

## **ОПИСАНИЕ ФАЙЛА**

Статья. — Вопросы географии Камчатки. — Выпуск 16. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2021. — С. 69-79. В статье В.Е. Пинигина впервые предложен новый подход к изучению динамики численности северных морских котиков на Камчатке. Для этого автор применил разработанный академиком М.А.Проскуряковым высокочувствительный метод и методологическую основу хронобиологического анализа природных биоценозов. Констатировано, что применение метода М.А.Проскурякова позволяет на статистически значимом уровне решать задачи количественных оценок степени биологической устойчивости и ресурсной перспективности природных популяций морских котиков. Помогает отслеживать скорость, направление, величину изменения их численности, определять уязвимость и адаптационную стратегию популяций морских котиков. Дает возможность развития нового направления исследований для рационального и эффективного использования этих морских животных в режиме времени трансформации климата Земли.

**Далее размещен файл статьи**

**КАМЧАТСКОЕ КРАЕВОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА  
КАМЧАТСКИЙ ФИЛИАЛ  
ТИХООКЕАНСКОГО ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ ДВО РАН**

*80-летию  
Камчатского краевого отделения  
Русского географического общества  
посвящается*

**ВОПРОСЫ  
ГЕОГРАФИИ  
КАМЧАТКИ  
ВЫПУСК ШЕСТНАДЦАТЫЙ**

**Петропавловск-Камчатский  
Издательство «Камчатпресс»  
2021**

**ББК 26.89 (2Р-4Камч)**

**В74**

**Редакционная коллегия выпуска № 16:**

С. И. Вахрин, Г. А. Карпов, Т. Р. Михайлова (секретарь),  
А. М. Токранов (редактор)

Печатается по решению Совета  
Камчатского краевого отделения Русского географического общества  
(протокол № 2 от 19 февраля 2021 г.)

**ISBN 978-5-9610-0387-1**

© Камчатское краевое отделение  
Русского географического общества, 2021  
© Камчатский филиал Тихоокеанского  
института географии ДВО РАН, 2021

## ХРОНОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ МОРСКИХ КОТИКОВ НА КОМАНДОРСКИХ ОСТРОВАХ

### Application of the chronobiology analysis for the rating of numbers *Callorhinus ursinus* L. on the Commander islands

*В статье представлены результаты применения метода хронобиологического анализа для исследования динамики численности северных морских котиков (*Callorhinus ursinus* L.) на Командорских островах. Даны статистические оценки уровней значимости, динамики смещения, направления и скорости изменения численности котиков, а также коэффициентов детерминации и основанный на них количественный анализ уязвимости популяции котиков.*

*The article presents the results of the using methods of chronobiology analysis of the numbers of the fur seals on the Commander islands. The correlation's of relation of the dates, the index of determination, rate of assailability, the speed, the size, vector and dynamic of displacement of the numbers fur seals were obtained.*

Глобальная трансформация климата определяет острую необходимость в поиске новых методических решений для анализа сопряженных с этим изменений в биоценозах нашей планеты. В данной связи широкое применение может найти разработанная академиком М. А. Проскураковым научно-методологическая основа и метод хронобиологического анализа природных изменений биоценозов, формирующихся с участием растений и животных. Высокая чувствительность предложенного им метода хронобиологического анализа была достигнута за счет того, что биоценозы исследовались как процессуальные экосистемы, работающие в режиме

изменяющегося климата Земли. При этом для реализации идеи количественного анализа уязвимости биологических экосистем автору метода удалось привлечь накопленную в науке теоретическую базу и алгоритмы корреляционного, регрессионного анализа, анализа рядов динамики, а также статистическую обработку данных с помощью программ ЭВМ [Проскураков, 2012]. В результате метод М. А. Проскуракова позволил исследовать крупные массивы фактических материалов наблюдений, за любые периоды трансформации климата и притом на статистически значимом уровне.

Целесообразность и приоритет данного

решения проблемы подтвердились двадцатипятилетними авторскими исследованиями М. А. Проскурякова, объектами которых служили разные таксоны растений и представители самого многочисленного класса животных на земле – насекомых [Проскуряков, 2012]. Его научно-методическая основа и метод хронобиологического анализа биоценозов теперь уже апробированы в широком диапазоне географических условий: от резко континентальных режимов равнинных предгорий и гор Северного Тянь-Шаня, пустынь и тугайных растительных сообществ Южного Прибалхашья (труды М. А. Проскурякова), до Камчатки с ее муссонным климатом (работы В. Е. Пинигина) и субтропиков Крыма (публикации С. П. Корсаковой и ее докторская диссертация «Методологические основы экологического моделирования и прогнозирования реакции растений на изменения климата», 2019).

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В масштабе новейшей истории исследуемый в настоящей статье интервал времени занимает лишь небольшой её фрагмент – с 1958 по 1973 гг., что связано с вступлением в действие Второй Международной Конвенции по сохранению котиков в северо-западной части Тихого океана, заключённой между нашей страной, США, Канадой и Японией. Буквально в то же время, в подтверждение действенности принятых мер, стала увеличиваться численность этих морских зверей, которые образовали новое промысловое северо-западное лежбище на одноимённом мысе острова Беринга [Никулин, 1967; Нестеров, 1979; Челноков, 1985; Чугунков, 1985].

С 1958 г. промысел котиков на Командорских островах проходил уже «под флагом» вступившей в действие конвенции. К середине 1960-х гг. котиковое стадо достигло наилучшего состояния при оптимальном соотношении возрастной и половой структуры промысловых возрастных групп [Мара-

ков, 1972; Болтнев, 2011]. Однако с середины 1960-х гг. стало заметным снижение численности по подходу промысловых категорий зверей к островам, стабилизировалась численность приплода, выявилась диспропорция в численном соотношении секачей и самок. К началу 70-х годов прошлого века стала очевидной причина депрессивного состояния лежбищ. [Минеев и др., 1975; Мымрин и др., 1979]. Так, по результатам применения элементарного математического анализа [Бородин, Владимирова, 1975] рассчитанная общая теоретическая численность секачей на Командорах составила в 1973 г. 1787 голов. А при принятой норме соотношения самок и самок 1 : 40 плюс 50 % резерва, секачей должно быть не менее 2,9–4-х тыс. голов. По мнению авторов, явный дефицит секачей и, как следствие, уменьшение количества беременных самок (при коэффициенте беременности по выборке в пелагической добыче в исследовательских целях  $0,7 \pm 0,5$ ) возникло из-за неуклонного замещения группы секачей молодыми самцами. Так, в поколениях 1960–1964 годов выборкой холостяков составил 40–50 % от числа родившихся, в то время как максимальная их добыча не должна была превышать 27 %.

Такое же депрессивное состояние популяции отмечено упомянутыми авторами [Бородин и др., 1975] в современном состоянии популяции котиков на острове Тюленьем.

О влиянии природных очаговых инфекций на численность морских котиков говорят исследования А. А. Тимофеевой и др. [1975]. Авторы отмечают «зависимость снижения показателя смертности детёнышей морского котика и уменьшения секачей в стаде, хотя в целом депрессия численности половозрелых самцов этого вида обуславливает повышение яловости самок и снижение численности всего стада».

На островах Курильской гряды А. Е. Кузин [1975], проводя регулярные наблюдения с 1964 г., оценивает общую численность котиков в 24482 головы, в том числе: 1189 секачей, 12277 самок и холостяков и 11016 щен-

ков. Говорить о промысле этой группы котиков до возрождения некогда угасших лежбищ на островах преждевременно. Естественное соотношение секачей и самок котиков здесь благоприятное для роста численности [Кузин, 1975].

Самой примечательной для дальнейшего изложения нашего обзора на «фоне» некоторых противоречивых суждений упомянутых авторов, следует выделить работу Чупахиной [1975]. Автор обращает внимание на «увеличение численности котиков с 1600 особей в 1908 г. в 9 раз к 1938 г. и значительные колебания в связи с промыслом с 1955 по 1974 гг. А на основе установления положительной корреляции между численностью секачей и величиной приплода котиков можно считать, что количество ежегодно рождающихся детёнышей зависит от полового соотношения в популяции». Далее он констатирует, что «оценка достоверности этого показателя, определённая по величине критерия соответствия ( $\chi^2$ -квadrat), не подтверждает высокую степень связи между этими данными – всего 17 % общей вариации (величина приплода) зависят от изменчивости связанного с ним признака (количества секачей). Следовательно, кроме нерационального выбоя самцов в стаде о. Тюлений действуют также и другие причины, снижающие численность поколений».

К началу наших исследований опыта применения хронобиологического анализа (ХБА) для изучения морских млекопитающих еще не имелось. Но с выходом в свет исследований по хронобиологическому анализу биоценологических систем [Проскуряков, 2009, 2012, 2015 а, б] это стало уже возможным. В данной связи целью нашей работы ставилось применить и оценить эффективность предложенного М. А. Проскуряковым метода хронобиологического анализа для исследования материалов по динамике численности популяции северного морского котика в период глобальной трансформации климата на Командорских островах.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для написания данной статьи послужили результаты работы коллектива учёных Камчатского отделения Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии, инспекторского состава Командорской инспекции Камчатского бассейнового управления по охране рыбных запасов и регулированию рыболовства, специалистов Командорского зверокомбината Камчатрыбпрома. Автор принимал непосредственное участие в работах на лежбище Северном о. Беринга (рис. 1) с 1964 по 1969 гг. со времени появления котиков в мае и до их ухода с островов в октябре, выполняя должностные обязанности инспектора рыбоохраны Камчатрыбвода по охране морских котиков, взаимодействию с научными сотрудниками Камчатского отделения Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии по всем работам, проводимым на лежбищах и обмену информацией по результатам работ (учёт зверей, их мечение, формирование промысловых отгонов, сведения о забое, выбраковка больных и травмированных котиков и др.) [Пинигин, 1967, 1975, 1979, 1982, 1988]. За период с 1958 по 1973 гг. мы имели 15 временных рядов численности популяции северного морского котика.

В задачи исследований входило: рассчитать величины корреляционных отношений между исследуемыми параметрами численности популяции котика и режимом времени изменения среды их обитания; выяснить уровень статистической значимости полученных характеристик; построить графические линии регрессии, отражающие временной ход изменения численности популяции котика на Командорских островах; определить скорость, направления и величины смещения исследуемых параметров популяции котика в режиме времени изменения климата Земли; проанализировать динамику биологической устойчивости и ресурсной

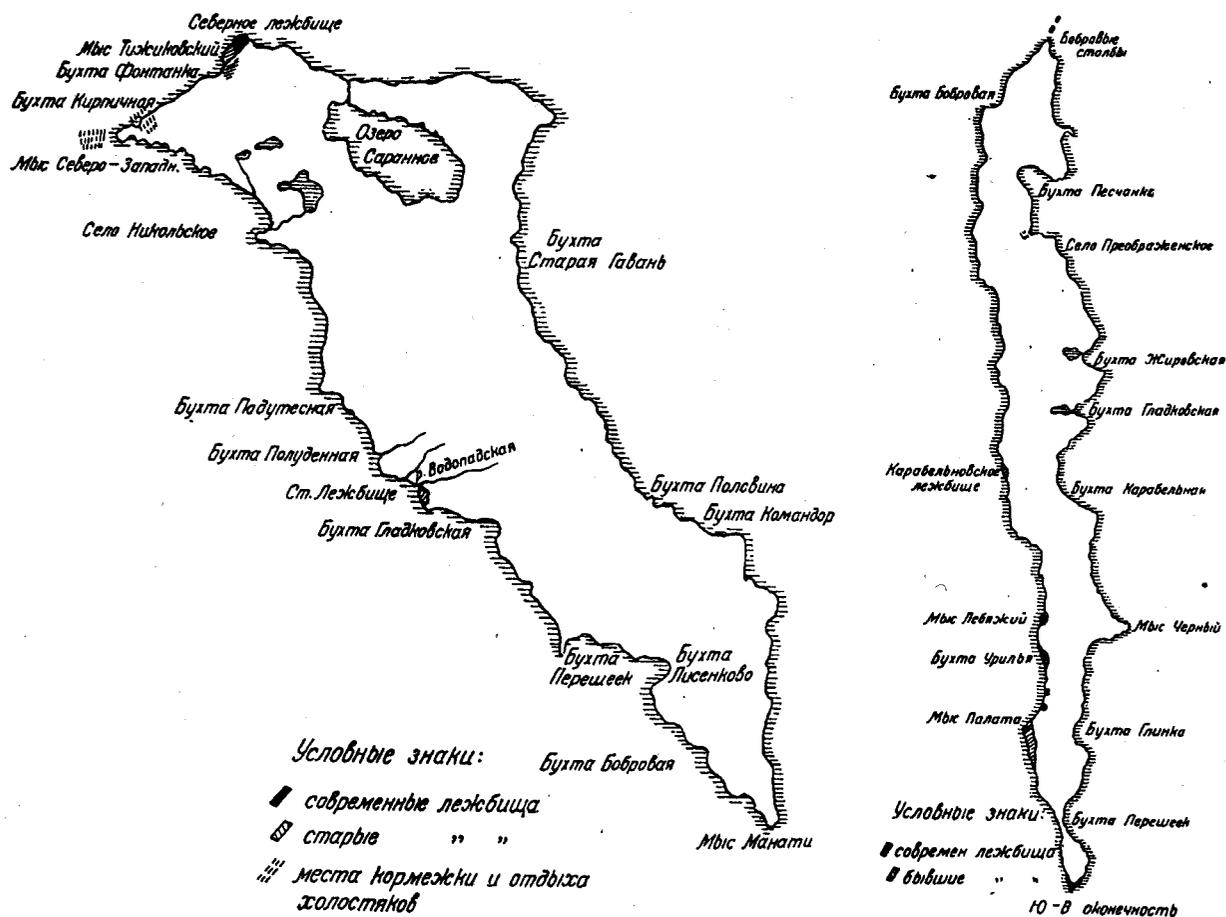


Рис. 1. Острова Беринга (слева) и Медный (справа) [по Ильиной, 1950: 200, 204]

перспективности природной популяции котиков; дать количественную оценку степени уязвимости характеристик динамики популяции котика при комплексном влиянии всей совокупности действующих факторов среды их обитания.

При решении этих задач нами учитывалось, что биологические объекты рассматривались М. А. Проскуряковым как хронобиологические процессуальные системы, которые с изменением условий обитания проявляют определенную последовательность состояний во времени. С целью фильтрации «шума», обусловленного колебаниями среды обитания, применялся корреляционный и регрессионный анализ. Учитывая нелинейный характер реакции растительных и животных объектов на изменения среды их обитания для оценки тесноты (силы) связи М. А. Проскуряковым применялся не коэффициент корреляции (r), а корреляционное отношение ( $\eta_{yx}$ ) и ко-

эффициент детерминации ( $d_{yx} = \eta_{yx}^2$ ). Входом в такую процессуальную систему является период жизни – временной интервал лет, когда ведутся наблюдения. Выходом из этой системы – данные, полученные по результатам наблюдений в режиме времени ее работы. Исследуя связь между входом и выходом системы (путём использования аппарата вероятностных и статистических методов), можно анализировать её поведение, даже не зная, как работают ее внутренние компоненты [Проскуряков, 2012, 2015]. К числу процессуальных можно отнести все природные биологические экосистемы, поскольку работа каждой из них как раз и отражается последовательностью смены её состояний в режиме времени [Проскуряков, 2012, 2015]. Методология и метод применения хронобиологического анализа по М. А. Проскурякову позволяют эффективно учитывать и действие закона пространственно-временной циклич-

ности движения свойств живых организмов природных экосистем.

В приложении к нашей задаче методика ХБА предусматривает, что в качестве независимой переменной выступает фактор времени (X), а зависимой – изменяющаяся численность котиков (Y). Для исследования данной процессуальной системы мы применили алгоритм, а также формулы корреляционного и регрессионного анализа, рекомендуемые М. А. Проскуряковым на 52–56 страницах его монографии [Проскуряков, 2012]. Поэтому здесь на них подробно останавливаться не будем. Отметим лишь, что по результатам таких расчётов были получены: оценки корреляционного отношения ( $\eta_{yx}$ ), их ошибка ( $\pm t_{05}S_{\eta}$ ), критерий существенности ( $t_{факт.}$ ), доверительный интервал корреляционного отношения, коэффициент

детерминации ( $d_{yx}$ ). На данной основе нами был выполнен количественный анализ степени уязвимости, скорости, направления смещения линии регрессии как регулярной (системной) компоненты. В итоге удалось полнее использовать чувствительность временных рядов численности котиков.

Расчеты групповых средних (каждая за три года), представленные в табл. 1, дали нам координаты линий регрессии и позволили построить линии регрессии, отражающие временной ход изменения характеристик в динамике численности котиков (рис. 2). Это помогло выявить основную компоненту динамики изменения численности котиков. Причём, в режиме времени непрерывного и циклично флюктуирующего интегрального воздействия всех факторов среды их обитания.

**Таблица 1.** Данные для построения линии регрессии численности морских котиков на Командорских островах\*

Кол-во секачей			Кол-во гаремных секачей			Кол-во приплода		
Годы (групповое среднее)	Число наблюдений	Численность (групповое среднее)	Годы (групповое среднее)	Число наблюдений	Численность (групповое среднее)	Годы (групповое среднее)	Число наблюдений	Численность (групповое среднее)
1960	3	1479	1960	3	922	1960	3	37099
1963	3	3916	1963	3	2114	1963	3	54615
1966	3	5310	1966	3	2394	1966	3	58299
1969	3	3711	1969	3	2321	1969	3	59200
1972	3	1816	1972	2	1387	1972	3	60425

\*В связи с ограниченным объёмом статьи в сокращённом (модельном) варианте построены и описаны графические линии регрессии для всей популяции котиков Командор без разбивки по лежбищам, данные о добытых котиках см. табл. 2, 3; рис. 2.

Таблица 1, используемая для построения линии регрессии, является извлечением групповых средних величин из рабочих таблиц расчётов корреляционных отношений общей численности на всех лежбищах Командор: секачей, гаремных секачей, приплода морских котиков, а также промысла холостяков 3–4-х летнего возраста. При этом групповые средние служат точками координат для построения линии регрессии (рис. 2).

Динамика смещения линий регрессии (рис. 2) свидетельствует о том, что за наблю-

даемый период времени имели место очень существенные цикличные синхронные изменения. Резко выделяются периоды с положительными и отрицательными трендами, свидетельствующими об отрицательной обратной связи в популяции, когда обратная зависимость между плотностью популяции и плодовитостью обеспечивают гомеостаз (устойчивость) численности. В то же время линия регрессии численности приплода морских котиков демонстрирует положительную обратную связь.

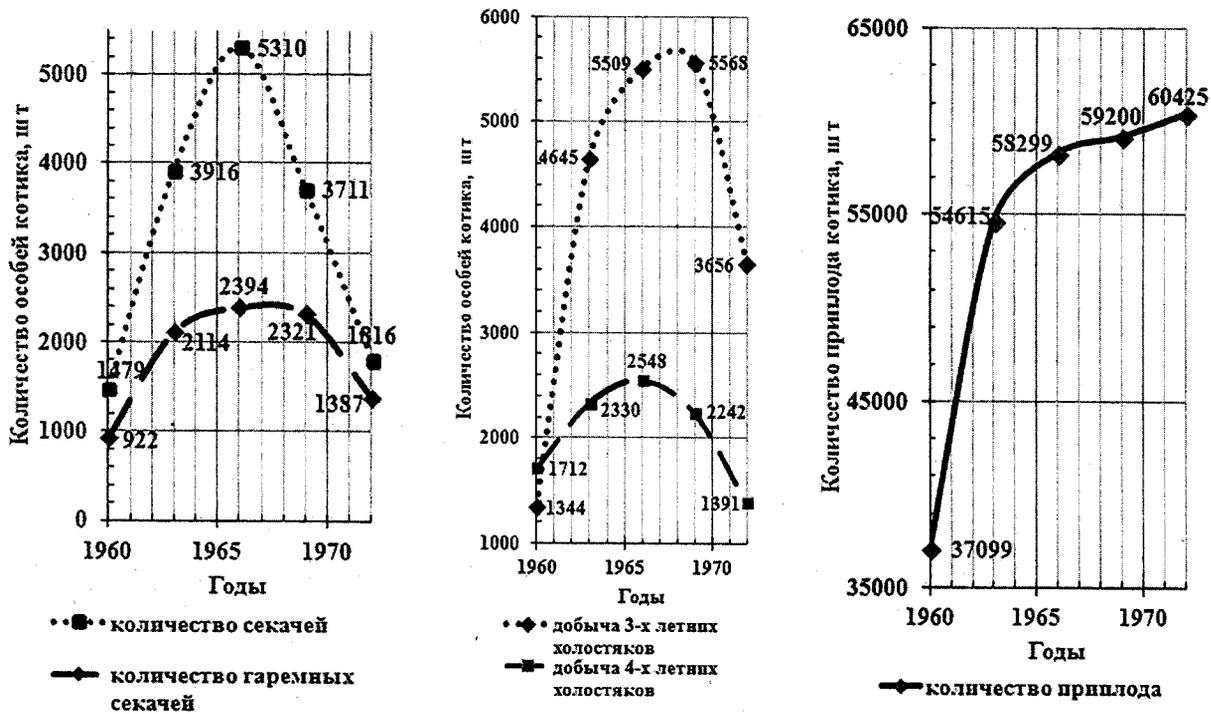


Рис. 2. Линии регрессии численности секачей (слева), количества добытых котиков-холостяков (в центре) и численности приплода морских котиков на Командорских островах (справа)

В статье не стояла задача описания динамики смещения всех категорий котиков сводной таблицы. Однако следует обратить внимание на графическое изображение всех трёх рисунков: в совокупности на них изображены линии регрессии общей численности всех категорий морских котиков на всех лежбищах Командор. Они отражают общие тенденции циклической динамики численности, которые сходны по годам. Лишь на графике «приплода численности» линия регрессии «замирает» в пятом периоде – в верхнем пике численности. Это говорит о том, что количество приплода изменяется по своим закономерностям временной динамики.

В свете вышеизложенного анализа материалов здесь уместно еще остановиться на вопросах оценки степени уязвимости популяции котиков. Межгосударственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) ООН под уязвимостью понимает способность природной системы противостоять воздействию изменению климата. К сильно уязвимой они относят такую систему, которая чувствительна даже к небольшим изменениям климата. И считают, что уязвимость тем

больше, чем больше чувствительность при заданной адаптационной способности. Однако оценка уязвимости при такой концепции носят качественный характер [Проскураков, 2012]. Для объективной же оценки состояния экологической системы наиболее пригодна статистически значимая количественная оценка уязвимости. Поэтому М. А. Проскураковым было предложено количественно дифференцировать степень уязвимости по величине коэффициента детерминации, сопряженного с показателем корреляционного отношения ( $d_{yx} = \eta_{yx}^2$ ). При  $\eta_{yx} < 0,5$  (когда  $d_{yx} < 0,25$ ) уязвимость считалась слабой. При  $\eta_{yx} = 0,5 \div 0,6$  (когда  $d_{yx} = 0,25 \div 0,36$ ) – средней. А при  $\eta_{yx} \geq 0,7$  ( $d_{yx} \geq 0,49$ ), когда около 50 % и более вариации изучаемого показателя (Y) зависит от вариации X, уязвимость считалась сильной [Проскураков, 2012, 2015].

Результативность такого подхода иллюстрируется материалами табл. 2, где представлены расчёты корреляционного отношения численности котиков по полу, возрасту, по промысловой добыче, а также приплоду по каждому острову из группы Командорских островов и по каждому леж-

бишу. В процессе учётных работ автором ципа единственного различия – меняюще- статьи обеспечивалось соблюдение прин- гося климата.

**Таблица 2.** Результаты анализа степени уязвимости численности северных морских котиков на Командорских островах в 1958–1973 гг.

Объекты учета	Корреляционное отношение $r_{yx} \pm t_{05} s r$	Кoeffициент детерминации $d_{yx}$	Уровни значимости			Степень уязвимости
			$t_{факт}$	$t_{05табл}$	$t_{01табл}$	
1	2	3	4	5	6	7
Численность секачей:						
Лежбище Северное	0,94± 0,19	0,88395	10,33	2,1	3,0	Высокая
В т.ч. гаремные	0,91± 0,23	0,81983	7,98	2,1	3,0	-»-
Лежбище С – западное, всего	0,97± 0,125	0,96032	17,4	2,2	3,1	-»-
В т.ч. гаремные	0,94± 0,216	0,88427	9,57	2,2	3,1	-»-
Лежбище Ю.восточное всего	0,96± 0,155	0,92275	12,93	2,1	3,0	-»-
В т.ч. гаремных	0,96± 0,123	0,89512	10,93	2,1	3,0	-»-
Л. Урилье, всего	0,95± 0,173	0,90455	11,52	2,1	3,0	-»-
В т.ч. гаремных	0,98± 0,111	0,96058	18,47	2,1	3,0	-»-
Всего на Командорских островах:						
Секачей	0,95± 0,170	0,90811	11,76	2,1	3,0	-»-
В т.ч. гаремных	0,94± 0,197	0,87549	9,92	2,1	3,0	-»-
Родилось детёнышей:						
Л. Северное	0,77± 0,357	0,59349	4,5	2,1	3,0	-»-
Л.С-западное	0,96± 1,710	0,92741	12,38	2,2	3,1	-»-
Л.Ю-Восточ.	0,94± 0,183	0,89354	10,84	2,1	3,0	-»-
Л. Урилье	0,98± 0,125	0,95732	17,03	2,2	3,0	-»-
Всего на островах	0,93± 0,202	0,87158	9,75	2,1	3,0	-»-
Результат промысла холостяков*:						
Всего:	0,94± 0,176	0,88556	11,13	2,1	2,9	-»-
В т.ч. 3-х лет	0,95± 0,169	0,91032	11,92	2,1	3,0	-»-
-» – 4-х лет	0,86± 0,284	0,74318	6,36	2,1	3,0	-»-

\*Примечание: доля в добыче 3-летних холостяков 57,9 %; 4-летних – 28,1 %.

Данные табл. 2 иллюстрируют тот факт, что корреляционное отношение (см. второй столбец) по всем видам численности котиков колеблется от 0,77 (лежбище Северное) – до 0,98 (численность гаремных секачей и приплода на лежбище Урилье). Нулевая гипотеза об отсутствии связи отвергается на высоком уровне значимости. Как свиде-

тельствуют данные табл. 2 (см. столбцы 4 и 6), фактический уровень значимости результатов оценок корреляционного отношения по всем видам численности котика на лежбищах Командор ( $t_{факт}$ ) выше табличного уровня ( $t_{табл}$ ). Это убедительно подтверждает наличие тесной корреляции численности зверей на береговых лежбищах (X) с изучен-

ным периодом времени изменения среды их обитания (У).

Коэффициент детерминации  $d_{yx}$  (третья колонка табл. 2) очень чувствительно отражает процент вариации численности котиков (У) в режиме времени изменения среды их обитания (Х). Так, например, коэффициент детерминации 0,88395 в табл. 2 (численности секачей на лежбище Северном о. Беринга) свидетельствует, что 88 % варьирования численности секачей обусловлено именно варьированием режима времени изменения среды их обитания. Иными словами степень уязвимости численности котиков тесно согласуется с временной шкалой трансформации климата. Как можно в том убедиться, коэффициент детерминации количественно и притом на статистически значимом уровне отражает связь динамики характеристик изучаемого объекта с условиями обитания [Проскураков, 2012].

Данные анализа в табл. 2 свидетельствуют, что по степени уязвимости все оценки численности морских котиков для всех лежбищ Командорских островов попадают под категорию высокой степени уязвимости. Какова же должна быть причина, способная возвысить её воздействие на адаптационную способность популяции котиков (судя по синхронности линий регрессии), чтобы возвысить степень уязвимости до такого высокого уровня?! С достаточной долей уверенности можно согласиться с мнением практиков, учёных и специалистов, упомянутых в разделе обзора литературы, что причиной депрессии численности котиков Командорской популяции – да и популяции о. Тюлений – явился дефицит секачей-производителей. Правда, 50 лет назад не была ещё оценена достоверность такого утверждения статистическим уровнем значимости. Тем дороже для памяти прошедшего времени возвести в ранг высокого уважения и признательности за высококвалифицированный труд промысловых бригад, специалистов, учёных по выполнению всех работ, связанных с требованиями международной конвенции по строгому со-

блюдению режима охраны котиков и правил их промысла, что подтверждается нашими результатами ХБА и проверенным временем утверждения, что «практика – критерий истины».

В колонке табл. 2 «коэффициент детерминации», обращает на себя внимание самый низкий показатель уязвимости численности приплода котиков на лежбище Северном острове Беринга ( $d_{yx}$  – всего 0,59349). Но и этот коэффициент показывает лишь «приближение» численности приплода котиков к более высокой степени уязвимости по сравнению с другими лежбищами Командор. И это – действительно так, потому что условия обитания по своему предназначению репродуктивного участка здесь наиболее благоприятные. Имеется большой по площади и протяжённости участок береговой полосы. Он защищен каменистым рифом от штормовых накатов разрушительных волн. На берегу преобладают каменистые фракции, что в большей степени, чем на других лежбищах, сдерживает развитие природноочаговых инфекций [Тимофеева и др., 1975]. Здесь нет крутых, до вертикали, скалистых обрывов, ограничивающих и без того узкую береговую полосу и угрожающих каменистыми осыпями. На свободной площади лежбища гаремы располагаются более просторно со свойственной им оптимальной плотностью. Учёт численности и наблюдения за котиками здесь ведётся с вышки, оборудованной длинной эстакадой, и звери не беспокоятся так, как на других лежбищах. Здесь более комфортно проводить учёт численности щенков котиков и их мечение, применяя щитовые ограждения и разделяя чёрненьких на отдельные группы, не допуская их скопления и гибели от задавливания.

Для того чтобы получить количественные оценки скорости, величины и направления смещения их числа, воспользуемся координатами линий регрессии, изображённых в табл. 1 и на рис. 2. Результаты необходимых расчетов приведены в табл. 3.

**Таблица 3.** Динамика смещения линии регрессии общей численности секачей северных морских котиков на Командорских островах

Периоды линии регрессии, годы	Длительность периода, лет	Количество секачей в начале и конце периода (голов)	Направление и величина смещения количества секачей	Скорость смещения по каждому периоду: голов/в год
<b>Динамика смещения линии регрессии численности секачей</b>				
1959–1961	3	1117–1879	762	254
1961–1964	3	1879–5172	3293	1098
1964–1967	3	5172–5276	104	35
1967–1970	3	5276–2850	-2426	809
1970–1973	3	2850–1613	-1237	412
<b>Динамика смещения линии регрессии численности гаремных секачей</b>				
1959–1961	3	711–1209	498	166
1961–1964	3	1209–2256	1047	349
1964–1967	3	2256–2618	362	121
1967–1970	3	2618–1975	-643	214
1970–1973	3	1975–1195	-780	260
<b>Динамика смещения линии регрессии численности приплода</b>				
1959–1961	3	37053–38540	1487	496
1961–1964	3	38540–59492	20952	6984
1964–1967	3	59492–54529	-4963	1654
1967–1970	3	54529–62137	7608	2536
1970–1973	3	62137–53888	-8249	2749
<b>Динамика смещения линии регрессии числа добытых 3-летних холостяков*</b>				
1959–1961	3	513–2484	1971	657
1961–1964	3	2484–6323	3839	1280
1964–1967	3	6323–4922	-1401	467
1967–1970	3	4922–5573	651	217
1971–1973	3	5573–1631	-3942	1314
<b>Динамика смещения линии регрессии числа добытых 4-летних холостяков*</b>				
1959–1961	3	1401–2027	626	209
1961–1964	3	2027–2446	419	140
1964–1967	3	2446–2469	23	8
1967–1970	3	2469–2280	-189	63
1970–1973	3	2280–484	-1796	599

\*Примечание: в общей добыче доля 3-леток составила 57,9 %, а доля 4-леток – 28. Групповые средние численности по годам помещены в столбцах 1 и 3. Длительность каждого периода линии регрессии записана в столбце 2; направление и величина смещения – в столбце 4, скорости смещения – в столбце 5

Описание динамики смещения линии регрессии численности секачей (рис. 2, слева), например, показывает, что за первый период 1959–1960 гг. количество их увеличилось на 762 и скорость такого увеличения составила 254 секача в год; во второй и третий периоды количество секачей на лежбищах продолжало возрастать, но очень неравномерно: сначала взрывообразно – в 4,3 раза больше, чем в первом пери-

оде, на 3293, а в третьем периоде – на 104 секача соответственно, с годовым приростом на 1098 и 35 голов. В четвёртом периоде 1967–1970 гг. численность секачей стала резко снижаться: сначала на 2426, а в пятом периоде – ещё на 1237 голов. Соответственно, и годовая скорость составила 809 и 412 секачей или в два раза большей, чем в первую фазу снижения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проанализированный выше опыт применения хронобиологического анализа позволяет впервые констатировать, что при исследованиях динамики биоценозов морского котика в режиме времени изменения среды их обитания, метод академика РАЕ М. А. Проскурякова дает возможность для успешного решения следующих задач:

- получать статистически значимые числовые оценки тесноты связи параметров популяций морских котиков с изучаемыми периодами времени трансформации среды их обитания;

- выполнять количественную оценку величин пространственно-временного смещения характеристик динамики формирования популяций северных морских котиков, а также определять скоростные режимы и направления их изменения;

- отслеживать временной ход развития процессов изменения продуктивности популяций северных морских котиков с учетом интегрального влияния всего комплекса факторов действующих в период изменения среды их обитания;

- выявлять основные типы адаптационной стратегии динамики популяций север-

ных морских котиков в режиме времени изменения среды их обитания;

- выяснять направление, скорость и величины изменений характеристик популяций этих животных в период трансформации климата;

- строить графические линии регрессии, наглядно отражающие временной ход изменения характеристик популяций северных морских котиков;

- анализировать количественную динамику биологической устойчивости, ресурсной перспективности и давать оценку степени уязвимости природной популяции котиков в режиме природных изменений среды их обитания.

Становится ясно, что применение метода М. А. Проскурякова позволит решать задачу количественных оценок степени биологической устойчивости и ресурсной перспективности природных популяций северных морских котиков, как при глобальном потеплении, так и похолодании. Поможет отслеживать временной ход развития процессов изменения их популяций и выявлять основные типы адаптационной стратегии северных морских котиков, обитающих в режиме времени изменения климата. А также даст основу для рационального и эффективного использования этих морских животных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агулова Л. П. Хронобиология: учебное пособие. – Томск : Томский гос. ун-тет, 2013. 260 с.
2. Болтнев А. И. Северный морской котик Командорских островов. – М. : Изд-во ВНИРО, 2011. 264 с.
3. Бойцов Л. В. Котиковое хозяйство. – М. : Внешторгиздат, 1934. 195 с.
4. Бородин Р. Г., Владимиров В. А. Некоторые аспекты современного состояния популяции котиков о. Тюлений // Промысловая ихтиология. Реферат. информация. Сер. 1, вып. 7. – М., 1975. С. 6–7.
5. Бородин Р. Г., Владимиров В. А. К оценке современного состояния командорской популяции котиков // Промысловая ихтиология. Реферат. информация. Сер. 1, вып. 7. М., 1975. С. 7–8.
6. Вахрин С. И. История освоения природных ресурсов Охотского и Берингова морей Камчатского промыслового бассейна (дооктябрьский период) // Рац. исполз. биоресурсов Камч. шельфа. – Петропавловск-Камчатский : ДВ книжн. изд-во. Камч. отд., 1988. С. 3–50.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1973. 336 с.
8. Ильина Е. Д. Островное звероводство. – М. : Международная книга, 1950. 302 с.

9. Кузин А. Е. Современное состояние и перспектива роста популяции котиков Курильских островов // Промысловая ихтиология. Реферат. информация. Сер. 1, вып. 7. М., 1975. С. 15–16.
10. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М. : Высшая школа, 1968. 267 с.
11. Мараков С. В. Природа и животный мир Командор. – М. : Наука, 1972. 185 с.
12. Минеев В. Н., Пинигин В. Е., Мьмрин Н. И., Прянишников В. Г. Охрана и регулирование промысла морских котиков на Командорских островах в 1974 году // Промысловая ихтиология. Сер. 1, вып. 7. – М., 1975. С. 13–15.
13. Мьмрин Н. И., Пинигин В. Е., Прянишников В. Г. Охрана и рациональное использование морских зверей Камчатки: Тез. докл. науч.-практ. конф. по охране и рац. исполъз. природных ресурсов Камчатки (Петропавловск-Камчатский, 17–18 апреля 1979 г.). Петропавловск-Камчатский, 1979. С. 38–40.
14. Нестеров Г. А. Современное состояние и рациональное использование морских котиков на Командорских островах: Тез. докл. науч.-практ. конф. по охране и рац. исполъз. природных ресурсов Камчатки (Петропавловск-Камчатский, 17–18 апреля 1979 г.). – Петропавловск-Камчатский, 1979. С. 13–16.
15. Никулин П. Г. Новое котиковое лежбище на северо-западном мысе острова Беринга // Вопр. географии Камчатки. 1967. Вып. 5. С. 158–161.
16. Пинигин В. Е. К вопросу о численности южно-камчатского стада каланов // Там же. С. 167–168.
17. Пинигин В. Е., Прянишников В. Г. Поздний привал котиков // Вопр. географии Камчатки. 1967. Вып. 5. С. 177.
18. Пинигин В. Е., Прянишников В. Г. Сроки появления морских котиков на лежбищах Командорских островов // Изучение, охрана и рац. исполъз. мор. млекопитающих. – Астрахань, 1982. С. 287–288.
19. Пинигин В. Е. Охрана морских живых ресурсов экономической зоны Камчатского бассейна // Рац. исполъз. биоресурсов Камч. шельфа. – Петропавловск-Камчатский : ДВ книжн. изд-во. Камч. отд., 1988. С. 90–119.
20. Проскуряков М. А. Хронобиология растений при изменении климата // Проблема обеспечения биологической безопасности Казахстана: Сб. матер. науч. конф. – Алматы, 2008. С. 77–80.
21. Проскуряков М. А. Хронобиологический анализ растений при изменении климата // Тр. Ин-та ботаники и фитоинтродукции. 2012. Т. 18 (1). 228 с.
22. Проскуряков М. А. Проблема хронобиологической цикличности движения свойств лесных экосистем. Сообщ. 1 // Сибирский лесной журн. 2015. № 2. С. 71–84.
23. Проскуряков М. А. Проблема хронобиологической цикличности движения свойств лесных экосистем. Сообщ. 2. // Сибирский лесной журн. 2015. № 6. С. 70–85.
24. Тимофеева А. А., Чупахина Т. И., Седачёв В. А., Гайдукова Н. С. О влиянии природноочаговых инфекций на численность морского котика и перспективы их профилактики на о.Тюлений // Промысловая ихтиология. Реферат. информация. Сер. 1, вып. 7. – М., 1975. С. 2–4.
25. Челноков Ф. Г. О смешиваемости командорских котиков с котиками других популяций // Вопр. географии Камчатки. 1982. Вып. 8. С. 74–76.
26. Челноков Ф. Г. О протяжённости и числе лежбищ на Командорских островах в прошлое и настоящее время // Вопр. географии Камчатки. 1985. Вып. 9. С. 106–109.
27. Чугунков Д. И. Возникновение и развитие Северо-Западного котикового лежбища на о.Беринга // Вопр. географии Камчатки. 1985. Вып. 9. С. 57–66.
28. Чупахина Т. И. Влияние промысла на состояние стада котиков о. Тюлений // Промысловая ихтиология. Реферат. информация. Сер. 1, вып. 7. – М., 1975. С. 4–5.