

5-20

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

На правах рукописи

СЕМЕНЧЕНКО АНАТОЛИЙ ЮРЬЕВИЧ

УДК 597.553.2:591.526+597.0/5

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ПРИМОРСКОЙ СИМЫ *ONCORHYNCHUS*  
*MASU* (BREVOORT) В РЕЧНОЙ ПЕРИОД ЖИЗНИ

03.00.10 - иктиологии

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Владивосток - 1984

2

Работа выполнена в лаборатории пресноводной гидробиологии  
и ихтиологии Биолого-почвенного института ДВНЦ АН СССР

Научные руководители:

доктор биологических наук, профессор В.Я. Леванидов,  
доктор биологических наук, С.М. Коновалов

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, *В. П. Шунтов*  
кандидат биологических наук, *М. К. Глубоковский*

Ведущее учр

Защита дисс  
на заседании сп  
диссертаций при  
Пр.-т Столетия

С диссерт  
Авторефере

Отзывы в  
направлять по  
Владивостока,  
ванный Совет

Ученый се  
специализиро

СССР

е  
ж,

СССР

ьба

зиро-

за

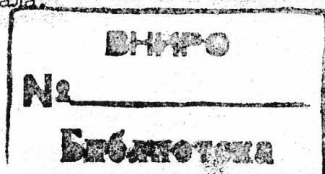
## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В общей добыче приморских лососей довоенных лет сима занимала второе место. За период с тридцатых годов до настоящего времени ее численность снизилась в несколько раз, что вызывает тревогу за дальнейшее существование этого лосося – уникального в биологическом отношении вида и высокоценного пищевого объекта. Основные причины перелома: чрезмерно активный промысел в открытых водах Японского моря.

При нерациональном изъятии, как известно, нарушается структура популяционных систем, что в конечном счете приводит к ослаблению устойчивости популяций к неблагоприятным факторам. Выявление закономерностей пространственного распределения проходной сими в нерестовых реках Приморского края должно быть основано на изучении структуры каждой популяции и ее изменчивости, как индикатора современного состояния численности и экологической пластичности внутривидовых группировок. Полное отсутствие соответствующих данных, полученных на природных популяциях вида, существенно затруднило разработку методов его охраны, рационального использования и восстановления оптимальной численности. Создание биотехнологии искусственного воспроизводства должно строиться с учетом биологической специфики внутривидовых группировок. Для выявления группировок, изолированных репродуктивно в различной степени, необходимо было установить пределы внутривидовой изменчивости и найти простые и надежные критерии для их выделения и распознавания.

Цели и задачи работы. Целью настоящей работы являлось определение биологической структуры отдельных популяций приморской сими, что дает представление об экологической и морфологической изменчивости особей вида в речной период жизни. Отсюда вытекают следующие задачи.

1. Изучить рост особей в реках и соответствующие изменения регистрирующих структур.
2. Разработать критерии для правильного определения пресноводного возраста.
3. Исследовать разнокачественность роста молоди с возрастом и выявить механизмы индивидуальной изменчивости роста.
4. Изучить особенности воспроизводства приморской сими.
5. Выделить внутривидовые группировки в различных частях нерестового ареала.



6. Исследовать закономерности пространственного распределения выделенных группировок и изучить их биологическую структуру.

7. Сравнить морфологические характеристики популяций из различных частей видового ареала.

8. Разработать рекомендации, направленные на сохранение природных популяций приморской сими.

Научная новизна. В работе впервые обобщены данные по биологической структуре, морфологической изменчивости и условиям воспроизводства приморской сими. Проведен сравнительный анализ биологических особенностей популяций сими Приморья и группировок этого вида из других районов. На основании исследования морфометрических параметров с использованием многомерных статистических методов выявлена пространственная структура вида и получена количественная оценка сходства между отдельными группировками. Предложен новый метод сопоставления популяций по средневзвешенным значениям биологических признаков и их качественным характеристикам. Выдвинута гипотеза о наследственной обусловленности возрастных группировок покатной молоди, обособленных различным характером процессов роста сеголеток.

Практическое значение. Сима - азиатский лосось, сохранившийся в небольших количествах в северной части Японского моря. Она представляет значительный интерес как объект искусственного воспроизводства и акклиматизации. Изучение пространственного распределения особей вида и особенностей биологической структуры популяций необходимо для эффективного разрешения вопросов увеличения численности и расширения границ естественного ареала. Исследования анадромной миграции, размножения взрослых рыб и роста молоди дали впервые возможность обосновать рекомендации по рациональному использованию рыб различных биологических группировок (Семенченко, 1983 д) и рассмотреть методы охраны лососей (Семенченко, 1983 г). Экология пресноводного периода жизни североприморской сими изучена в период с 1974 - 1977 гг. (отчет по договору с ТИНРО).

Апробация работ. Основные положения диссертации доложены на научных colloquiaх Лаборатории пресноводной гидробиологии и ихтиологии (Владивосток, 1974, 1976, 1977, 1979, 1983 гг.) БИ ДВНЦ АН СССР, на конференциях молодых ученых Биолого-почвенного

института (1976, 1978 - 1980 г.), на Международном четырехстороннем совещании по биологии тихоокеанских лососей (Южно-Сахалинск, 1978), на XIV Тихоокеанском международном научном конгрессе (Хабаровск, 1979), на II Всесоюзной конференции по морской биологии (Владивосток, 1982), на семинарах отдела популяционной биологии Института биологии моря ДВНЦ АН СССР (1980, 1984), на Всесоюзном координационном совещании по теоретическим основам рационального ведения лососевого хозяйства (Ленинград, 1983), на заседании лаборатории воспроизводства лососей Камчатского отделения ТИНРО (Петропавловск-Камчатский, 1984).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 16 научных работ общим объемом 8,1 п.л.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из Введения, шести глав, Выводов и Приложения. Текст изложен на 148 стр. машинописного текста, общий объем составляет 321 стр. Работа иллюстрирована 40 таблицами и 23 рисунками (в Приложении 10 табл., 7 рис.). Список основной использованной литературы содержит 29 работ, из них 57 на иностранных языках.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава I. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ВИДА И КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Изображение сима - нового, неизвестного ранее в фауне рыб России лосося, появилось в работе В.К.Солдатова (1912), исследовавшего ихтиофауну Амура. Первые экземпляры сима были собраны в Приморье А.И.Черским и В.К.Арсеньевым. В списки лососевидных рыб бассейна северо-западной части Японского моря сима попала благодаря работе Л.С.Берга (1923). Много нового в изучение таксономии и распространения вида внес А.Я.Таранец.

История изучения вида в диссертации разбита на ряд этапов, характеризующихся различными интересами исследователей: от этапа фаунистического до популяционного. Диаграмма, приведенная в работе, показывает рост числа публикаций по данному виду, отдельно в отечественной и зарубежной литературе. К началу восьмидесятых годов приморская сима, по сравнению с лососями этого вида из других районов обитания, оказалась наименее изученной. Все сведения о симе этого района ограничены четырьмя небольшими заметками,

посвященными промыслу, морским миграциям, ихтиофауне р.Седанка (Воробьев, 1926; Кузнецова, 1954; Моисеев, 1936, 1957). Все сведения по структуре вида и численности отдельных стад отражены в статье И.Б.Бирмана (1972). Им были пересмотрены данные по росту и возрастной структуре приморской симы. М.Л.Крыжтин (1962), изучив особенности биологии сахалинской симы и сравнив их с известными данными по другим районам, впервые произвел разделение географически обособленных стад симы по нескольким биологическим признакам. В дальнейшем разделение проходной симы на группы по той же системе признаков было выполнено В.Н.Иванковым, С.Г.Падецким, Ф.Н.Рухловым (1981). Количественную оценку межпопуляционных различий по некоторым характеристикам чешуи впервые получил В.Ф.Бугаев (1978).

Разрозненные данные по симе из различных районов ареала без популяционного подхода и не содержащие статистических методов оценки результатов не могли дать представление о пространственной и биологической структуре группировок различного ранга и различной степени морфобиологической обособленности.

## Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу работы положены сборы и наблюдения, проведенные автором в летне-осенний период 1974 - 1982 гг. в различных районах Приморского края. Были обследованы половозрелые особи симы в лососевых реках Северного Приморья: Желтая, Самарга, Серебрянка (Тернейский р-он) и Южного - Кедровая, Барабашевка, Нарва (Хасанский р-он). Для уточнения популяционной структуры вида проведены сравнительные исследования на водоемах Западной Камчатки. Кроме того, обобщены данные по ряду локальных популяций симы, добытые экспедициями Приморьбвода (Владивосток), а также по западнокамчатской и южносахалинской симе. Сезонный рост молоди изучали путем многократных сборов в каждом водоеме с учетом миграционной активности рыб различных возрастных групп. Скорость линейного и весового роста рыб сопоставляли с изменениями на регистрирующих структурах. Сезонные наблюдения роста молоди разного возраста и эксперименты по подращиванию сеголеток симы осуществляли в 1979 г. в р.Кедровая.

Морфометрический анализ симы проводили по стандартной схеме

Ф.Смитта (Правдин, 1966), а для уточнения топографии некоторых исходных точек для промеров использовали схему Nikita (1962). Изменчивость морфометрических признаков рыб изучали путем анализа вариационных кривых на нормальность и на искусственно разделенных совокупностях по абсолютным значениям признаков. Методическая последовательность анализа изменчивости лососей в преднерестовый период показана в работе Семенченко (1983 а). Индивидуальная изменчивость морфологических признаков исследована на особях обоих полов на двух модельных популяциях симы: из р.Желтая (1978, 1979 гг.) и р.Нарва (1979 г.). Межпопуляционное морфологическое сравнение проводили только по самкам, слабо подверженным онтогенетической и преднерестовой изменчивости. Возраст изучали по чешуе, взятой из конкретной зоны тела рыб (Семенченко, 1981 б). Чешуя рыб рассмотрена на экране микропроектора при увеличении  $\times 60$  для взрослых рыб, и  $\times 100$  для их молоди. Расшифровка структуры чешуи производилась при помощи зарисовок склеротов на специальных бумажных бланках (Krasnowski, Bethe, 1978). Биологические параметры исследовали по стандартным методикам: "Типовые методики исследования продуктивности рыб в пределах их ареалов" (I-IV ч.). Наряду со стандартными методами биологической статистики (Рокитский, 1967; Плохинский, 1980) применен многомерный анализ. Кластерный анализ позволил оценить характер морфологических связей между различными формами и локальными популяциями симы. Построение дендрограмм производили парно-групповым методом (Бейли, 1970; Андреев, 1980; Sokal, Sneath 1963).

Всего было исследовано 2348 из проходной симы и 2297 экз. ее молоди.

### Глава 3. СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ СИМЫ

На основании обобщения литературных источников рассматривается таксономическое положение вида в пределах рода *Oncorhynchus*, приводится морфологическая характеристика подвидов симы. Сравнение таксономических признаков различных форм симы не показывает существенных расхождений. Заметные отклонения от средних значений (малое число чешуи в боковой линии и большое количество лучей в непарных плавниках) присущи симе и южных популяций. По меристическим признакам не найдены различия между популяциями

приморской сима. Формула счетных признаков сима из водотоков Приморья по нашим данным следующая: D III-IV, IO-12 (IO,9); A III-IV, II-13 (12); 11. I23-I45; sp.br. I6-2I (I8,7); vert. 65-68; Pс 46-62; r.br. II-I4 (I2,8).

#### Глава 4. РАСПРОСТРАНЕНИЕ СИМЫ В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ И НЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОДЫ

Сима по своему происхождению азиатский лосось. В отличие от близких видов она не достигла американского континента и не преодолела берингийский мост вследствие теплолюбивости (Солдатов, Линдберг, 1930; Бирман, 1972). Современный ареал вида занимает наиболее южную часть ареала рода. Популяционная структура сима в репродуктивный период представлена двумя структурными компонентами вида: смежными локальными популяциями, последовательно занимающими участки водоемов побережья в долготном направлении (Приморье, Сахалин) и крупными комплексами локальных популяций - географическими изолятами (Япония, Сахалин, Приморье, Камчатка). Основной район воспроизводства - бассейн Японского моря, в пределах которого наиболее высокая численность популяций отмечается на северо-западном побережье. В водах Японии, Сахалина, Западной Камчатки и Амура сима немногочисленна. Единичные находки регистрируются на южных Курильских островах и о-ве Хонсю. Вдоль приморского побережья симой используются для размножения и нагула молоди практически все средние и крупные реки, не подверженные воздействию промышленных стоков. Численность локальных популяций сима уменьшается по направлению к южным районам края с теплым и мягким климатом. С севера на юг происходят и другие изменения ихтиофауны. Так, на участке побережья от м. Золотой до Амурского залива постепенно снижается количество других проходных видов лососей - горбуши, мальмы, кунджи. К югу от р. Киевка они полностью замещаются жильными формами мальмы и кунджи; отсутствуют туводные виды - хариус и таймень. Именно по этой реке многие исследователи проводят зоогеографическую границу между Северным и Южным Приморьем. Данные палеогеографии подтверждают закономерность такого разделения. В периоды регрессий океана на шельфе обнажались большие участки суши,



возникали речные системы. Геологические доказательства существования затопленных речных долин и сходство пресноводной ихтиофауны в смежных реках позволяют утверждать, что реки басс. Амурского залива были притоками единой крупной речной системы палео-Суйфуна.

В конце речного периода жизни с начала мая до середины июня покатная молодь обитает в нижней части большинства приморских рек и их эстуариях. Начало морского этапа жизни связано с прибрежными районами, где молодь остается до поздней осени, а затем пассивно мигрирует к югу, используя циклоническое Приморское течение. Зимовка в прибрежных водах Приморья маловероятна вследствие значительного охлаждения морских вод. В зимнее время в зоне Цусимского течения от Корейского залива до о-ва Хонсю, по данным И.Б.Бирмана (1972), стада сими из разных районов воспроизводства смешиваются. С середины марта сима приступает к нагульной миграции, поднимаясь к северным районам Японского моря (Tanaka, 1965) со средней скоростью 11,5 миль в сутки (Fukutaki, 1967).

## Глава 5. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ И ЭКОЛОГИЯ

Гидрологические условия нерестовых водоемов. Лососевые реки, где размножаются взрослые особи сими и растет ее молодь, характеризуются холодной чистой водой, каменистым ложем с небольшой примесью песка и значительным уклоном русла. Здесь обитают холодолюбивые stenotермные личинки амфиботических насекомых, молодь и жилые формы лососевидных рыб и туводные рыбы. Доминирующие виды в ихтиофауне рек: мальма, сима, хариус и амурский голец.

На материковом побережье Японского моря со склонов Сихотэ-Алиня стекает 620 средних по протяженности рек (длиной не более 50 км), 132 - до 100 км длины и 7 крупных рек. В качестве наиболее характерных нерестовых водоемов сими нами выбрано два: р.Самарга, стекающая с северо-восточных склонов Сихотэ-Алиня в Японское море и р.Кедровая, берущая начало в Черных горах и впадающая в Амурский залив. Летом на территории Приморского края, особенно в южной части, выпадают обильные осадки, вызывающие резкие колебания расхода и уровня воды в реках. По обилию осадков (800

мм в год) районы Южного Приморья приближаются к субтропикам. Подъем производителей сими к нерестилищам в р. Самарга приходится на период снижения уровня и повышения температуры воды до 10-13°C. На юге края нерестовый ход сими приурочен к сильным и коротким по продолжительности паводкам, обычным для этих районов в конце лета и осенью. В период анадромной миграции сими в южных водотоках Приморья происходит снижение температуры и уровня воды, в отличие от северных районов, где эти параметры возрастают по своей величине.

Сроки анадромной миграции. Циркадный ритм. В большинстве районов обитания вида появление рыб в прибрежных водах отмечается с середины мая. В пределах Приморья наиболее ранние сроки захода сими в реки, вскоре после вскрытия, наблюдали в водоемах, впадающих в Татарский пролив. Начало миграции в центральных районах края смещается на 10-15 дней позже. Скорость передвижения сими вдоль побережья составляет 5-8 км в сутки (Семенченко, 1980 а). Поздними сроками нерестовой миграции заметно выделяется южн-приморская сима. Продолжительность миграции к нерестилищам обусловлена погодными условиями сезона и размерами речной системы: в крупных водоемах (Тумнин, Самарга, Единка) анадромная сима продолжает поступать из моря в течение 60-100 сут., а в средних по протяженности реках (Желтая, Венюковка, Максимовка) - 45-65 сут. Наиболее короткая продолжительность миграции у южн-приморской сими - 10-20 сут. На сроки и интенсивность анадромной миграции сими влияют абиотические факторы среды. При обильном выпадении осадков продвижение рыб по реке ускоряется, а в маловодный сезон осадки стимулируют начало подъема лососей по реке. Для локальных стад сими характерна присущая им динамика хода, которая сохраняется в смежные годы, причем максимумы интенсивности его смещаются на несколько дней.

Интенсивность нерестового хода сими в течение суток может существенно изменяться в зависимости от динамики гидрологических факторов (температуры, pH, содержания O<sub>2</sub>). Нами установлено, что различные популяции сими сохраняют им свойственный ритм суточной активности. В водоемах Северного Приморья снижение освещенности служит сигналом к возрастанию сумеречной миграционной активности при подъеме лососей к местам размножения. Начало хода сими приурочено к ранним сумеркам: 21<sup>15</sup> - 22<sup>05</sup> ч., максимальная

активность зарегистрирована между 22-23 ч. Поздние мигранты симы (июль) встречались в реке в более ранние часы: 21-22<sup>15</sup> ч., что может быть связано с уменьшением продолжительности светового дня. Окноприморская симы проявляет иной тип суточной активности, заходя в реки в предрассветные и утренние часы.

**Нерест. Нерестилища. Брачное поведение.** Сведения по биологии размножения симы в естественных водоемах в работах отечественных авторов (Солдатов, 1913; Кузнецов, 1928; Вавилова, 1957; Канидьева, 1964, 1968; Крыжгин, 1962; Иванков, 1968, 1969; Грищенко, 1973; Смирнов, 1962, 1975; Бушуев, 1980) касаются главным образом условий, при которых происходит воспроизводство. В этих работах недостаточно отражены вопросы, связанные с нерестовым поведением, откладкой икры и распределением рыб в пределах нерестилищ. Были известны общие сведения по срокам размножения приморской симы, ее возрастному составу и размерам половозрелых рыб (Воробьев, 1926; Правдин, 1949; Смирнов, 1975).

Наблюдения над экологией размножения приморской симы проведены на притоках р. Самарга (1976 г.) и в р. Кедровая (1978<sup>2</sup> 1982). Нерестилища этого вида в средней части р. Самарга разнообразны по гидрологическому режиму. Они расположены в речных притоках с быстрым течением и каменисто-галечниковым ложем, а также в слабопроточных участках с песчаным или заиленным дном. Начало нереста было связано с повышением температуры воды до 14,8<sup>0</sup> и понижением уровня водотока. Это согласуется с данными А.И. Смирнова, наблюдавшего в эксперименте ускоренную активацию самцов при повышении температуры воды.

Многие исследователи отмечают, что подходящие к рекам самки более зрелые, чем самцы. Это характерно и для приморской симы. В начале речной миграции у первых мигрантов гоносоматический индекс составляет в среднем: у самцов 2,8%, у самок 7,2%. Динамика созревания половых продуктов рыб может быть описана параболической кривой. Относительный вес яичников варьирует от 4,8 до 25,2%, а семенников 0,7-7,2% от массы тела без внутренностей. Последние мигранты более зрелы, чем первые, поэтому они не поднимаются к отдаленным нерестилищам. При подходе к местам нереста производители симы задерживаются на несколько дней для окончательного дозревания гонад в глубоких протоках ниже устья ручьев. Сезон размножения симы частично перекрывается со сроками миграции ее по реке.

Нерестовые участки сима соприкасаются в верхней части рек с местами воспроизводства проходной мальмы, в низовьях — горбуши. Во всех случаях совместного обитания разных видов лососей сима занимает обособленные участки русла в местах выхода грунтовых вод или немного выше перекатов, что обеспечивает ей полную репродуктивную изоляцию. Сезоны размножения сима и других видов лососей совпадают незначительно.

Для размножения сима использует участки водотоков с берегами, обильно заросшими кустарником и травой (Семенченко, 1979а). Место сооружения бугра чаще находится у высокого берега, где неподалеку есть естественное укрытие: скалы, затонувшие деревья или нависший берег. В притоках р. Самарга плотность заполнения рыбами нерестилиц — 29 особей на 1 км длины ручья. Площадь дна, занимаемая одной парой, равна в среднем  $275 \text{ м}^2$ . Бугры располагаются вдоль ручья разреженно, не более 1–2 между перекатами. Слой воды над вершиной бугра в кл. Унты в среднем 19,5 см, и 12,3 см в кл. Унтовка. Скорость потока над бугром около 0,5 м/с. Южноприморская сима сооружает небольшие бугры площадью  $0,5 \text{ м}^2$  на относительно глубоких плесах, где средняя толщина воды над бугром — 24,9 см. При неблагоприятном водном режиме часть бугров обсыхает сверху, но икра в них сохраняется за счет подпитки снизу водами подруслового потока.

Первыми на нерестилище приходят самки и сразу приступают к расчистке грунта под будущее гнездо. Образование пары с самцом происходит на 2–3 дня позже. За пределы плеса самка выходит редко, радиус ее территориальной активности 5–12 м. Кроме нерестовой пары у гнезда находятся самцы того же вида — субдоминанты и карлики, а также молодежь мальмы и кунджи. Непосредственного участия в нересте самцов-карликов не наблюдали. Самка откладывает в грунт небольшие порции икры — 20–30 шт. за один раз. После вымета икры она совершает бросок против течения и по окружности возвращается назад. Продолжительность времени откладки икры  $2,6 \pm 0,17 \text{ с.}$ , после чего самка отдыхает над бугром 58–69 с.

Биология личинок и мальков. Эмбриональный и личиночный период развития сахалинской сима подробно описан в работах С.Г. Соина (1954), М.Л. Кристина (1962) и А.И. Смирнова (1975). По приморской симе такие данные отсутствуют. Поскольку в нашу задачу не входило изучение эмбриогенеза сима, мы собрали сведения косвенно с другими наблюдениями. Свободные выключившиеся

эмбрионы сими в возрасте 80-85 сут. после оплодотворения были выловлены 20 декабря 1975 г. в р. Кедровая. В следующей пробе через 20 сут. у личинок незначительно увеличились размеры и уменьшилась масса тела за счет расходования энергетических запасов желточного мешка. К моменту выхода из бугров их длина была 3,3-3,8 см. Выход мальков сими из грунта в водоемах Северного Приморья продолжается с середины апреля до начала июня. После перехода к жизни в толще воды мальки пассивно скатываются вниз по течению со средней скоростью 450 м в сутки. Температура воды в этот период -  $7,2^{\circ}$ . Обычные сроки катадромной миграции - со второй декады мая до начала июня. В течение лета мальки занимают характерные биотопы - широкие мелководные плесы с замедленным течением, где они питаются сносимыми водой наземными насекомыми, личинками и куколками хирономид и икрой азиатской корюшки.

Сезонный рост молоди. Взаимосвязь линейного роста и развития чешуи. Продолжительность пресноводного периода жизни приморской сими колеблется от одного до трех лет (Бирман, 1972; Бугаев, 1978; Семенченко, 1978), причем в южных районах она сокращена на 1-2 года (Семенченко, 1977; 1980б). Возраст, при котором молодь сими оставляет реку, как и возрастная структура популяции, во многом обусловлены скоростью роста рыб в первый год жизни. При быстром росте сима, подобно нерке, гораздо раньше медленнорастущей молоди переходит к жизни в море (Кругиус, 1961, 1972; Крыхтин, 1962).

До начала наших исследований не было данных по сезонной периодичности роста приморской сими и критериев правильной оценки возраста по чешуе. В работе прослежены сезонные изменения длины и массы рыбы и связь этих изменений с параметрами чешуи. Оценку показателей роста производили по средним значениям группового роста. В каждой последующей пробе сеголеток наблюдается возрастающая изменчивость показателей. Кривая сезонного роста имеет S-образный характер. Наиболее высокие темпы прироста массы и длины тела у рыб возраста  $0^{+}$  из р. Желтая отмечены во второй половине июня - в период наилучшей обеспеченности пищей, замедление - к концу августа. Соотношение онтогенетической аллометрии весового и линейного роста  $0^{+}$  сими может быть описано уравнением степенной функции:  $W = aL^b$ , где  $L$  - длина рыбы,  $W$  - общая масса. Коэффициент "а" у рыб в разных пробах

изменялся от 0,006 до 0,024, а степенной показатель "b" в пределах 2,74-4,02.

Исследование сезонной изменчивости роста молоди сими на первом году жизни в р.Кедровая и р.Желтая обнаружило многовершинное распределение по частоте встречаемости в отдельных классах длины тела и возрастающую во времени к каждой следующей пробе растянутость ряда. Резкое возрастание изменчивости линейных показателей регистрируется в момент ускоренного роста карликовых самцов, которые уже к середине августа частично созревают и могут принимать участие в нересте с проходной симой. На кривых распределения, построенных по данным каждой пробы, появляется положительная асимметрия.

По мере роста среди рыб-ровесников происходит разделение на размерные группы "малких", "средних" и "крупных". Мы предполагаем, что такая особенность неравномерного роста у сими адаптивна, так как рыбы разных размеров могут полнее использовать кормовую базу водоема. При экспериментальном садковом подращивании мальков, взятых из р.Кедровая, также была обнаружена дифференциация их по скорости роста и размерам, хотя условия содержания для всех рыб (37 экз.) были однородными. Высокая изменчивость показателей роста, увеличивающаяся во времени, свойственна не только приморской симе, но и сахалинской. Результаты этой изменчивости у сими разных регионов проявляются по-разному. У сахалинских рыб с относительно простой возрастной структурой образуются три биологические группы с различным временем ската в море и размерами (Крыхин, 1962). Выход покатной молоди приморской сими происходит в основном в мае, поэтому дифференциация по темпу роста у сеголетов связана с появлением трех возрастных групп молоди ( $I^+$  -  $3^+$ ).

Размеры мальков, при которых у них закладывается чешуя, различны в пределах одного региона. В Южном Приморье первое появление чешуи регистрировали у рыб длиной 6,2 (5-7,2) см, а в реке Желтая - 5,3 (4,9-5,8) см.

Среди покатников сими в р.Желтая доминируют двухлетки (49,1-50,5% в разные годы) и трехлетки. В сопредельных реках на юге края покатная молодежь представлена одной группой  $2^+$ . Для установления соотношения между линейным ростом сими и ее чешуи проведен корреляционный анализ. Наиболее высокая положительная связь

$r=0,87$  выявлена между длиной тела и числом склеритов; с радиусом чешуи значение коэффициента меньше:  $r=0,65$ . Сопоставление линейного роста и роста чешуи показало, что оно может быть описано параболой для сеголеток сима из р.Мелтая и прямой линией у южноприморской сима.

Количество склеритов в первой годовой зоне роста зависит от общей продолжительности пресноводного периода: у покатников с большим абсолютным возрастом их число минимально. При анализе данных В.Ф.Бугаева (1978) была установлена достоверная разность по числу склеритов в первый пресноводный год жизни между разновозрастными покатниками. Это же подтверждается и на собственные материалы. Закладка годового кольца у приморской сима в речной период жизни завершается в апреле-мае.

Различия в темпе роста молоди сима, вероятно, определяются наследственными факторами. Процесс ее дифференциации на разновозрастные группы носит приспособительный характер, снижая пищевую конкуренцию в местах обитания за счет питания кормовыми организмами разной величины и разной систематической принадлежности. Установлено, что продолжительность речной жизни быстрорастущих особей самая короткая, они уходят в море после первой зимовки в реке. Самая высокая скорость роста в первое лето жизни у самцов, разбивающихся по карликовому типу и созревающих в пресной воде.

## Глава 6. БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ

Размерно-весовой и возрастной состав. Приморская сима обитает в зоне экологического оптимума. Наряду с относительно высокой численностью локальных популяций лососей этого района свойственна высокая изменчивость большинства популяционных характеристик. Биологическая структура приморской сима состоит из максимального количества структурных компонентов, по отношению к другим внутривидовым группировкам. В этом регионе зарегистрированы наиболее крупные размеры производителей обоих полов. По нашим наблюдениям, в р.Самарга средние размеры самцов составляли 68,6 см (максимальные - 78 см), самок - 63 см.

Основную роль в формировании размерно-весовой структуры играет продолжительность пребывания рыб в море. Длительность нагульного периода обуславливает возникновение размерного поли-

морфизма производителей. Анализ размерно-частотных кривых мигрантов симы из р.Желтая обнаружил трехмодальное распределение самцов, тогда как распределение по длине у самок нормально. В отличие от нерки (Гадзулин, 1976), внутри локального стада симы невозможно четкое выделение групп, образующих отличные морфотипы (Семенченко, 1979б). Средние размеры самцов с одинаковым количеством морских лет зависят также от продолжительности жизни в реке: при его удлинении рыбы становятся крупнее.

Мигранты симы в приморских реках представлены особями возраста  $I.1^+$  -  $3.4^+$ . Возрастной состав включает 8-10 возрастных групп. Основу стада р.Желтая составляют две группы симы возраста  $I.2^+$  и  $2.2^+$  или 58,9 - 73,4% от всей выборки в разные годы. Популяции приморской симы различаются соотношением средних размеров самцов и самок и различной линейной изменчивостью. В реках северной части края самцы симы всегда крупнее самок, на юге в реках бассейна зал. Петра Великого - самки крупнее и более изменчивы. У сахалинской и японской симы самцы также гораздо мельче самок.

Прослежено соотношение величины весового и линейного роста у ряда локальных популяций приморской симы. Рассчитаны значения коэффициентов в уравнении степенной функции. Величина степенного коэффициента зависит от пола, пределы его изменчивости: у самцов 2,30-3,42, самок 2,22-3,28. Весовой рост над линейным преобладает у самцов. При обобщении всех результатов это соотношение в среднем приближается к кубическому -  $2,97 \pm 0,06$ .

Половой состав. Для изученных нами локальных популяций анадромной симы характерно небольшое преобладание самок на всех стадиях жизненного цикла. Это же отмечается П.А.Моисеевым (1936) для симы, нагуливающейся перед нерестом в зал.Петра Великого. Во время анадромной миграции половая структура стада изменяется (Семенченко, 1980а): в начале ее преобладают самки - 66,7%, а к концу хода соотношение полов становится почти равновесным - 52,9% самок. Южноприморская сима характеризуется более ранним возрастом созревания за счет сокращения продолжительности пресноводного и морского периодов жизни.

Интенсивное изъятие лососей в этом районе приводит к нарушению обычного для симы соотношения полов и других популяционных характеристик, определяющих воспроизводительную способность стада (Семенченко, 1983 г).



Нехватка проходных самцов, вероятно, компенсируется увеличением доли самцов, созревающих в пресной воде. В водотоках Южного Приморья они составляют до 46% от всего потомства проходной сими (Семенченко, 1983 б). В целом по Приморью отношение полов следующее: ♂ - 42,9%, ♀ - 57,1%. Рассматриваемый показатель изменяется в зависимости от возрастной структуры популяции. Доминирующий возраст самок - четырехлетки (1.2<sup>+</sup>), в крайних возрастных группах 1.3<sup>+</sup> и 3.3<sup>+</sup> они встречаются редко. В каждой группе рыб-ровесников по морскому возрасту относительная доля самок убывает пропорционально удлинению пресноводного периода. Например, процент самок относительно числа самцов изменяется: 1.2<sup>+</sup> -75%, 2.2<sup>+</sup> -32,3%, 3.2<sup>+</sup> -16%.

По нашим наблюдениям, у стада западнокамчатской сими имеется достоверная обратная связь между количеством рыб, обловленных за сутки и долей самок в улове. При снижении суточной интенсивности нерестового хода возрастает количество самок в улове.

Временная и пространственная структура популяций приморской сими. Условия среды в различных частях ареала вида значительно отличаются. В соответствии с ними формируются особые адаптивные отношения рыб, проявляющиеся через изменение функций или внешнее строение особей. Степень близости между популяциями вида и распределение в пространстве внутривидовых группировок изучали на основе сопоставления морфометрических признаков (Семенченко, 1982 а).

Нами установлено, что в пределах локального стада (изолята) сими происходит разделение мигрантов на две и более биологические группы. Основные различия между ними: сроки захода в реку, степень зрелости гонад, условия размножения, топография нерестилищ. Между зонами воспроизводства, занимаемыми каждой группой, обнаружены пространства, где производители не были встречены.

Многолетние исследования показали биологическую однородность популяций сими Северного Приморья (Семенченко, 1979а, 1980а). Каждая локальная популяция этого вида длительное время сохраняет репродуктивную самостоятельность. Степень эмиграции в соседние водоемы производителей, вероятно, не превышает нескольких процентов. Сима относится к группе видов с длительным пресноводным, периодом и наиболее устойчивым хомингом - способностью к возврату в родной водоем (Леванидов, 1976). Строгость хоминга сими р.Желтая (наблюдения 1977, 1978, 1980 гг.) доказана многими косвенными

характеристиками: типом динамики стада, биологической структурой популяции, морфологическим сходством рыб (Семенченко, 1979б, 1982а). Установление факта невысокой изменчивости характеристик эт. популяции симы в смежные годы позволило нам провести изучение пространственной структуры вида по материалам разных лет сборов.

В пределах ареала рыбы разных регионов различаются сроками размножения, возрастным составом, особенностями строения челюсти и другими параметрами (Бирман, 1972; Смирнов, 1975; Бугаев, 1978; Tanaka, 1965). Межпопуляционные различия у симы Амура, Сакалина, Приморья и Камчатки, по мнению И.Б. Бирмана (1972), находятся на уровне расовых. По аналогии с близкими длинноциклическими видами он предположил возможность существования сезонных рас у симы. Это подтвердилось последующими исследованиями. Форма симы с поздним осенним нерестом обитает в южных районах Приморья с мягким климатом, а с ранним летним нерестом - в северных областях ареала (Смирнов, 1975; Семенченко, 1979а, 1979б, 1980а). В некоторых водоемах производители, принадлежащие к двум экологическим группам, обитают симпатрично (Иванков, Свирский, 1976). Биологические различия между сезонными группировками симы были подтверждены морфологически. Степень различия по некоторым индексам ( $h_A$ ,  $l_P$ ,  $h$ ) довольно высока, процент неперекрывания кривых распределения более 77%. Высокую информативную ценность несут наиболее изменчивые признаки:  $l_{max}$ ,  $h_A$ ,  $l_A$ ,  $l_P$ ,  $h_D$  ( $CV = 6,6-12,2$ ). По меристическим признакам достоверные различия не установлены. Экологическая специализация двух форм проявляется в период активных пищевых морских миграций и во время размножения в реках через сроки миграций, условия мест воспроизводства, определенный экстерьер с выгодными для каждой конкретной формы гидродинамическими свойствами.

Морфобиологическая структура популяций приморской симы. Оценка морфологического сходства популяций приморской симы с помощью стандартных статистических методов и показателем обобщенного морфометрического расстояния позволили установить фенетическую близость между смежными поколениями лосося из р. Желтая и рыбами "ранней" расы. Значительные различия получены между выборками лососей различных сезонных рас. Основываясь на том, что величина неперекрывания индекса наибольшей выности тела достигает более 86%, мы предложили назвать "раннюю" симу - высокотелой, а

"позднюю" - низкотелой (Семенченко, 1982а).

В общем виде морфобинологическую структуру приморской сими можно представить следующей иерархической системой группировок: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ - анадромная, жилая → СЕЗОННЫЕ РАСЫ - "поздняя", "ранняя" → МОРФОТИПЫ - низкотелая, высокотелая → ПОЛО-ВОЗРАСТНЫЕ ГРУППЫ - анадромные самцы и самки, карликовые самцы (крайне редко самки) → РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНЫЕ ГРУППЫ - мелкие, средние и крупные самцы.

Обнаруженные между двумя формами сими морфологические и экологические различия позволяют рассматривать их как достаточно обособленные комплексы локальных стад, которые дифференцированы на более мелкие группировки - изоляты лососей отдельных рек.

**Внутрипопуляционная морфологическая изменчивость.** Различия в строении рыб имеют функциональную основу и существенно связаны с характером развития организма в онтогенезе. Нами были выявлены основные причины высокой индивидуальной изменчивости экстерьера особей. Сравнивались между собой искусственно разделенные группы рыб по данному признаку, при условии равного количества вариантов в каждой группе и близкими показателями стандартного отклонения. При этом были выделены три типа изменчивости. 1. Онтогенетическая - возникающая вследствие аллелетрических изменений роста отдельных частей тела с возрастом. Наиболее значительные различия установлены между мелкими и крупными самцами, у самок они отсутствуют (кроме признака "горизонтальный диаметр глаза"). 2. Брачная изменчивость - связана с неравномерным ростом частей тела рыб разного пола в процессе их созревания перед нерестом. Заметно проявляется у самцов по большинству параметров, наиболее существенно - в пропорциях обонятельного отдела хондрокраниума. Самки до нереста почти не изменяются (незначительно увеличивается брюшная часть тела). 3. Половой диморфизм. Изучение диморфизма проведено на рыбах разного пола близких размеров тела без признаков брачного наряда. У североприморских рыб отмечены различия по 14 признакам, у южноприморских - по 17 (из 28 индексов). Повышенная морфологическая изменчивость (линейная и возрастная) наблюдается у самцов, поэтому анализ структуры вида осуществляется только по самкам. Разумеется, при достаточных объемах выборки, адекватно отражающих состояние и разнообразие популяций, для такого анализа необходимо максимально реализовать информацию по рыбе обоих полов.

## ВЫВОДЫ

1. Приморская сима обитает практически во всех реках бассейна Японского моря протяженностью более 20 км. В пределах Приморского края вид состоит из пространственно изолированных в период размножения популяций. Относительно высокая численность локальных популяций сими сохранилась в крупных реках Северного Приморья: Тумнин, Ботчи, Жамарга и Едника.

2. Общее состояние численности нерестовых стад приморской сими не может считаться благополучным. После резкого снижения ее запасов в 1954 г. прежняя численность не восстановилась, о чем свидетельствует недостаточное заполнение нерестилищ производителями. К числу лимитирующих факторов можно отнести: интенсивный морской промысел в открытых водах Японского моря.

3. Структура популяций североприморской сими характеризуется наиболее высокой изменчивостью отдельных элементов: возрастной ряд состоит из 10-12 групп. Возрастная структура южноприморской сими отличается сокращенным пресноводным и морским возрастом и, следовательно, уменьшением количества возрастных групп. На севере региона в стадах сими доли самок и самцов приблизительно равны, а в южной части самки резко преобладают (63-77%). Размерный полиморфизм у самцов обусловлен морским возрастом.

4. В водоемах Приморья произошла экологическая дивергенция популяций вида на две сезонные расы, различающиеся сроками нерестового хода и топографией участков, занимаемых для размножения. По всем биологическим параметрам найдены существенные различия, но они не дают основания для отнесения их к разным подвидам.

5. Выявлены значительные морфологические отличия между особями, относящимися к разным сезонным расам. Наиболее ценный дифференцирующий признак - наибольшая высота тела, позволил нам выделить две морфологические формы - "высокотелую" и "низкотелую". Временная изоляция популяций привела к обособлению генофондов и формированию новых адаптивных отношений к среде обитания.

6. Оценка степени фенетических различий популяций сими по многомерному показателю - обобщенному морфометрическому расстоянию, позволило прояснить разделение локальных популяций на две ветви - южноприморскую и североприморскую симу. Последняя разделяется на две подгруппы: первая - локальные популяции рек

Серебрянка и Максимовка, вторая — популяция реки Желтая. Выделен ряд ценных для внутривидового таксономического анализа признаков.

7. Разработана классификация внутривидовых группировок — комплексов локальных стад различных регионов: Приморья, Западной Камчатки и Южного Сахалина. В один кластер с наиболее высокими значениями морфологического сходства и близкой по составу биологической структурой попадают популяции Северного Приморья и Камчатки, что позволяет выдвинуть гипотезу о недавнем разделении этих таксонов.

8. Пространственная структура вида в репродуктивный период представлена тремя иерархическими уровнями; а- сезонные расы, которые на значительном участке побережья встречаются симпатрично; б- локальные популяции — изоляты лососей отдельных рек; в- субизоляты (внутри изолятов), которые образовались вследствие неравномерности нерестовой миграции и различий в нерестилищах в бассейне одной реки.

9. Среди сеголеток симы по мере роста происходит дифференциация по темпу роста, что приводит к образованию трех групп с различным биологическим возрастом. Различия в сроках ската молоди в море каждой группы, а также садковые эксперименты, позволили создать теоретическую модель роста и предположить, что неравномерность роста связана с регуляцией возрастной структуры молоди.

10. Североприморская сима состоит из комплекса локальных популяций, которые характеризуются рядом ценных для использования качеств: крупные размеры и масса тела, высокая абсолютная плодовитость. Лососи этих популяций во время нерестовой миграции превосходят по упитанности рыб других регионов. Высокие пищевые и вкусовые качества симы позволяют отнести ее к группе деликатесных продуктов питания человека.

11. Особенности биологии симы: разреженность производителей в бассейне одной реки, "линейное" распределение нерестовых пар вдоль русла реки или ее притоков и территориальное поведение молоди в первое лето жизни, дают основание рекомендовать в целях восстановления запасов этого ценнейшего лосося создание небольших рыбопроизводных хозяйств (пунктов воспроизводства) с применением обязательного подращивания молоди на искусственной подкормке и естественном корме.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Зимовка рыб в водотоках заповедника "Кедровая Падь". - В кн.: Пресноводная фауна заповедника "Кедровая Падь", Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977, с.159-171.
2. Биологическая характеристика нерестовой части популяций сими Северного Приморья. - В кн.: Биология лососевых: Тез. докл. Междунар. четырехстороннего совещ. (СССР, США, Канада, Япония г.Кино-Сахалинск, октябрь, 1978). Владивосток, 1978, с.43-44.
3. Особенности естественного воспроизводства сими *Oncorhynchus masu* (Brevoort) в бассейне реки Самарга (Северное Приморье). - В кн.: Систематика и экология рыб континентальных водоемов Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979 а, с.126-131.
4. О структуре популяции северо-приморской сими (*Oncorhynchus masu* (Brevoort)). - В кн.: XIV Тихоокеанский научн. конгр., КомитетФ, М: 1979 б, с.123-124.
5. Анадромная миграция и биологическая характеристика приморской сими *Oncorhynchus masu* (Brevoort). - В кн.: Популяционная биология и систематика лососевых. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980 а, с.51-57.
6. Развитие чешуи в зависимости от роста у сеголетков приморской сими *Oncorhynchus masu* (Brevoort). - Там же. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980 б, с.16-23.
7. Морфологическое описание проходной сими *Oncorhynchus masu* (Brevoort) северо-западной части Японского моря. - В кн.: Рыбы в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока, Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981 а, с.106-115.
8. Биология и рост молоди приморской сими *Oncorhynchus masu* (Brevoort). - Там же. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981 б, с.147-160.
9. Морфобиологическая структура популяций приморской сими. - В кн.: Биология шельфовых зон Мирового океана. ч.III, Вторая всесоюзн. конф. по морской биол. (Владивосток, сентябрь, 1982), Владивосток, 1982 а, с.42-44.
10. К вопросу о формировании гельминтофауны молоди сими *Oncorhynchus masu* (Brevoort) в бассейнах рек Кюного Приморья. - В кн.: Экология пресноводных животных Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982 б, с.69-73. (В соавт. с

- В.А.Дворядкиным и А.В.Ермоленко).
11. Исследование индивидуальной изменчивости тихоокеанских лососей с помощью морфометрического анализа. - В кн.: Морфол., структура популяций и пробл. рационал. использ. лососевидн. риб.: Тез. Координац. совещ. по лососевидн. рыбам ( Ленинград, март, 1983 г.). Л., 1983 а, с.196-198.
  12. Популяционная структура сими - *Oncorhynchus masu* (Brevooort) в пределах ареала. - Там же. Л., 1983 б, с.198-199. ( В соавт. с С.А.Горшковым, В.Ф.Бугаевым, М.Л.Беньковской).
  13. Биологические свойства популяций сими у северной границы ареала. - В кн.: Биологические проблемы Севера.: Тез. X Всесоюзн. симпоз. (Магадан, 1983 г.), Секция: Лососевые и сиговые Арктики и Субарктики, Магадан, 1983 в, с.213-214.
  14. Влияние антропогенного воздействия на состояние численности популяций тихоокеанских лососей в Приморье. - В кн.: Охрана живой природы.: Тез. Всесоюзн. конфер. ( Москва, ноябрь, 1983 г.), М., 1983 г, с.186-188.
  15. О перспективах искусственного воспроизводства сими в Приморье. Владивосток. Биолого-почв. ин-т. Владивосток, 1983 д, 15 с. Рукопись деп. в ВНИТИ 2.08.83, № 4275 - 83 Деп.
  16. Экология западнокамчатской сими *Oncorhynchus masu* (Brevooort) (Salmonidae) в период нерестовой миграции. - Вопр. ихтиол., 1984, т.24, вып.4, с.620-627.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ

В приложении ( часть I ) приведена схема морфометрических промеров лососей, однозначно определены все точки на теле риб, используемые для измерения расстояний. Во второй части приложения обсуждаются вопросы популяционной структуры вида. Оценка фенетического сходства различных популяций вида произведена методами многомерной статистики. Процедура отбора признаков осуществлена при помощи корреляционного и кластерного анализов. Малоинформативные признаки исключены. На дендрограмме показана степень фенетического сходства обособленных внутривидовых группировок. На основании полученных результатов высказывается предположение о том, что центр происхождения вида находится на территории современного Северного Приморья. Установлено близкое сходство между популяциями приморской и камчатской сими.

Семенченко Анатолий Дрьевич  
СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ПРИМОРСКОЙ СИМЫ *ONCORHYNCHUS*  
*MASU (Brevoort)* В РЕЧНОЙ ПЕРИОД ЖИЗНИ

Автореферат

ВД 02417. Подписано к печати 17.10.1984 г. Формат 60x84/16.  
Усл.п.л. 1,39. Уч.-изд.л 1,07. Тираж 100 экз. Заказ 119.

Бесплатно

---

Отпечатано в офсетно-ротационном цехе ДВНЦ АН СССР  
Владивосток, Ленинская, 50