

**МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА РАЗМЕРНОГО СОСТАВА
ЧЁРНОГО ПАЛТУСА *REINHARDTIUS
HIPPOGLOSSOIDES* В ОХОТСКОМ МОРЕ КАК МАРКЕР
ВАЛИДНОСТИ ОЦЕНОК ЕГО ВОЗРАСТА**

© 2025 г. А.Н. Вдовин (spin: 8001-9310), Н.Л. Асеева (spin: 8424-4744)

Тихоокеанский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»,
Россия, Владивосток, 690060
E-mail: vdovinan1955@mail.ru

Поступила в редакцию 15.07.2024 г.

Представлены результаты расчётов по вкладу поколений в размерный состав уловов чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides*. По вычислению отклонений доли размерного класса конкретного поколения от среднемноголетней доли в уловах можно проследить этот вклад у урожайных и низкоурожайных поколений в течение нескольких лет. Межгодовая динамика вклада поколения проявлялась благодаря наличию доминирующей возрастной группы в размерном классе. Полученные результаты позволяют говорить о валидности оценок возраста с 4-х до 11-ти лет.

Ключевые слова: чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides*, размеры, возраст, поколения.

ВВЕДЕНИЕ

Чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides* широко распространён в северном полушарии амфибореальный вид, обитающий в умеренно холодных водах (Смирнов, 2002). В водах России этот вид повсеместно встречается в Баренцевом, Беринговом и Охотском морях (Фадеев, 1987; Смирнов, 2006).

Поскольку чёрный палтус имеет высокую коммерческую ценность, в изучение его биологии освещались различные прикладные аспекты, в том числе и такие, как определение возраста, включая том числе и возраст полового созревания. В публикациях по этой теме отчётливо выделяются две категории статей. В первой категории статей рыбам, достигшим половой зрелости (длина 40–60 см), присваивался возраст 5–9 лет (Смирнов, 2006; Кузнецова и др., 2018; Мазникова и др., 2018); во второй – рыбы аналогичного размера относились к возрасту 6–18 лет (Gregg et al., 2006; Бадаев

и др., 2023). Возраст полового созревания имеет решающее значение при определении доли изъятия эксплуатируемого запаса (Малкин, 1995).

В большинстве работ по определению возраста рыб (не только чёрного палтуса) в их методической части рассматриваются различные особенности способов определения возраста. В качестве критерия валидности возрастных оценок, зачастую, рассматриваются методические особенности при определении возраста. Сопряжённость возрастных оценок с межгодовой динамикой размерного состава рассматривается редко, несмотря на множество рекомендаций в литературе (Никольский, 1974; Рикер, 1979; Буслов, Овсянников, 2019).

Цель работы – сопоставление имеющейся в литературе информации с собственными данными и данными по размерному составу уловов чёрного палтуса для определения валидности его возрастных оценок по авторской методической разработке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данные по размерному составу из траловых уловов чёрного палтуса в Охотском море собирались преимущественно в научно-исследовательских (83%) и в промысловых рейсах (17%). Материалы из уловов донных сетей и крючкового донного яруса нами не использовались. Для оценки размерного состава рекомендуется использовать активные орудия лова (в первую очередь тралы и невода), которые характеризуются значительно меньшей селективностью, чем пассивные (Трещёв, 1974, 1983; Зиновьев, Мандрица, 2003). Использовалась самая надёжная и, что важно, непрерывная информация, собранная в 1985–2012 гг. В траловых уловах было промерено 27 271 особей. Большинство промеров было сгруппировано по 5-ти сантиметровым размерным классам, что привело нас к необходимости работать в таком линейном масштабе.

Объём выборки, формирующей размерно-возрастной ключ, включал 1 596 особей длиной 20,8–98 см, у которых был определён возраст. Возрастные оценки (число полных лет) колебались от 1 до 18.

Методические основы определения возраста чёрного палтуса были разработаны более сорока лет назад Л.С. Кодоловым. В качестве регистрирующих структур использовались чешуя и отолиты. Определением возраста занималось несколько сотрудников, но основной вклад был сделан Л.П. Николенко. Планировались публикации по методике определения возраста и росту чёрного палтуса, но, к сожалению, эти планы не были реализованы.

В том виде, каким мы пользуемся, размерно-возрастной ключ был сформирован одним из авторов нашей работы – Н.Л. Асеевой. За образец были взяты таблицы размерно-возрастных ключей по камбаловым (*Pleuronectidae*) (Дьяков, 2011).

Возрастные оценки давались как полное число лет. Усреднённые данные ключа позво-

лили построить кривую роста чёрного палтуса Охотского моря (рис. 1).

Распределение наших усреднённых данных хорошо аппроксимируется степенной регрессией и, более того, оказалось сходным с таковым, построенным по данным Кузнецовой с соавторами (2018) (рис. 1). Авторы этой работы для описания роста использовали популярное уравнение Берталанфи. Уравнения $L1$ и $L2$ характеризуются высокими (близкими к 1) коэффициентами детерминации. Простые степенные соотношения являются достаточно близкими к выборочным распределениям. Кроме того, согласно модели Берталанфи приросты старших возрастных групп стабилизируются и кривая роста выходит на плато, чего в действительности не наблюдается. Несколько лет назад мы пришли к выводу, что кривая роста Берталанфи только указывает тренд динамики и в меньшей степени отражает её реальность (в том числе и предельную длины рыб) (Вдовин и др., 2015). Популярность уравнения Берталанфи, на наш взгляд, объясняется наличием множества пакетов прикладных программ (Мельникова, 2018).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Размеры массового полового созревания по данным Кузнецовой с соавторами (2018) составляют 41–61 см, а соответствующие этим размерам возрастные оценки составляют 4–7 лет. Поскольку речь идёт только о диапазонах размерных и возрастных показателей, а не о точных цифрах, то наши данные практически совпадают с результатами этих авторов. Есть небольшие расхождения при расчётах предельного возраста по уравнениям $L1$ и $L2$ (рис. 1). Предельная длина чёрного палтуса по данным Тупоногова и Кодолова (2014) составляет 130 см. Есть и другие публикации, где даются величины, близкие к указанному размеру. Однако вероятность поимки аномально крупных особей ничтожно мала. В нашем массиве данных, объём которого более 28 тыс. экз., самая крупная особь дости-

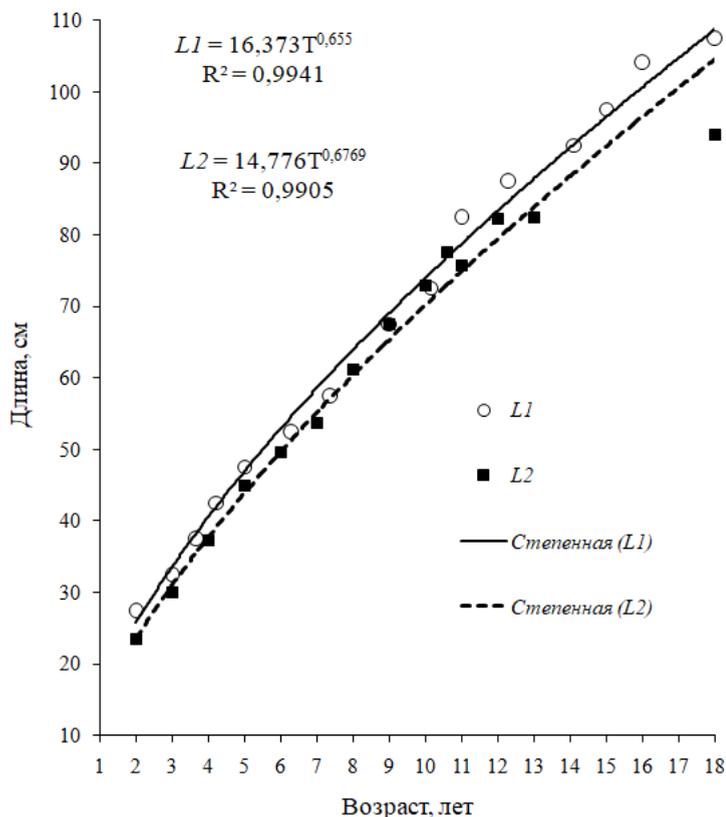


Рис. 1. Рост чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* Охотского моря: *L1* – данные авторов, *L2* – Кузнецова и др., 2018.

гала 110 см, что в относительном выражении составляло всего 0,004%.

По уравнению *L1*, при длине 110 см возраст может достигать 19 лет, а при длине 130 см – 24 года. Соответствующие оценки возраста для уравнения *L2* составят 20 и 25 лет.

В большинстве уловов, имеющих промысловое значение (более 0,3 т), диапазон размерного ряда составляет 20–90 см, что составляет 97,1% от всех промысловых рыб (рис. 2).

Модальные размерные классы охватывали интервал от 40 до 60 см (66,6%). В большинстве случаев (75%) модальная группа была представлена рыбами от 50 до 55 см. В целом, в исследованной выборке доля её в уловах колебалась от 9,1 до 35,6% составляя в среднем, 21,9%. Соответствующие показатели по выборке из тех промыслов, где такие рыбы

являлись модальной группой, составляют 18,5–35,6% и 23,7%.

Как правило, вклад отдельного поколения по размерным группам, удавалось проследить, начиная именно с размерного интервала 50–55 см. В дальнейшем, для лаконичности изложения размерные классы мы будем именовать по их центру распределения. К примеру, этот класс будет иметь наименование 52,5 см.

У отдельных видов рыб, в частности, у охотоморского минтая *Gadus chalcogrammus*, вклад размерных когорт урожайного поколения на мультимодальных размерных рядах может прослеживаться 7–9 лет (Овсянников, 2009; Буслов, Овсянников, 2019). При сочетании урожайных поколений с неурожайными (различия в урожайности относились к разным порядкам) вклад урожайного поколения мог быть замечен при простом сопоставлении графиков.

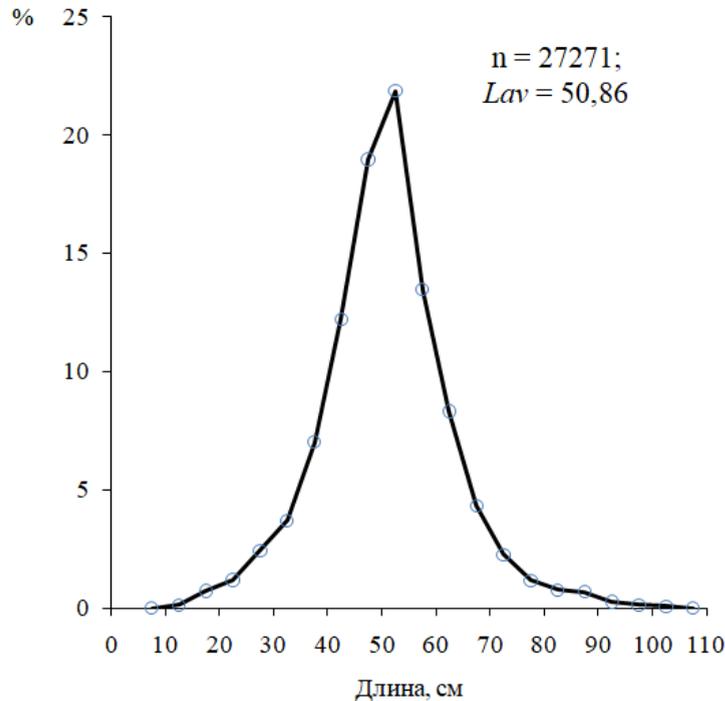


Рис. 2. Размерный состав чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* Охотского моря в 1985 – 2012 гг.

Подобный метод может быть надёжен только для рыб с выраженной динамикой численности. Чёрному палтусу, как и большинству представителей камбаловых Pleuronectidae, резкие колебания численности не свойственны (Смирнов, 2006). Численность возрастных групп 5+ и 8+ разных поколений более, чем в 2 раза не различается.

Тем не менее, по нашим данным, вклад некоторых урожайных поколений удавалось проследить визуально в течении 4-х – 5-ти лет. Визуальный анализ затруднён, потому что в каждом 5-ти сантиметровом интервале присутствует несколько возрастных групп (рис. 3).

Тем не менее, в каждом размерном интервале 42,5–82,5 см доминирует одна возрастная группа. Однако явное доминирование (более 50%) наблюдается только в интервале 52,5–67,5 см, что соответствует четырёхлетнему периоду, который удаётся проследить визуально.

При сопоставлении относительного вклада размерных групп в конкретный год сбора материала со среднемноголетними долями формализованные результаты оказались проще и объективнее визуального анализа.

Отклонение от среднемноголетних оценок выражалось как частное:

$$f_d = f_i / f_{av} \quad (1),$$

где f_d – отклонение от среднемноголетней доли размерного класса, f_i – доля размерного класса в размерном ряду i – года сбора материала, f_{av} – среднемноголетняя доля размерного класса.

Используя данный подход, удалось проследить вклад урожайных и неурожайных поколений в течение 6–8 лет (рис. 4). Разумеется, по среднеурожайным поколениям никаких тенденций не прослеживалось.

Таким образом, ориентируясь на доминирующий возраст в диапазоне 42,5–77,5 см с большой долей уверенности можно говорить о валидности возрастных оценок с 4-х до 11-ти лет.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные нами результаты по вкладу поколений в размерный состав уловов чёрного палтуса позволяют говорить о валид-

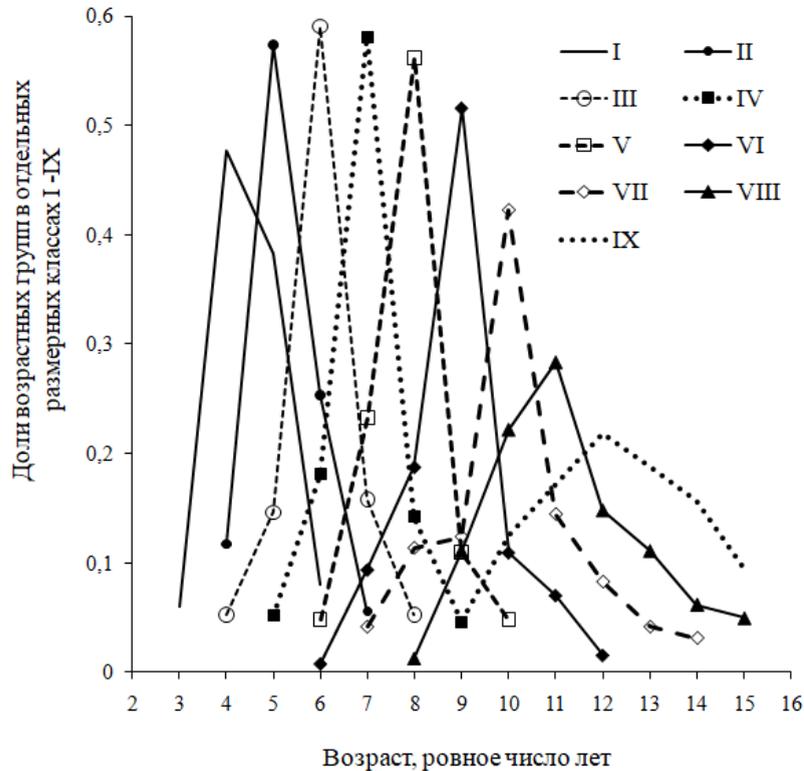


Рис. 3. Возрастной состав размерных групп чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Охотском море: I – 42,5 см, II – 47,5 см, III – 52,5 см, IV – 57,5 см, V – 62,5 см, VI – 67,5 см, VII – 72,5 см, VIII – 77,5 см, IX – 82,5 см.

ности оценок возраста с 4-х до 11-ти лет. При вычислении отклонений доли размерного класса конкретного поколения от среднемноголетней доли в уловах для анализа можно использовать не только урожайные, но и низкоурожайные поколения.

В этот возрастной диапазон входит этап массового полового созревания – 4-7 лет, что соответствует результатам ряда исследователей (Смирнов, 2006; Кузнецова и др. 2018; Мазникова и др., 2018). Известная предельная длина чёрного палтуса составляет 130 см. По нашим данным (уравнение $L1$) возраст такой рыбы может составлять 24 года. Можно предположить, что, вследствие индивидуальной изменчивости роста, аномально крупные рыбы могут иметь большую продолжительность жизни. Собственно говоря, рассуждения о предельном возрасте чёрного палтуса носят только гипотетический характер. Достижение особями этого вида размера более 110 см можно рассматривать как аномальное

явление, которое пока никем не анализировалось. Прикладного значения данный показатель также не имеет.

Ключевое значение имеет возраст полового созревания, поскольку этот показатель используется в расчётах для доли изъятия (Малкин, 1995). Отдельные исследователи справедливо акцентируют на этом внимание (Бадаев и др., 2023). По их мнению, доля изъятия, составляющая 10% для некоторых рыбопромысловых районов дальневосточного бассейна России, была рассчитана неправильно из-за заниженных оценок возраста, полученных их коллегами.

Мы не будем углубляться в методы расчёта этого важного показателя. Их существует множество, включая и ориентацию на биологические показатели без каких-либо расчётов. Для обсуждаемой темы важнее аспект о корректности возрастных оценок. Остановимся только на одном примере из публикации указанных авторов. Особи длиной 56 см присваи-

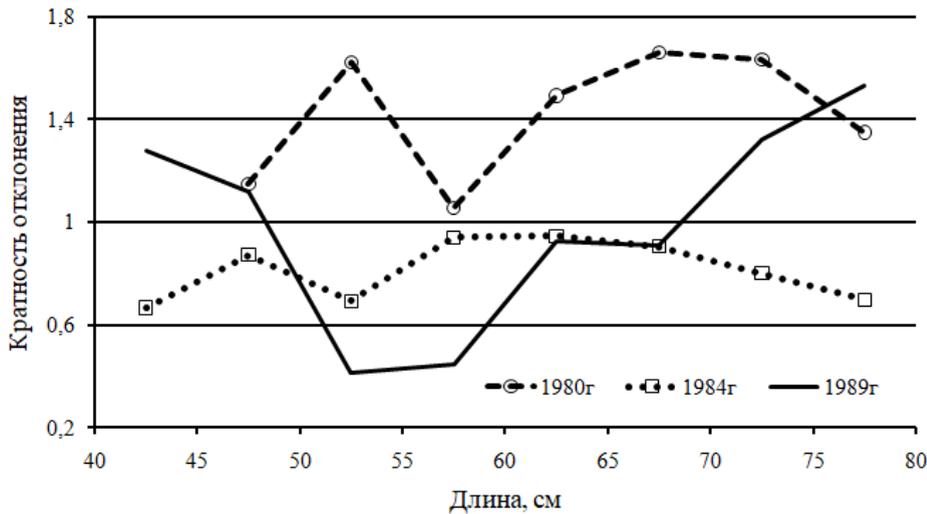


Рис. 4. Отклонения вклада поколений в размерном составе уловов чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Охотском море в 1985–2012 гг. 1980, 1984 и 1989 гг. – годы рождения урожайного, среднеурожайного и низкоурожайного поколений. Остальные пояснения в тексте.

вается возраст в 25 лет. В качестве доказательств приводятся мнения других исследователей, которых мы в начале нашей работы отнесли ко 2-й категории. И в работе Бадаева с соавторами (2023), и в работах цитируемых ими авторов обсуждаются преимущества методов определения возраста, которые сводятся к сопоставлению различных параметров.

Размер 56 см соответствует интервалу 57,5 см, который, по нашим данным, включает возрастной ряд 5–9 лет. Доминирующей возрастной группой являются семилетки, что более чем в три раза меньше 25-летнего возраста. Однако наши данные именно в этом размерном интервале хорошо согласуются с межгодовой динамикой размерного состава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вклад поколений в размерный состав уловов чёрного палтуса определялся по отклонению от среднемноголетней доли определённого размерного класса. Величины отклонений у урожайных и низкоурожайных поколений были значительными у массовых размерно-возрастных групп. Используемый нами подход позволяет говорить о валидности оценок возраста чёрного палтуса с 4-х до 11-ти лет.

По нашим данным в этот возрастной диапазон входит этап массового полового созревания – 4–7 лет. Оценки возраста массового полового созревания, которые имеет важное прикладное значение, у одних исследователей близки к нашим результатам, у других выше в разы. Рассуждения о корректности определения возраста или отсутствуют, или сводятся к самой методике определения.

Мы полагаем, что методология определения возраста не может быть единственным критерием объективности собственных результатов. Корректность экспериментальных данных логичнее оценивать натурными данными, которые никак не связаны с методикой эксперимента.

Благодарность

Мы выражаем искреннюю благодарность бывшим сотрудникам ТИНРО, ушедшим из жизни, к. б. н. Л.С. Кодолову и Л.Н. Николенко.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бадаев О.З., Черниенко И.С., Овсянникова С.Л. Сравнительный анализ оценок возраста чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* северо-западной части Тихого океана на основе различных методичес-

- ких подходов // Изв. ТИНРО, 2003. Т. 203. № 2. С. 342–356.
- Буслов А.В., Овсянников Е.Е. Валидность оценок возраста минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) восточной части Охотского моря по отолитам // Биология моря, 2019. Т. 45. № 5. С. 349–355.
- Вдовин А.Н., Четырбоцкий А.Н., Четырбоцкий В.А. Компьютерное моделирование динамики роста рыб (на примере южного однопёрого терпуга *Pleurogrammus azonus*). Часть II // Информационные технологии, 2015. Т. 21. № 3. С. 187–192.
- Дьяков Ю.П. Камбалообразные (Pleuronectiformes) Дальневосточных морей России (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2011. 428 с.
- Зиновьев Е.А., Мандрица С.А. Методы исследования пресноводных рыб: Учебное пособие по спецкурсу. Пермь: Пермский ун-т, 2003. 113 с.
- Кузнецова Е.Н., Антонов Н.П., Мазникова О.А., Трофимова А.О. Современная характеристика роста чёрного палтуса северо-западной части Берингова моря // Тр. ВНИРО, 2018. Т. 171 С. 80–94
- Мазникова О.А., Новиков Р.Н., Датский А.В., Новикова С.В., Орлов А.М. Современное состояние промысла чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* (Pleuronectidae) в западной части Берингова моря и у восточного побережья Камчатки // Вопр. рыболовства, 2018. Т. 19. С. 42–57.
- Малкин Е.М. Принцип регулирования промысла на основе концепции репродуктивной изменчивости популяций // Вопр. ихтиологии, 1995. Т. 35. № 4. С. 537–540.
- Мельникова Е.Б. Составление уравнения роста Бергаланфи с использованием прикладных компьютерных программ для черноморского шпрота и хамсы // Тр. ВНИРО, 2018. Т. 170. С. 47–54.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 447 с.
- Овсянников Е.Е. Оценка урожайности поколений минтая в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО, 2009. Т. 157. С. 64–80.
- Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.
- Смирнов О.В. Биология, промысел и динамика запасов чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) норвежско-баренцово-морской популяции: Автореф. дис. ... канд. Биол. Наук. М.: ВНИРО, 2002. 24 с.
- Смирнов О.В. Чёрный палтус норвежско-баренцово-морской популяции. Мурманск: ПИНРО, 2006. 113 с.
- Трещев А.И. Научные основы селективного рыболовства. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 446 с.
- Трещев А.И. Интенсивность рыболовства. М.: Лёг. и пищ. пром-сть, 1983. 236 с.
- Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский остров, 2014. 336 с.
- Фадеев Н.С. Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). М.: Агропромиздат, 1987. 175 с.
- Gregg J.L., Anderl D.M., Kimura D.K. Improving the precision of otolith-based age estimates for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) with preparation methods adapted for fragile sagittae // Fish. Bull, 2006. V. 104, Iss. 4. P. 643–648.

**INTERANNUAL DYNAMICS OF THE SIZE COMPOSITION
OF THE HALIBUT *REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES*
IN THE SEA OF OKHOTSK AS A MARKER OF THE
VALIDITY OF ESTIMATES OF ITS AGE**

© 2025 г. А.Н. Vdovin, N.L. Aseeva

*The Pacific branch of the State Science Center
of the «VNIRO», Russia, Vladivostok, 690091*

The results of calculations on the contribution of generations to the size composition of catches of black halibut *Reinhardtius hippoglossoides* are presented. By calculating the deviations of the proportion of the size class of a particular generation from the average annual share in catches, this contribution can be traced in high-yielding and low-yielding over several years. The interannual dynamics of the generation's contribution was manifested due to the presence of a dominant age group in the size class. The results obtained allow us to speak about the validity of age estimates from 4 to 11 years old.

Keywords: Black halibut *Reinhardtius hippoglossoides*, size, age, generations.