

OTOLITH SHAPE ANALYSIS (sprint_3)

Автор: Ямборко А.В.

Цель:

- провести сравнительный анализ формы отолигов для изучения популяционной организации кеты (*Oncorhynchus keta*) северного побережья Охотского моря. Результаты дифференциации группировок на основе данных формы отолигов могут быть использованы для определения границ естественных популяций кеты, степени филопатрии вида (хоминга), а также для определения структуры промысловых запасов, оптимизации управления промыслом и расчета величины вылова. Результаты работы применимы в биологии (ихтиологии) и рыбохозяйственных исследованиях.

Источники данных:

- В работе использованы материалы архивных фондов сектора по изучению регистрирующих возраст структур и лаборатории лососевых экосистем Магаданского филиала ФГБНУ «ВНИРО». Отобраны образцы отолигов производителей кеты, добытых во время нерестового хода в реках северного побережья Охотского моря: Тауй, Яна, Армань, Ола, Кулькуты, Яма, Туманы, Наяхан, Гижига (рис. 1). Отолиги в высушенном состоянии хранились до обработки. Проанализированы материалы, собранные в июле–сентябре 2006 (рр. Тауй, Яна, Армань, Ола), 2007 (рр. Яма, Туманы, Наяхан, Гижига) и 2009 (р. Кулькуты) гг. Причем, для популяции р. Кулькуты донорной является популяция р. Яма, откуда кета была интродуцирована и поддерживалась посредством рыбоводных мероприятий. Кета р. Кулькуты сохраняет генетическое единство с кетой р. Яма (Шитова и др., 2020).

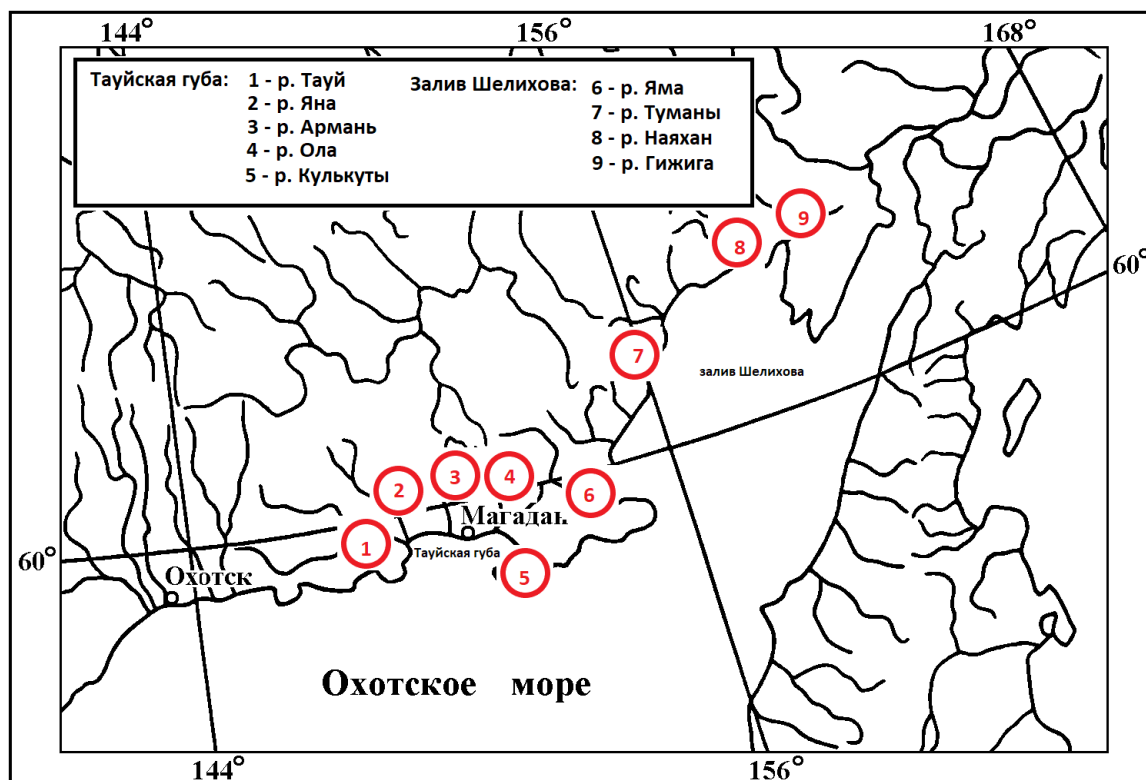


Рис. 1. Пункты сбора материала.

Для анализа использованы только правые отолиды без видимых повреждений (сколов, надломов, трещин, повреждений рострума и т.д.) и для особей кеты в возрасте 4+ лет. Изображения отолидов получены с помощью цифровой фотокамеры, закрепленной на штативе (рис. 2). В графическом редакторе XnView изображения отолидов группами по рекам были преобразованы в формат BMP (цветность 24-bit) (рис. 3). Анализ формы отолидов проводили с помощью программы Shape V. 1.3 (Iwata, Ukai, 2002).

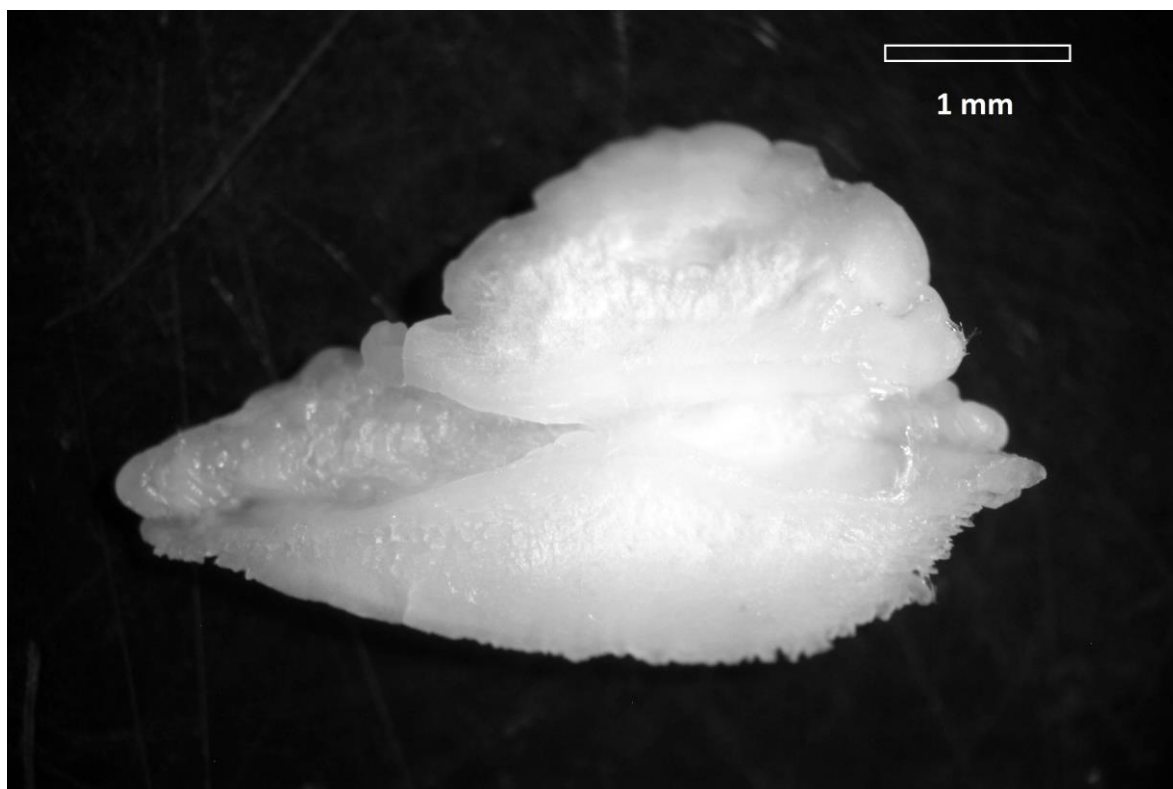


Рис. 2. Правый отолит кеты

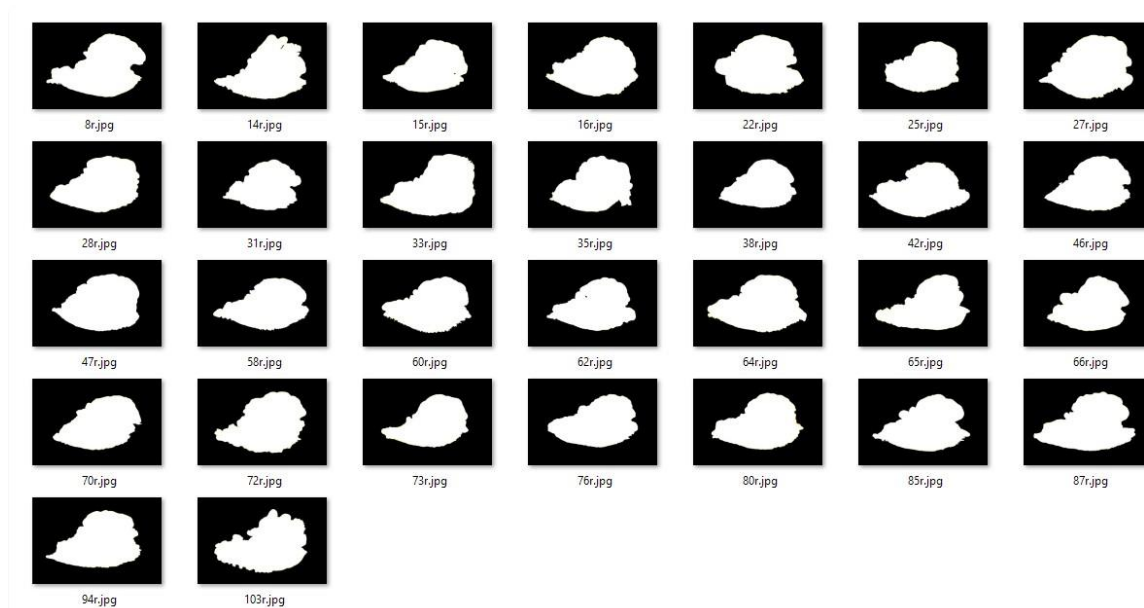


Рис. 3. Сгруппированные черно-белые фото 30 отолидов кеты р. Армань для передачи в программу SHAPE 1.3 для описания контуров.

Характеристики данных:

- данные представлены в виде преобразованного датасета, включающего следующие переменные (признаки):

Категориальные: sea_bay – залив Охотского моря, куда впадает группа рек, river – река, где были добыты производители кеты, population* - происхождение популяции.

*- данный гиперпараметр экспертно предложен для включения в модель в связи с тем, что популяция кеты р. Кулькuty генетически идентична кете р. Яма, так как была искусственно получена путем рыбоводных мероприятий.

Количественные: PC1-PC14 – главные компоненты, полученные по значениям коэффициентов Фурье для 20 первых гармоник для каждого отолита (= одна особь кеты) в программе PrinComp, входящей в пакет Shape V 1.3.

Алгоритм работы с программным пакетом “Shape V. 1.3” можно разделить на 3 этапа.

1. Получение на основе анализируемого изображения цепь-кода контура объекта. Данный этап выполняется в программе ChainCoder, входящей в пакет Shape V. 1.3. Запись контура осуществляется на основе метода Фримана для замкнутых контуров (рис. 4).

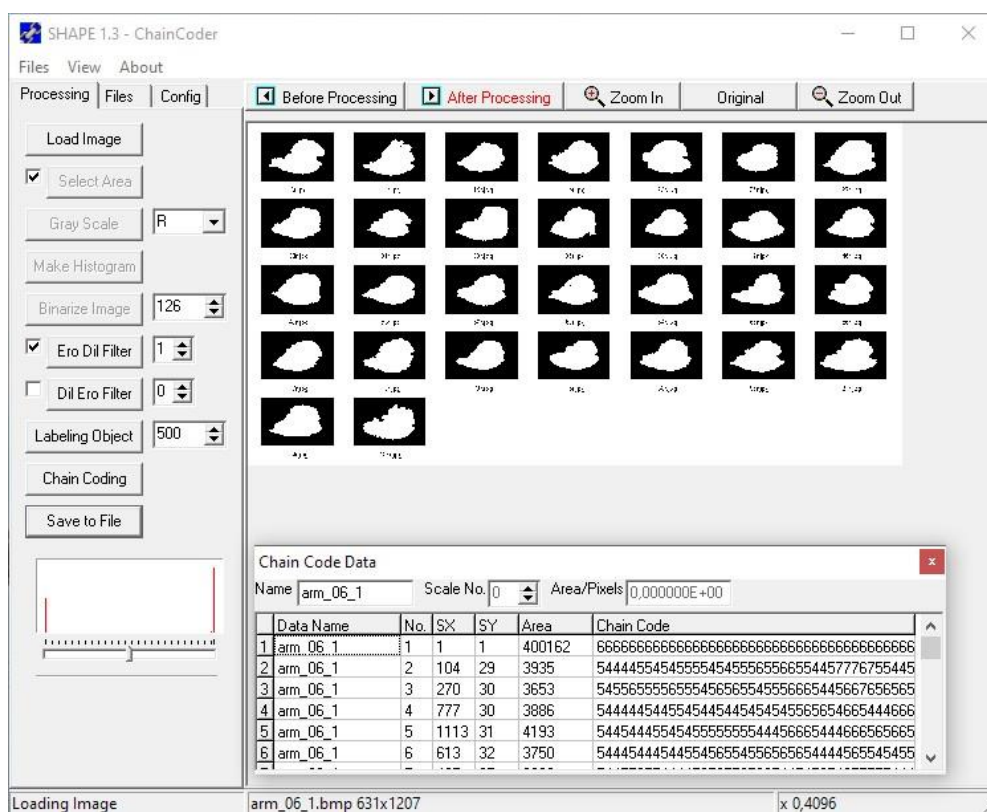


Рис. 4. Интерфейс модуля программы SHAPE 1.3 ChainCoder для записи цепь-кодов контуров отолитов.

2. Представление контура объекта, записанного цепь-кодом, в виде значений коэффициентов (дескрипторов) Фурье для заданного числа гармоник. Этот этап выполняется программой Chc2Nef, входящей в пакет Shape V. 1.3 (рис. 5).



Рис. 5. Интерфейс модуля программы SHAPE 1.3 Chc2Nef для представления контуров отолитов в виде значений дескрипторов Фурье.

3. Анализ главных компонент на основе полученных коэффициентов Фурье. Данный этап выполняется программой Prin-Comp пакета Shape V. 1.3. Программа обрабатывает коэффициенты Фурье методом главных компонент и позволяет восстанавливать контуры отолитов, которые описываются каждой главной компонентой в отдельности (рис. 6).

В дальнейшем полученные значения главных компонент могут быть проанализированы различными методами и использованы для решения задач классификации и кластеризации.

Работа с пакетом проведена с учетом рекомендаций, изложенных в работе П.К. Афанасьева с соавторами (2017).

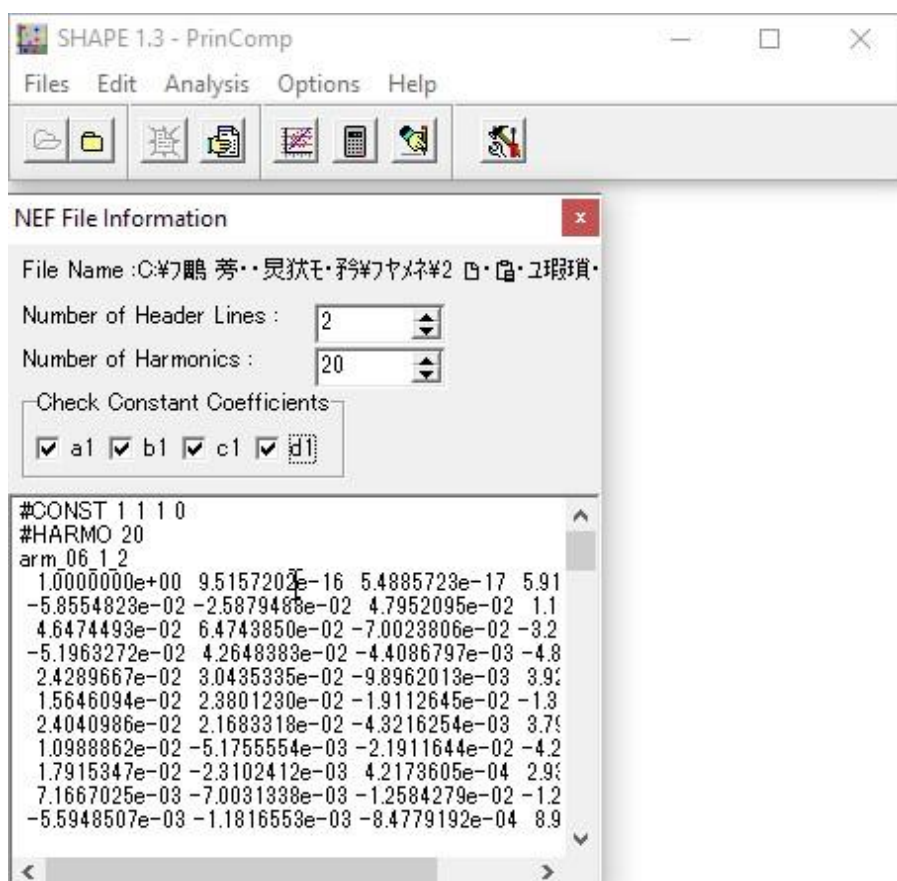


Рис. 6. Интерфейс модуля программы SHAPE 1.3 PrinComp, который обрабатывает коэффициенты Фурье методом главных компонент.

Количество данных:

- количество проанализированных уникальных изображений отолидов кеты по рекам (n=260):

river	arman	gizhiga	kulkuty	nayakhan	ola	taui	tumany	yama	yana
n	30	30	30	30	30	30	20	30	30

Качество данных:

- к данным применена ручная обработка, учитывая множество биологических нюансов. Анализ формы отолидов для получения главных компонент выполнен в пакете Shape V. 1.3. Данные из текстового файла перенесены в файл в формате *.csv. Файл содержит данные: значения 14 главных компонент для 260 отолидов, классифицированных по 9 рекам и 2 заливам Охотского моря. Дополнительно размечены реки происхождения популяций.

Доступность:

- использовать, свободно опубликовывать, модифицировать и распространять данные можно только с разрешения ФГБНУ «ВНИРО» и автора.

Ссылки и источники:

Iwata H.Y., Ukai Y. (2002) SHAPE: A computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors // Journal of Heredity, 93: 384-385

Афанасьев П.К., Орлов А.М., Рольский А.Ю. (2017) Сравнительный анализ формы отолиров как инструмента видовой идентификации и изучения популяционной организации различных видов рыб // Зоологический журнал, 96, 2: 192-200.

*Шитова М.В., Хохлов Ю.Н., Никифоров А.И., Афанасьев П.К., Орлова С.Ю., Ельников А. Н., Бугаев А.В., Ракицкая Т. А., Прохоровская В.Д., Малинина Т.В., Политов Д.В., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Животовский Л.А. (2020) Дифференциация северной азиатской кеты (*Oncorhynchus keta* W.) по микросателлитным маркерам // Генетика, 56, 6: 677-689.*