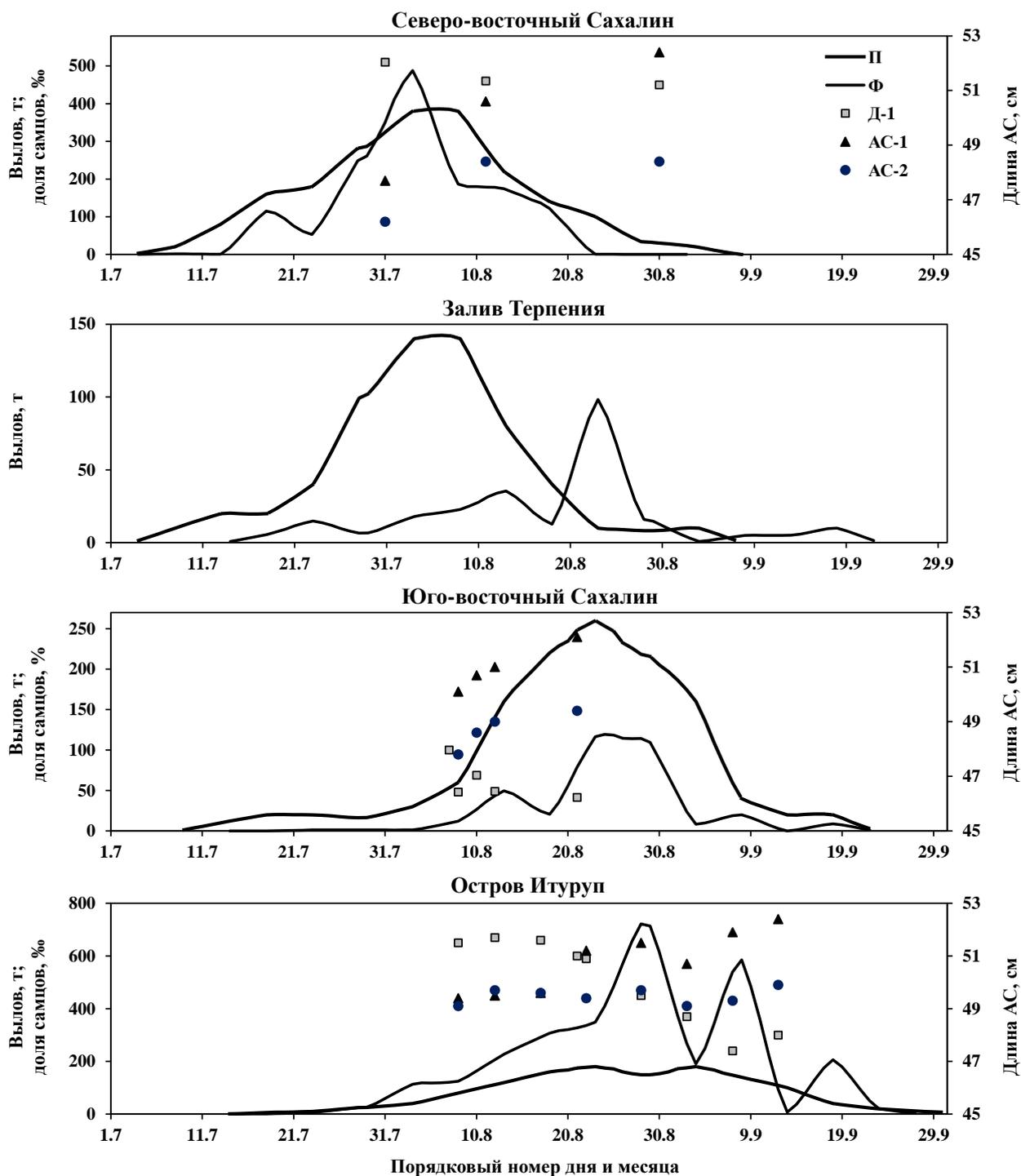


Рисунок 6 – Прогноз (Π) и фактические уловы (Φ) горбуши, длина тела самцов ($АС-1$) и самок ($АС-2$) и доля самцов ($Д-1$) в уловах в разных районах восточного побережья Сахалина и на о. Итуруп в 2017 г. (рис. по [62])

реки побережья зал. Анива. Подходы горбуши до августа практически отсутствовали, что было вполне ожидаемым вследствие депрессии состояния запасов рыб ранней темпоральной формы [64]. Однако и с подходом в начале августа рыб поздней формы темп нарастания уловов продолжал заметно

отставать от ожидаемого. Не исключался вариант, что пик хода может сместиться на более поздние сроки, в связи с чем для контроля подходов горбуши промысел не останавливали, но для обеспечения захода горбуши в реки уже на всём побережье с 10 августа был введен режим пропускных дней, а затем последовала рекомендация и на запрет промысла с 28 августа. Таким образом, сработала пессимистическая точка зрения на состояние запасов горбуши в 2017 г., в котором дочернее поколение уступило родительскому как по величине уловов (1872 против 2671 т), так и по заходу производителей в реки (0,62 млн против 0,98 млн экз.).

Залив Терпения. В связи с низким уровнем рекомендованного вылова (3200 т) и ожиданиями на развитие промысла по пессимистическому сценарию его открытие с 16 июля на северном побережье залива сопровождалось введением пропускных периодов (в режиме чередования 4 дней пропуска с 3 днями лова) и запретного участка для лова по 5 км в обе стороны от устья Пороная, а с 10 августа – полного запрета на промысел в связи с отсутствием значимых подходов рыб поздней формы. Вылов горбуши на северном побережье залива в итоге составил всего 118 т против 4661 т при возврате родительского поколения. Вследствие слабых уловов, отбор рыб на биологический анализ осуществлялся из смеси рыб, собранных из ставных неводов почти на всём побережье, вследствие чего биологические показатели не приведены на рисунке 6, так как они могут быть использованы только для расчёта средней навески при определении численности выловленных рыб. Несмотря на крайне слабые подходы, благодаря введённым ограничениям на промысел в реки северного побережья зашло около 0,52 млн производителей, что 2,5 раза больше, чем в предыдущем цикличном году (0,22 млн экз.). В связи с более оптимистичным прогнозом подходов горбуши к западному побережью залива вводимые ограничения на промысел соответствовали таковым на юго-восточном побережье острова, с которым почти совпадала и динамика уловов горбуши, например, их увеличение во 2-й и 3-й декадах августа. В результате здесь выловлено 1182 т горбуши, а заход в реки

составил около 1,25 млн производителей, что в полтора раза меньше, чем в предыдущем цикличном году (1,80 млн экз.) при вылове 3167 т.

Северо-восточное побережье Сахалина. Промысел горбуши начинался в этом районе обычно в второй декаде июля, однако в 2017 г. устойчивые (ежесуточные) уловы появились только в конце июля. Резкий их прирост, связанный с ходом рыб поздней темпоральной формы, дал надежды на благоприятные перспективы промысла. Однако они не оправдались в результате существенного снижения уловов уже во 2-й пентаде августа. Среднесуточные уловы по 150–200 т ещё наблюдались до середины этого месяца, после чего они вновь резко пошли на спад, в результате чего промысел завершился в начале третьей декады августа, т. е. раньше обычных сроков. При рекомендованном вылове 10300 т поймано 7221 т, а заход в реки составил около 0,34 млн рыб, что ощутимо ниже, чем при возврате родительского поколения (21797 т и 4,55 млн рыб, соответственно).

На первый взгляд, точность прогноза здесь существенно выше, чем в более южных районах восточного побережья Сахалина. Однако следует обратить внимание на следующие обстоятельства. В южной части северо-восточного побережья, где протекают горные реки «горбушевого» типа, нерест горбуши при сравнительно небольшом нерестовом фонде (доля нерестилищ в реках Поронайского и Смирныховского районов составляет, соответственно, 11,4 и 12,3 %) обеспечивает примерно 70 % уловов, остальная часть приходится в основном на Ногликский район, в реках которого сосредоточено 72,8 % нерестилищ. Многие годы в пределах Охинского района, в реках которого насчитывается всего 3,5 % нерестилищ, уловы отсутствовали, либо были минимальными (рисунок 7). Соотношение уловов в Смирныховском и Поронайском районах могло нарушаться приловом в последнем из них транзитных рыб, мигрирующих к рекам более южных районов восточного побережья Сахалина. Скопления таких рыб у южной оконечности северо-восточного побережья острова были обнаружены при траловых съёмках ТИНРО-Центра [65, 66]. Можно полагать, что и на

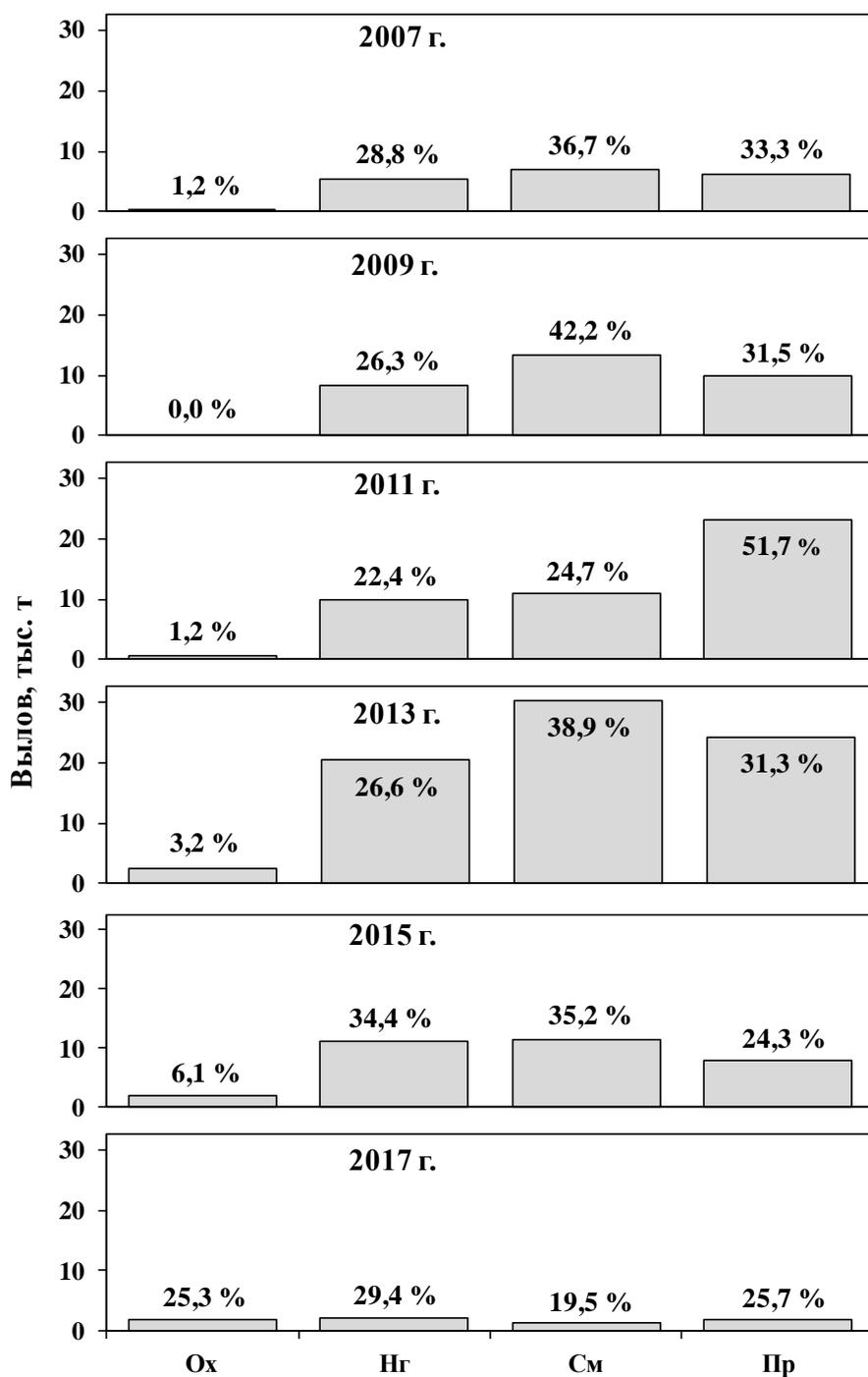


Рисунок 7 – Соотношение уловов горбуши в разные годы в административных районах северо-восточного побережья Сахалина: Ох – Охинский, Нг – Ногликский, См – Смирныховский, Пр – Поронайский (перечисление районов по направлению с севера на юг).

северной оконечности побережья появление уловов горбуши в последние годы связано с приловом транзитных рыб, огибающих остров при миграции в западном направлении. Именно этим можно объяснить значительное увеличение доли вылова Охинского района в последние три года, в то время

как величина уловов оставалась сравнительно постоянной, около 2 тыс. т. То есть, величина вылова рыб местного происхождения, как минимум, меньше на 2 тыс. т, и именно слабыми подходами горбуши объясняется крайне слабые заходы производителей в реки в наиболее продуктивных районах ее воспроизводства (южная часть побережья).

Остров Итуруп. В течение всего июля отмечались весьма слабые подходы горбуши, что было обусловлено снижением в последние годы представительства в стаде рыб ранней темпоральной формы. Оживление промысла наступило в начале августа с началом подходов рыб поздней темпоральной формы. Почти до конца августа динамика уловов соответствовала прогнозным ожиданиям, однако в последней пентаде августа уловы горбуши резко возросли и в дальнейшем продолжали значительно опережать динамику рекомендованного вылова, установленного в объеме 6500 т (рисунок 6), что потребовало разработки обоснования на увеличение рекомендованного вылова в подзоне сначала до 13700 т, а затем до 18100 т. В то же время выловлено 15533 т, а заход производителей в реки составил 1,50 млн экз., что существенно выше, чем при нересте родительского поколения (0,64 млн экз.). Основной причиной крупной ошибки прогноза явилось использование при расчетах неверных данных по численности покатной молодежи (позже при проверке первичных материалов установлено, что скат молодежи из контрольной р. Рыбацкой был занижен почти вдвое). Необычность динамики уловов горбуши (резкое увеличение уловов в конце августа) связано, видимо, с негативным воздействием паводков на нерест ранней формы и на первую половину нереста поздней формы горбуши, а затем череды штормов в течение первой половины сроков массового ската молодежи из рек [62].

На первый взгляд, сравнительно большой вылов горбуши на Итурупе противоречит гипотезе ярко выраженного негативного действия на формирование численности этого вида экстремальных факторов среды. Однако достигнутая величина вылова (15,5 тыс. т) ниже среднего уровня

уловов горбуши по нечетным годам в первом десятилетии (25,4 тыс. т), когда не отмечалось значимого воздействия тайфунов на результаты нереста и последующий нагул молоди при воспроизводстве данного стада. Однако необходимо уточнить, что пессимистическая точка зрения на величину подходов горбуши к Итурупу в 2017 г. основывалась на косвенных данных воздействия гидрометеорологических факторов, зафиксированных на соседнем Кунашире, так как наблюдения на Итурупе в период становления численности горбуши не проводились [62]. В то же время, ситуация с подходами горбуши на Кунашир полностью соответствовала гипотезе. Снижение уловов горбуши на этом острове началось в 2004 г. и явилось предтечей общего снижения запасов горбуши в регионе. С 2013 г. ежегодно вводились ограничения на промысел (лов на одном из участков охотоморского побережья острова с фиксированным числом ставных неводов), однако эти меры не привели к восстановлению запаса. В 2017 г. лов осуществлялся по такой же схеме (от м. Столбчатый до м. Докучаева с установкой не более 6 ставных неводов с объёмом вылова до 60 т). Фактически выловлено 13 т, из которых около 4 т пришлось на спортивно-любительское рыболовство. Заход производителей в реки составил 0,02 млн рыб, что в 1,5 раза меньше, чем при нересте родительского поколения. То есть, на этом острове продолжается углубление депрессии запаса горбуши по линии нечетных лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные при сопоставлении численности с метеорологическими данными низкие значения индекса воспроизводства для всех поколений горбуши, попадавших под воздействие тайфунов в периоды эмбрионального развития в реках (нерестовые гнёзда) или нагула молоди в прибрежье моря (в ближайшие дни после миграции из рек), позволяют судить о существенном значении экстремальных факторов для становления численности этого вида. Выявлена специфичность действия этих факторов в разных районах региона, в северных районах преимущественное влияние на воспроизводство горбуши оказывали мощные паводки в разгар нереста или после него, разрушающие грунт нерестилищ, в южных районах – штормовые ветры во время нагула недавно скатившихся из рек мальков. При проверке этой гипотезы на примере возврата горбуши в 2017 г. полностью подтвердилось предположение о том, что в южных районах региона сохранится депрессия, а в северных районах произойдет резкий спад ее запасов, сохранявших до этого еще сравнительно высокий уровень. В некоторые смежные группы лет увеличивается частота тайфунов, приходящихся на указанные периоды жизненного цикла горбуши, что вызывает череду низкоурожайных поколений. В то же время, сила тайфунов и границы их воздействия постоянно меняются, что объясняет отсутствие синхронности в резких изменениях численности горбуши у всех стад в регионе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кляшторин, Л. Б. Хоминг горбуши / Л. Б. Кляшторин // Рыб. хоз-во. – 1989. – № 1. – С. 56–58.
2. Bradford, M. J. Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes / M. J. Bradford // Fish. Bull. – 1992. – V. 90, № 3. – P. 439–453.
3. Чигиринский, А. И. Глобальные природные факторы, промысел и численность тихоокеанских лососевых / А. И. Чигиринский // Рыб. хоз-во. 1993. – № 2. – С. 19–22.
4. Глубоковский, М. К. Предисловие / М. К. Глубоковский, А. В. Жирмунский // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1989. – С. 3–4.
5. Шунтов, В. П. Новые данные о морском периоде жизни азиатской горбуши / В. П. Шунтов // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 116. – С. 3–41.
6. Шунтов, В. П. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах / В. П. Шунтов, О. С. Темных. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 2008. – Т. 1. – 481 с.
7. Шунтов, В. П. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах / В. П. Шунтов, О. С. Темных. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 2011. – Т. 2. – 473 с.
8. Каев, А. М. Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе / А. М. Каев // Изв. ТИНРО. – 2011. – Т. 167. – С. 32–53.
9. Beamish, R. J. A critical size and period hypothesis to explain natural regulation of salmon abundance and the linkage to climate and climate change / R. J. Beamish, C. Mahnken // Progr. Oceanogr. – 2001. – V. 49. – P. 423–437.
10. Klyashtorin, L. B. Climate change and long-term fluctuations of commercial catches: the possibility of forecasting / L. B. Klyashtorin // FAO Fish. Tech. Paper. – № 410. – Rome: FAO, 2001. – 86 p.

11. Кляшторин, Л. Б. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. / Л. Б., Кляшторин, А. А. Любушин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 235 с.
12. Котенёв, Б. Н. Изменение климата и динамика вылова дальневосточных лососей / Б. Н. Котенёв, М. А. Богданов, А. С. Кровнин, Г. П. Мурый // Вопр. промысл. океанографии. – 2010. – Вып. 7, № 1. – С. 60–92.
13. Krovnin, A. S. The association of long-term changes in West Kamchatka pink salmon catches with climate regime shifts in the northern hemisphere / A. S. Krovnin, N. V. Klovach // NPAFC Tech. Rept. – 2012. – № 8. – P. 126–129.
14. Фельдман, М. Г. Выживаемость камчатской горбуши как результат совокупного воздействия плотностной регуляции и внешних факторов среды / М. Г. Фельдман, Е.А. Шевляков // Изв. ТИНРО. – 2015. – Т. 182. – С. 88–114.
15. Бирман, И. Б. Гелиогидробиологические связи как основа для долгосрочного прогнозирования промысловых рыб (на примере лососей и сельди) / И. Б. Бирман // Вопр. ихтиологии. 1973. – Т. 13, вып. 1. – С. 23–37.
16. Суханов, В. В. Спектральный анализ колебаний уловов лососевых рыб Камчатки / В. В. Суханов, И. В. Тиллер // Вопр. ихтиологии. – 2000. – Т. 40, № 2. – С. 241–246.
17. Rachlin, J. W. A bias estimator of the environmental resource base in diet preference studies with fish / J. W. Rachlin, A. Pappantoniou, B. E. Warkentine // J. Freshwater Ecol. – 1987. – V. 4, № 1. – P. 23–31.
18. Каев, А. М. Production trends of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region from the viewpoint of run timing / А. М. Каев // NPAFC Tech. Rept. – 2012. – № 8. – P. 21–25.
19. Каев, А. М. Некоторые методические аспекты прогнозирования численности кеты и горбуши / А. М. Каев // Биология моря. – 1989. – № 2. – С. 61–66.

20. Криксунов, Е. А. Теория пополнения и интерпретация динамики популяций рыб / Е. А. Криксунов // Вопр. ихтиологии. – 1995. – Т. 35, № 3. – С. 302–321.
21. Каев, А. М. О некоторых вопросах формирования численности популяций осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) (*Salmonidae*) Сахалина и о. Итуруп / А. М. Каев // Вопр. ихтиологии. – 1983. – Т. 23, вып. 1. – С. 45–52.
22. Путивкин, С. В. О формировании гидрологического режима нерестилищ анадырской кеты / С. В. Путивкин // Вопр. ихтиологии. – 1989. – Т. 29, вып. 1. – С. 96–103.
23. Каев, А. М. Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) / А. М. Каев, В. М. Чупахин // Вопр. ихтиологии. – 2003. – Т. 43, № 6. – С. 801–811.
24. Lassig, V. R. The effects of a cyclonic storm on coral reef fish assemblages / V. R. Lassig // Environ. Biol. Fish. – 1983. – V. 9, № 1. – P. 55–63.
25. Каев, А. М. Ранний морской период жизни горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* о. Итуруп / А. М. Каев, В. М. Чупахин // Тр. СахНИРО. – 2002. – Т. 4. – С. 116–132.
26. Каев, А. М. О существовании группы риска среди молоди кеты *Oncorhynchus keta* при нагуле в эстуарной зоне // Вопр. ихтиологии. – 1992. – Т. 32, вып. 2. – С. 53–60.
27. Гриценко, О. Ф. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* / О. Ф. Гриценко // Вопр. ихтиологии. – 1990. – Т. 30, вып. 5. – С. 825–835.
28. Каев, А. М. Population dynamics of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region, Russia / А. М. Каев, J. R. Irvin // Bull. NPAFC. – 2016. – № 6. – P. 297–305.
29. Каев, А. М. Результаты количественного учета покатной молоди горбуши в реках восточного побережья Сахалина и южных Курильских островов в 2012 г. и их интерпретация / А. М. Каев, А. А. Антонов, А. В.

- Захаров, Ким Хе Юн, В. А. Руднев // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2012. – Бюлл. № 7. – С. 66–74.
30. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
31. Каев, А. М. О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад в Сахалино-Курильском регионе / А. М. Каев, Л. А. Животовский // Вопр. ихтиологии. – 2017. – Т. 57, № 3. – С. 264–274.
32. Каев, А. М. Развитие некоторых тенденций в динамике стад горбуши восточного Сахалина и южных Курильских островов / А. М. Каев // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2012. – Бюлл. № 7. – С. 135–142.
33. Каев, А. М. Результаты учета покатной молоди горбуши в реках Сахалина и южных Курильских островов / А. М. Каев, А. В. Захаров, В. А. Руднев, А. Н. Таршиков, В. М. Чупахин // Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – 2007. – Бюлл. № 2. – С. 182–186.
34. Ромасенко, Л. В. Покатная миграция молоди горбуши и кеты в некоторых реках Сахалинской области в 2015 г. / Л. В. Ромасенко, А. В. Захаров, В. Д. Никитин // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2015. – Бюлл. № 10. – С. 112–115.
35. Гриценко, О. Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел) / О. Ф. Гриценко. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 248 с.
36. Шершнева, А. П. Особенности ската молоди и некоторые показатели эффективности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в р. Приторной / А. П. Шершнева, А. И. Жульков // Вопр. ихтиологии. – 1979. – Т. 19, вып. 1. – С. 128–133.
37. Каев, А. М. Показатели воспроизводства горбуши северо-восточного побережья острова Сахалин / А. М. Каев, Г. В. Геращенко // Реализация

- «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – 2008. – Бюлл. № 3. – С. 102–106.
38. Каев, А. М. Идентификация происхождения и истории жизни охотоморской кеты *Oncorhynchus keta* по чешуе / А. М. Каев // Вопр. ихтиологии. – 1998. – Т. 38, № 5. – С. 650–658.
39. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 4. Сахалин и Курилы. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 264 с.
40. Шубин, А. О. Распределение, кормовая база и питание молоди горбуши в прибрежье юго-востока Сахалина / А. О. Шубин, Н. А. Федотова, И. А. Сенченко // Тр. СахНИРО. – 1996. – Т. 1. – С. 21–33.
41. Шубин, А. О. Молодь горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* (*Salmonidae*) в ихтиоценозах верхней эпипелагиали шельфа и свала глубин восточного Сахалина и южных Курильских островов в летний период 2002–2004 гг. / А. О. Шубин, Л. В. Коряковцев, С. А. Коваленко, Д. Ю. Стоминок // Тр. СахНИРО. – 2007. – Т. 9. – С. 16–36.
42. Заволокин, А. В. Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в северо-западной части Тихого океана. 2. Сравнительная характеристика и общее состояние / А. В. Заволокин, В. В. Кулик, Л. О. Заварина // Биология моря. – 2014. – Т. 40, № 3. – С. 212–219.
43. Каев, А. М. Подходы к созданию лососевых рыбохозяйственных заповедных зон в Сахалинской области / А. М. Каев, С. Н. Сафронов, В. Д. Никитин, В. Г. Самарский, А. Ю. Семенченко // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. – М.: Изд-во ВНИРО, 2010. – С. 51–59.
44. Земцова, А. И. Климат Сахалина / А. И. Земцова. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 197 с.
45. Каев, А. М. Развитие промысла горбуши в 2016 г. в основных районах её воспроизводства в Сахалинской области / А. М. Каев // Изучение

- тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2016. – Бюлл. № 11. – С. 68–76.
46. Бирман, И. Б. Периодические колебания численности лососевых и солнечная активность / И. Б. Бирман // Тр. ВНИРО. – 1969. – Т. 67. – С. 171–189.
47. Beamish, R. J. Pacific salmon production trends in relation to climate / R. J. Beamish, D. R. Bouillon // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1993. – V. 50, № 5. – P. 1002–1016.
48. Котенёв, Б. Н. Влияние климато-океанологических факторов на состояние основных запасов горбуши в 1950–2015 гг. / Б. Н. Котенёв, А. С. Кровнин, Н. В. Кловач, Н. В. Мордасова, Г. П. Мурый // Тр. ВНИРО. – 2015. – Т. 158. – С. 143–161.
49. Коновалов, С. М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей / С. М. Коновалов // Биологические исследования лососевых. – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1985. – С. 5–25.
50. Шунтов, В. П. Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: задачи, итоги, сомнения / В. П. Шунтов // Вестн. ДВО РАН. – 2000. – № 1. – С. 19–29.
51. Шунтов, В. П. Изученность экологии горбуши на разных этапах жизненного цикла в связи с прогнозированием уловов и управлением ее ресурсами и промыслом / В. П. Шунтов, О. С. Темных // Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – 2010. – Бюлл. № 5. – С. 226–242.
52. Шунтов, В. П. Современные перестройки в морских экосистемах в связи с климатическими изменениями: приоритетность глобальных или региональных факторов? / В. П. Шунтов, О. С. Темных // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2011. – Бюлл. № 6. – С. 49–64.
53. Котенёв, Б. Н. Низкочастотные изменения зимних климатических условий в северо-западной части Тихого океана в 1950–2012 гг. / Б. Н.

- Котенёв, А. С. Кровнин, К. К. Кивва, М. А. Богданов, Н. В. Мордасова, Г. П. Мурый // // Вопр. промысл. океанографии. – 2012. – Вып. 9, № 2. – С. 33–60.
54. Иванков, В. Н. О сезонных расах горбуши / В. Н. Иванков // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 143–151.
55. Иванков, В. Н. Своеобразие популяционной структуры вида у горбуши и рациональное хозяйственное использование этого лосося / В. Н. Иванков // Биология моря. – 1986. – № 2. – С. 44–51.
56. Ефанов, В. Н. К вопросу о внутривидовой дифференциации горбуши залива Анива / В. Н. Ефанов, Л. Д. Хоревин // Изв. ТИНРО. – 1978. – Т. 102. – С. 84–89.
57. Ефанов, В. Н. Популяционная структура горбуши, воспроизводящейся в реках Сахалинской области / В. Н. Ефанов // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 1989. – С. 52–65.
58. Гриценко, О. Ф. О популяционной структуре горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) / О. Ф. Гриценко // Вопр. ихтиологии. – 1981. – Т. 21, вып. 5. – С. 787–799.
59. Каев, А. М. Временная структура миграционного потока горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Охотское море / А. М. Каев // Изв. ТИНРО. – 2002. – Т. 130. – С. 904–920.
60. Каев, А. М. Темпоральная структура и некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) / А. М. Каев // Вопр. ихтиологии. – 2012. – Т. 52, № 1. – С. 62–71.
61. Лососи–2017 (путинный прогноз) / под редакцией О. С. Темных. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2017. – 118 с.
62. Каев, А. М. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorduscha* / А. М. Каев // Вопр. ихтиологии. – 2018. – Т. 58. – В печати.

63. Каев, А. М. Итоги промысла горбуши и кеты на Сахалине и южных Курильских островах в 2017 г. / А. М. Каев // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке». – 2017. – Бюлл. № 12. – В печати.
64. Каев, А. М. Прогноз и фактическое развитие промысла горбуши в 2015 г. в основных районах ее воспроизводства в Сахалинской области / А. М. Каев, М. Е. Сидоренко // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – 2015. – Бюлл. № 10. – С. 35–40.
65. Шунтов, В. П. Пространственная дифференциация азиатской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* во время анадромных миграций в 1995 г. 1. Численность, распределение в море и миграции / В. П. Шунтов, О. С. Темных // Вопр. ихтиологии. – 1996. – Т. 36, № 6. – С. 808–816.
66. Шунтов, В. П. Пространственная дифференциация азиатской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* во время анадромных миграций в 1995 г. 3. Региональные различия размерно-весовых и морфометрических показателей / В. П. Шунтов, О. С. Темных // Вопр. ихтиологии. – 1997. – Т. 37, № 3. – С. 307–315.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Библиографический список публикаций, отражающих результаты работы

- статьи:

1. Каев А. М., Животовский Л.А. О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад в Сахалино-Курильском регионе // Вопр. ихтиологии. – 2017. – Т. 57, № 3. – С. 264–274. (Scopus).

2. Каев А. М., Ромасенко Л.В. Горбуша и кета острова Кунашир (промысел, воспроизводство, структура стада). Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2017. В печати.

3. Каев А. М. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*. – В печати. (Scopus).