

Заметки по методикам ихтиологических исследований



Решетников Ю.С. , Попова О.А.

Институт проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН, Москва

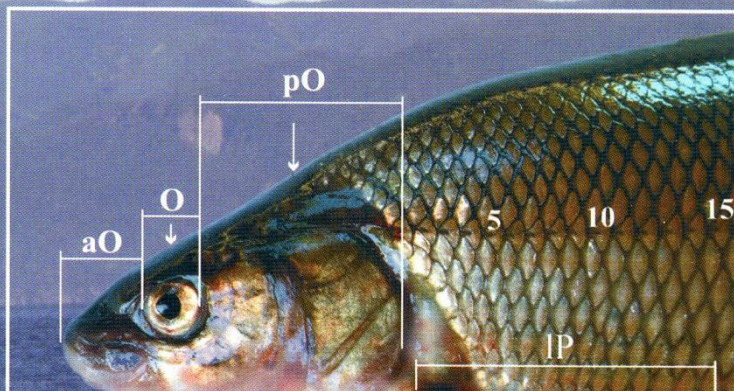
Звенигород—23.04.2015.

Канули в вечность

1. Коэффициенты упитанности по Фультону и Кларк;
- 2 – Морфофизиологические индексы С.С.Шварца.

**В.И. Романов, А.П. Петлина,
И.Б. Бабкина**

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ СИБИРИ



Но они продолжают пропагандироваться в ряде современных руководств:

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. 1972. Применение морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Петрозаводск: Карелия. 168 с.

Романов В.И. , Петлина А.П., Бабкина И.Б. 2012 Методы исследования пресноводных рыб Сибири. Томск: ТГУ. 252 с.

Журавлев В.Б. 2014. Методы ихтиологических исследований малых водоемов. Барнаул: Алтайск. Гос. Ун-т. 2014. 135 с.

Проблемы, требующие решения

- **Морфометрия – возможности и ограничения.**
- **Питание и обеспеченность рыб пищей.**
- **Определение возраста рыб. Это Наука или Искусство?**
- **О точности и погрешностях в ихтиологических работах.**

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб.
М.; Пищевая промышленность. 376 с.

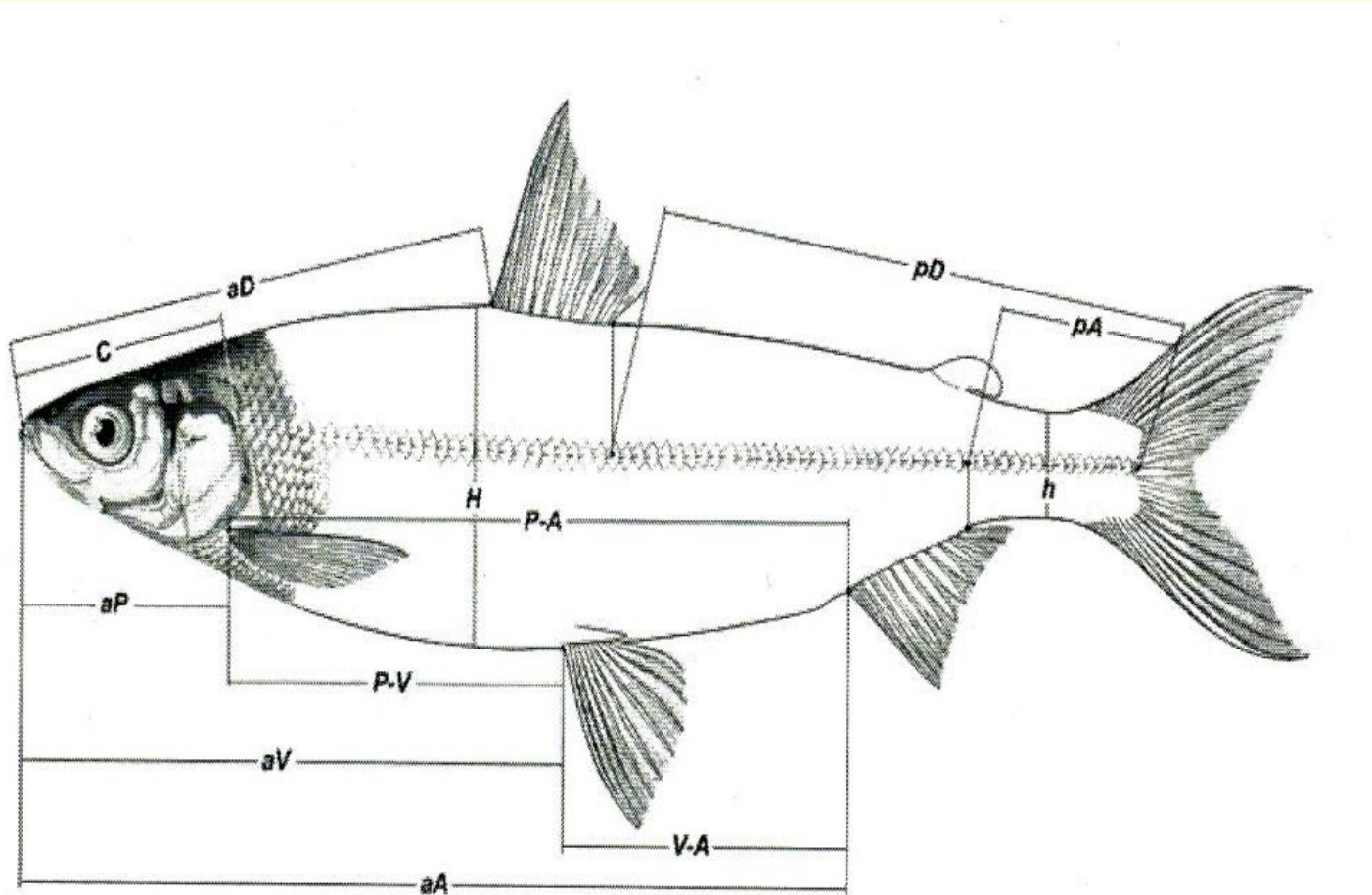
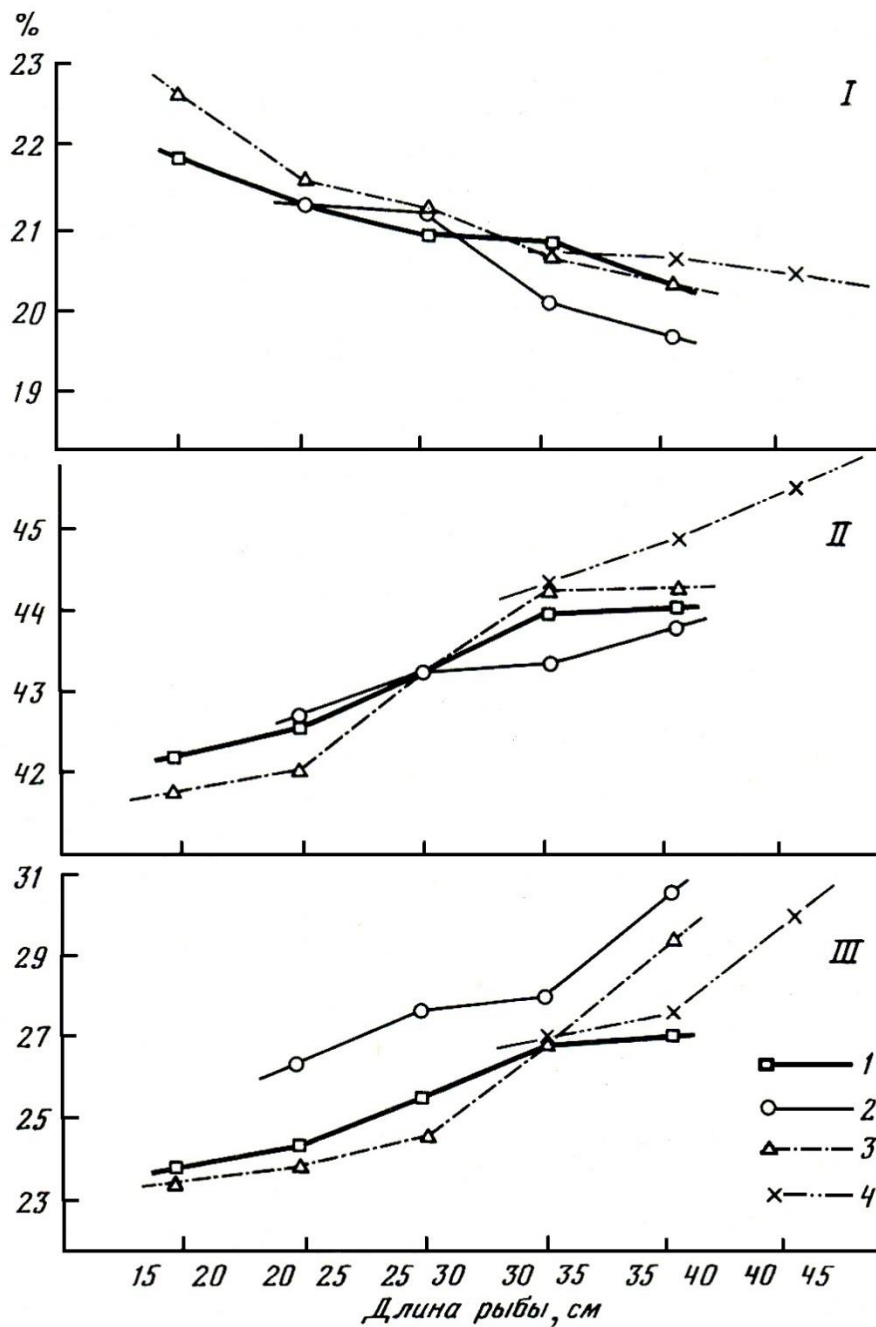


Схема промеров некоторых пластических признаков тела рыб

ПЛАСТИКА

Изменение длины головы (I), антедорсального расстояния (II) и наибольшей высоты тела (III) в связи с размерами рыб у разных популяций пеляди (по: Новоселов, Решетников, 1982):

- 1 – оз. Б.Лебязье,
- 2 – Андозеро
- 3 – р. Онега
- 4 – р. Печора



ПЛАСТИКА

1. Все промеры делаются на свежей рыбе.

После фиксации в соли, спирте, формалине и т.п. меняются пропорции тела.

Пропорции меняются у музейных экз. при длительном хранении.

2. Сравнивать надо выборки рыб одного размера,

желательно со сходным темпом роста, учитывать

возрастные изменения признаков и различия между

самцами и самками.

1960-1970-е годы началось бурное описание новых видов, подвидов, различных нацио и форм на основе морфометрических данных. Казалось, наступили идеальные времена для ихтиологов.

Использование этих индексов глубоко внедрилось в процессы научного познания и вряд ли прекратится, поскольку это может быть единственно разумный способ понять и растолковать некоторые биологические процессы (Sokal, Rohlf, 1981).

Создаются банки данных по морфометрии, была даже попытка для каждого вида создать свой эталон индексов (в России – для леща).

ПЛАСТИКА

2. На пластику влияет темп роста рыб.

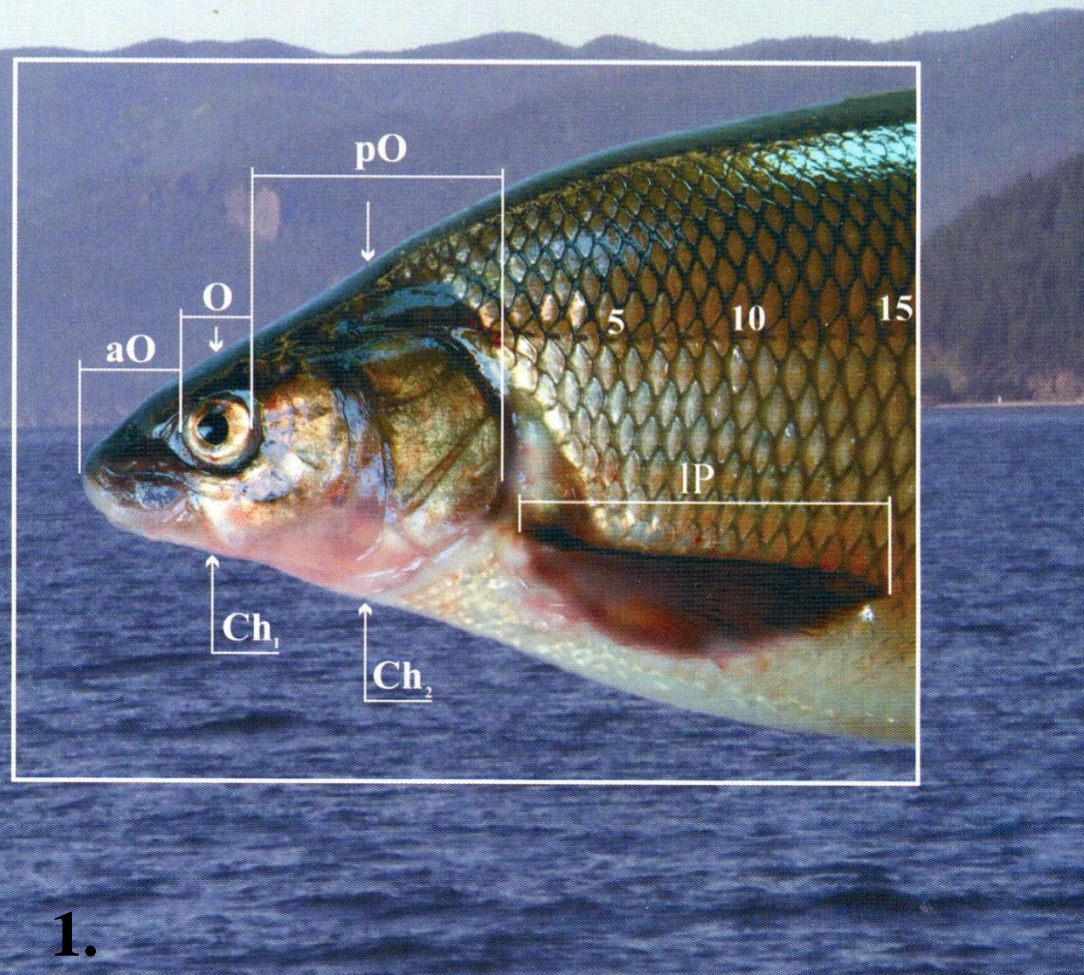
Тугорослые особи (популяции) имеют выше индексы головы и глаза по сравнению с обычными.

Для молодежи характерны большая голова, большой размер глаза, низкое и вытянутое тело, короткие плавники (инфантильные признаки).

3. С приходом компьютеров, новых программ и цифровой фотографии наступил «Золотой Век» в морфометрии.

4. В последние годы пропагандируется новая методика промеров рыб по фотографиям (truss network) с их последующей обработкой при помощи специальной программы Axio Vision или аналогичных.

**Масса статей за рубежом,
в России – Бочкарев, Зуйкова, 2007; Политов, 2013 и др.,**



Плюсы нового метода:

- 1. Все промеры можно делать в лаборатории, а не в поле.**
- 2. Можно не портить внешний вид рыбы и собрать большие пробы у рыбаков.**
- 3. Можно обмениваться фотографиями.**
- 4. Создавать банк данных.**

МИНУСЫ:

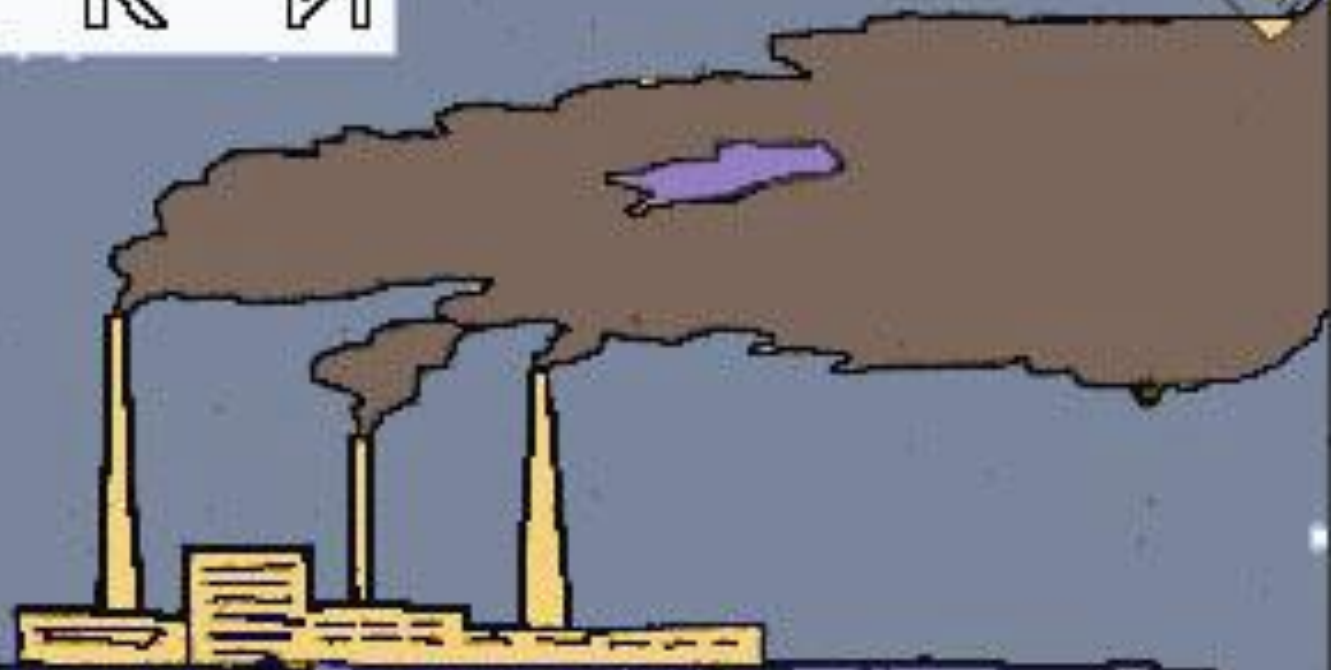
- 1. Перенос трехмерного изображения рыбы в двумерное, многие признаки будут определены с занижением размеров, поэтому невозможно сравнение со старыми данными.**
- 2. Не все лучи в плавниках по фото можно просчитать точно.**
- 3. Мы теряем данные по жаберным тычинкам, позвонкам, пилорическим придаткам, по полу и стадии зрелости, по состоянию внутренних органов...**

Сбор материала в полевых условиях



Ч У Д А К И

ПРОВЕРЕНО,
РЫБ НЕТ!



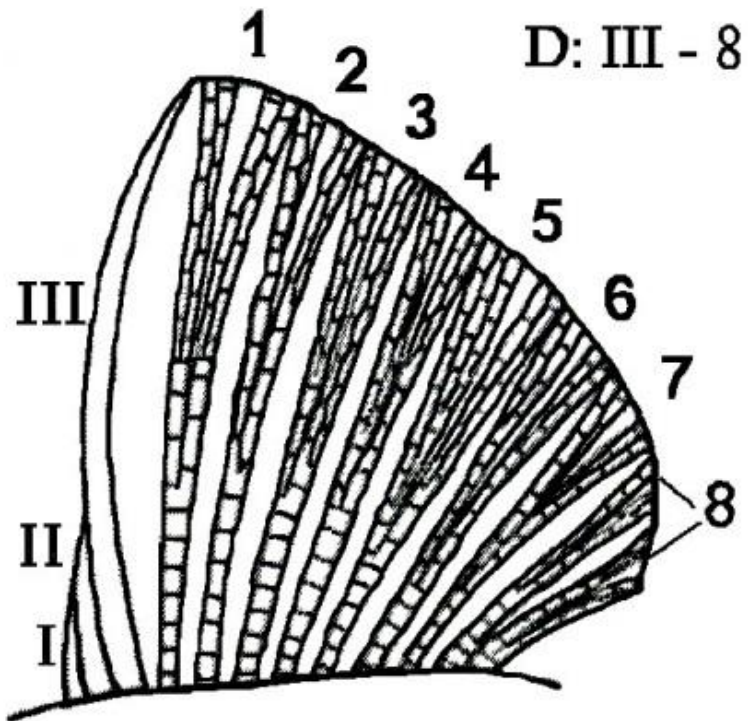
20 апреля 2015

Обработка рыбы в полевых условиях Норвегия, Сибирь и Европ. часть России

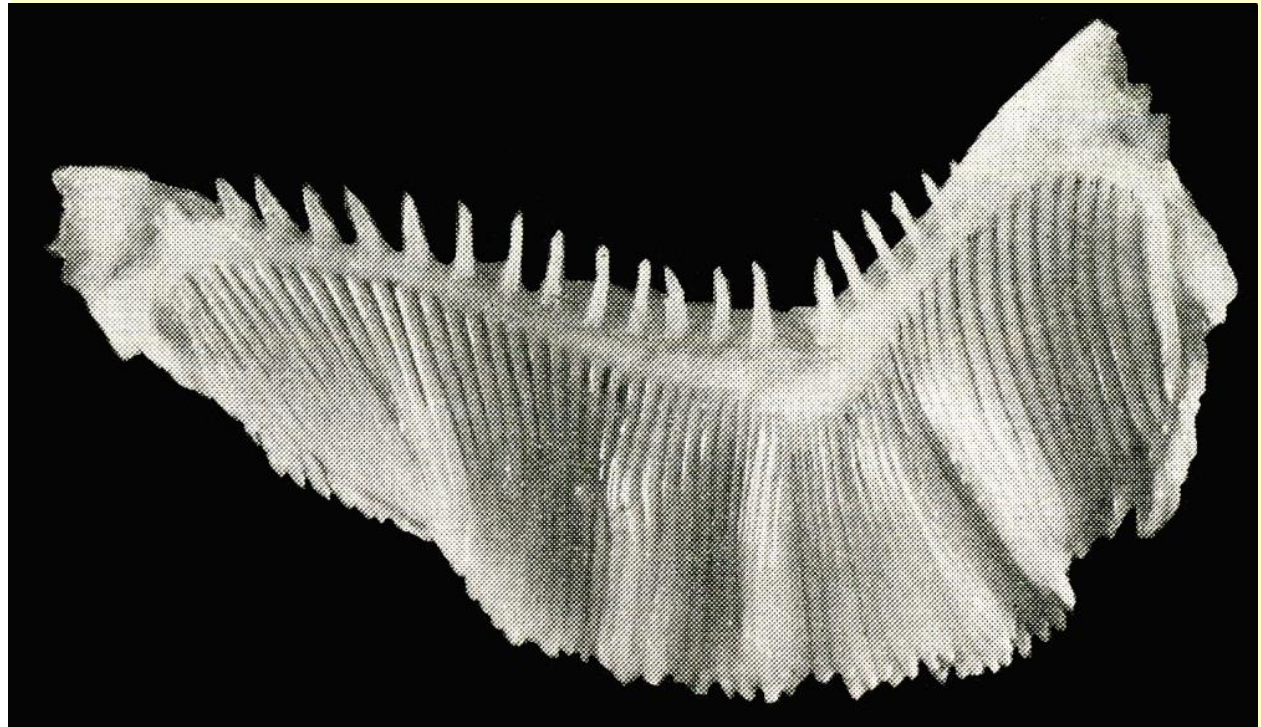


МЕРИСТИКА

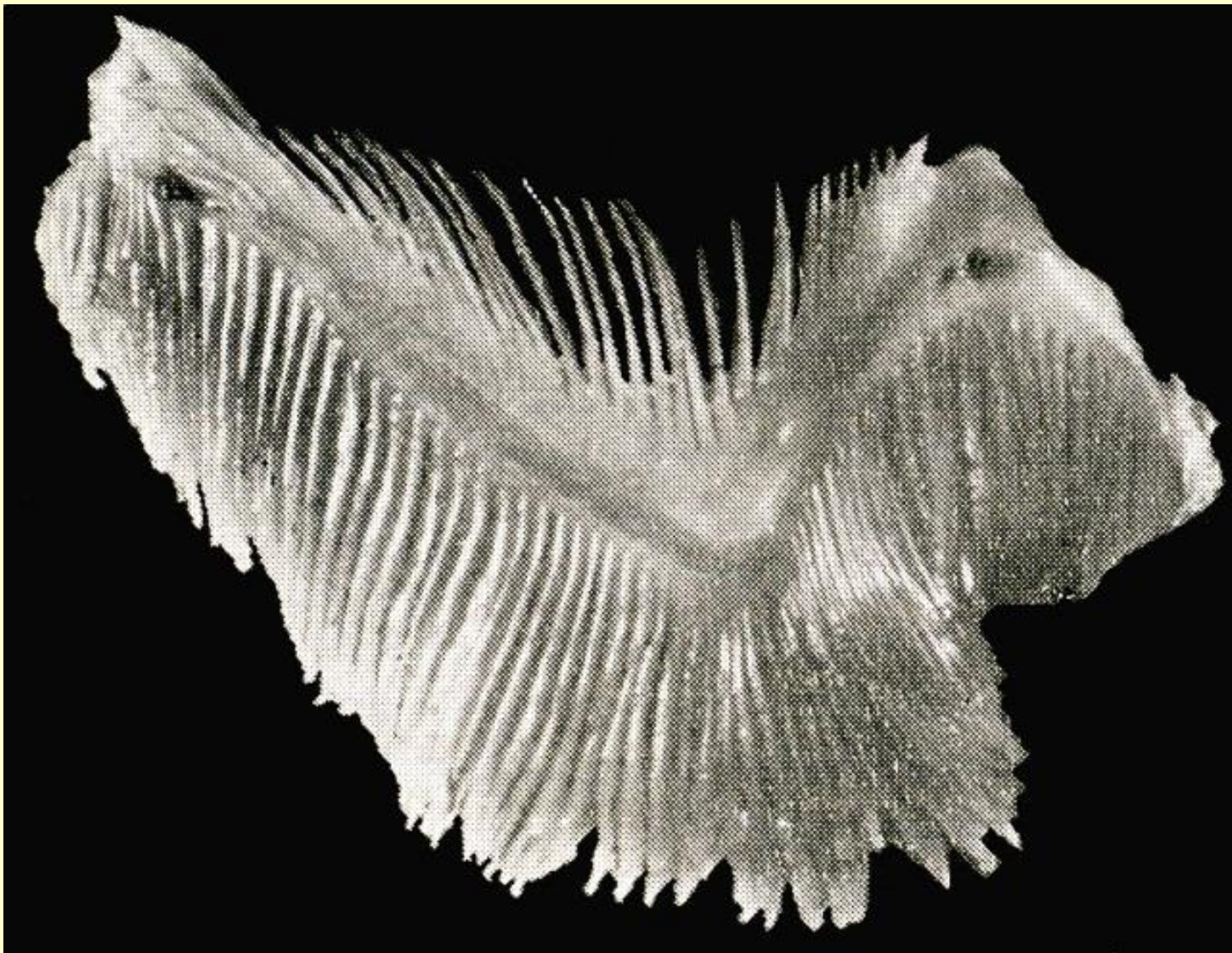
Окончательно число счетных признаков закладывается в первый год жизни и практически не меняется в дальнейшем.



Расположение лучей
в спинном плавнике



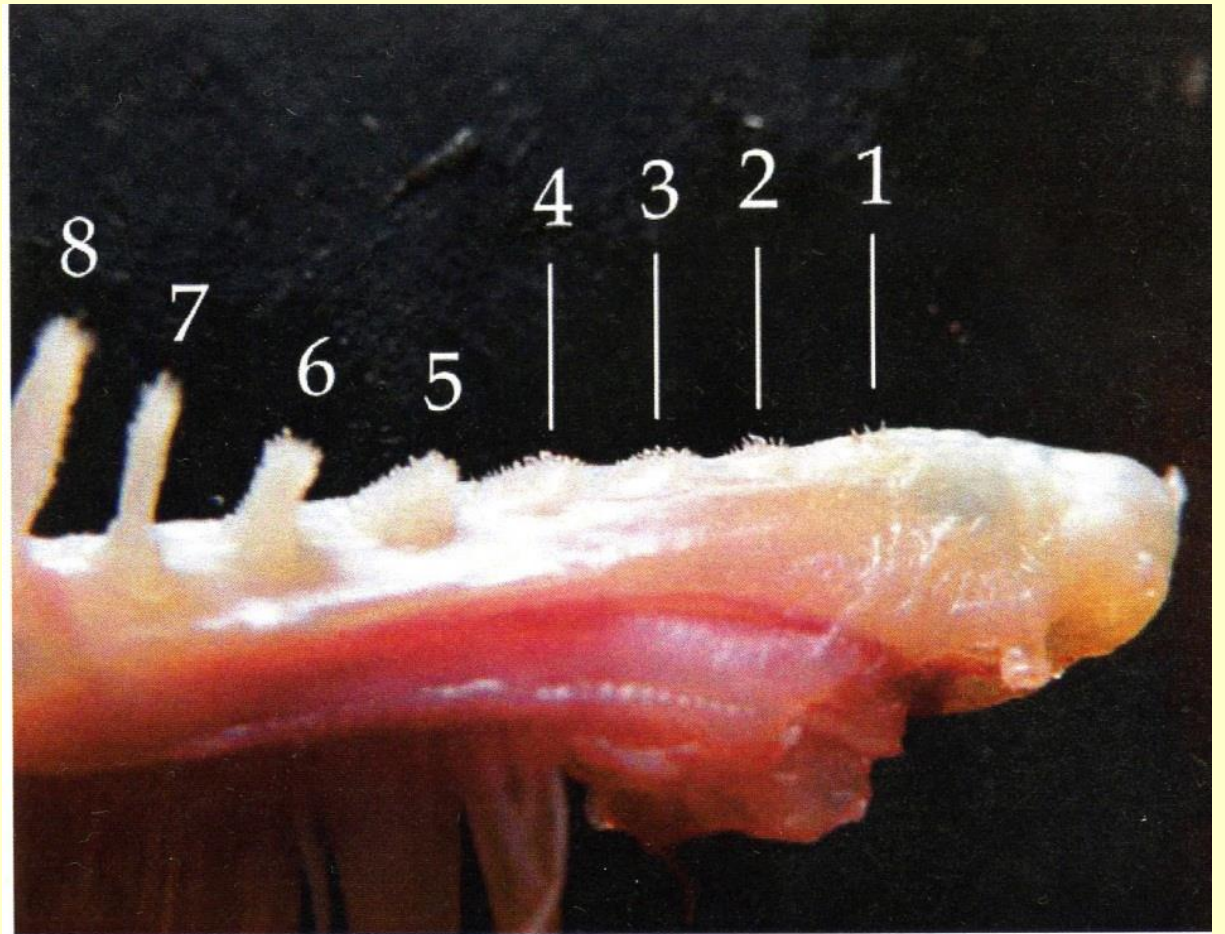
Жаберные тычинки пеляди



Жаберные тычинки



Фрагмент нижней части жаберной дуги сига-пыжьяна со сросшимися тычинками



Редукция крайних ЖТ у окуня

Число чешуй в боковой линии

(*ll* – *linea lateralis*)

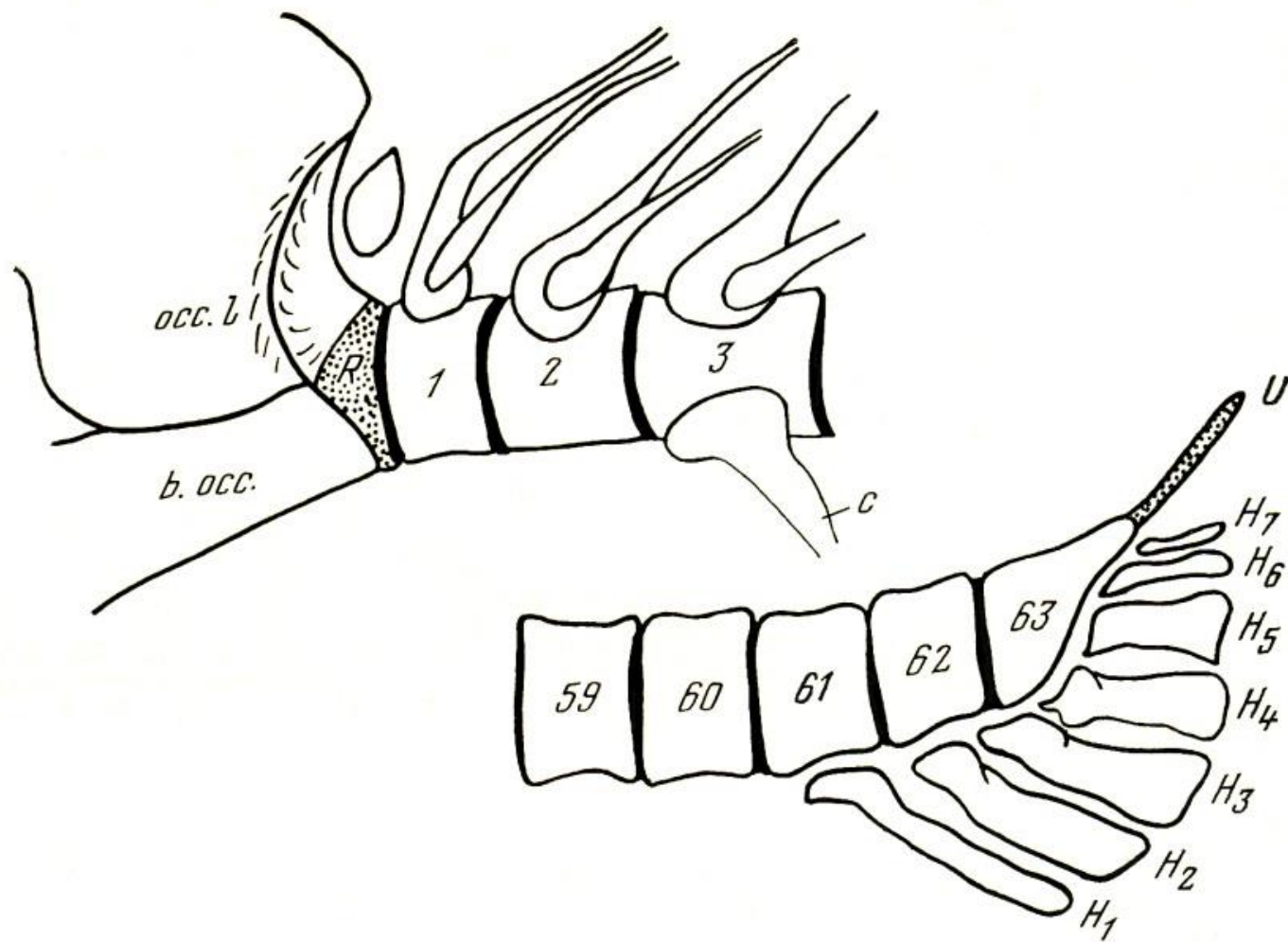
ll – число прободённых чешуй по боку тела рыб

Все чешуи (в том числе и непрободенные) –
число чешуйных рядов по боку тела.

	<i>ll</i>	<i>число рядов</i>
<i>Coregonus albula</i>	67 – 98	69 – 103
<i>Salvelinus alpinus</i>	130 - 140	190 – 240
<i>Esox lucius</i>	105 – 144	56 – 65
<i>Osmerus eperlanus</i>	2 – 14	61 - 75
<i>Hypom. nipponensis</i>	4 – 13	56 - 64

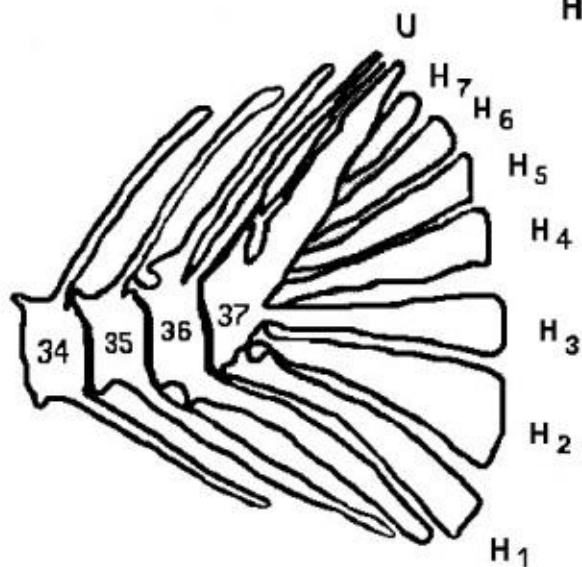
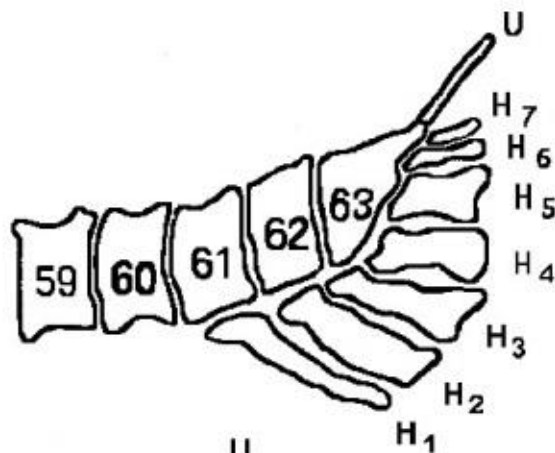
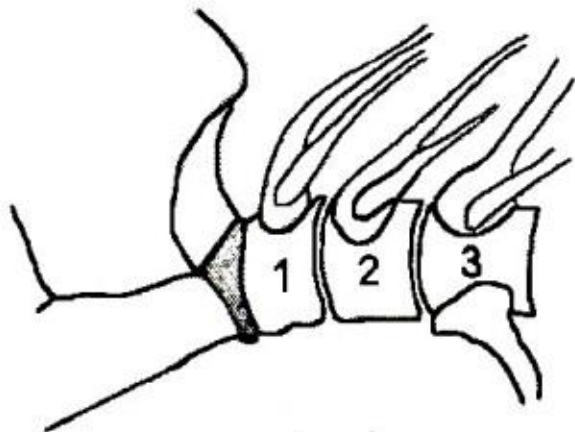
ПОЗВОНКИ

Число позвонков зависит от числа миомеров у эмбрионов, их окончательное число закладывается на ранних этапах развития и не меняется с возрастом



Число позвонков у сига *Coregonus lavaretus*

Районы	58	59	60	61	62	63	64	65	Пределы	Сред.	N
р.Воронья	-	-	2	9	20	8	-	-	60 – 63	61.8	39
Чунозеро	-	15	69	352	683	421	69	-	59 – 65	62.0	1615
Имандра	-	-	3	14	22	14	2	-	60 – 64	61.9	55
Сямозеро	4	13	27	29	24	7	3	-	58 - 64	60.8	107
Онега	5	21	39	45	48	10	2	-	58 - 64	61.1	185
Ладога	-	-	4	8	15	30	8	3	60 - 65	62.5	68
р.Нева	-	1	7	1	10	2	1	-	59 – 64	61.3	22
р. Сев.Двина	-	1	22	13	11	3	-	-	59 – 63	60.8	50
р. Печора	1	11	77	57	18	10	2	2	58 – 65	61.6	173
р. Уса	1	6	14	19	13	10	7	1	58 – 65	61.3	71
р. Обь	-	3	11	53	136	61	14	1	59 – 65	62.0	279
р. Лена	-	1	1	8	30	22	8	-	59 – 64	61.4	70
р.Анадырь	5	18	86	131	140	118	5	-	58 – 64	61.4	371
Оз.Лабынкыр	1	1	19	12	14	8	1	-	-	-	-
									54 – 60	57.3	59



Особенности строения начальных и конечных частей позвоночного столба у сиговых (вверху) и карповых рыб (по: Решетников, 1980; Urbanowicz, 1956)

Л.С.Берг (1948) писал, что последний позвонок со всеми гипуралиями **нужно** принимать за **один позвонок.**

Некоторые сибирские ихтиологи считали 3 последних позвонка за один у всех рыб.

3. С приходом компьютеров, новых программ и цифровой фотографии наступил «Золотой Век» в морфометрии.

Но не все так думают

(с приходом компьютеров ихтиологи поглупели)

«...бум теории информации, наблюдавшийся в 1960-1970х годах, принёс, пожалуй, больше «шума в каналах связи», чем нетривиальное осмысливание информации (Суханов, 1988. с. 795).

Техника машинной обработки ушла настолько далеко, что машина «различает руку оператора» –

Промеры одних и тех же рыб, выполненные разными операторами, дают статистически достоверные различия.

Это показано на арктических гольцах (*S. alpinus*), ленке (*Brachymystax lenok*) и алтайском османе (*Oreoleuciscus potanini*) ((Борисовец и др., 1983, 1984; Мина и др., 2005).

Вывод – морфометрию можно использовать для сравнения, если промеры выполнены одним оператором (Андреев, Решетников, 1977; Мина и др., 1996).

ПИТАНИЕ

Нами был предложен новый показатель, который учитывает и частоту встречаемости (F) и долю по массе (P) (Решетников и др., 1993; Попова, Решетников, 2011). Мы назвали его «индексом относительной значимости» (***IR - index of relative significance***), он рассчитывается по формуле:

$$IR = (F_i \times P_i / \sum F_i \times P_i) \times 100\%,$$

где: F_i - частота встречаемости каждого вида корма;

P_i - доля по массе; а сама величина i меняется от 1 до n

(n – число видов кормовых организмов).

Индекс нормирован, поэтому его колебания находятся в пределах от 0 до 100% независимо от числа кормовых организмов. Получилось как-бы новое значение каждого организма по массе в составе пищевого комка с поправкой на частоту встречаемости.

Питание ряпушки в оз.Воже

F – частота встречаемости; *P* – доля по массе; *IR* – индекс относ. значим.

Компоненты	Июль			Август	Сентябрь	Октябрь
	F	P	IR	IR	IR	IR
Зоопланктон:						
Bosmina	20	25,0	29,8	17	60	40
Daphnia	25	10,2	15,2	44	11	35
Leptodora	10	7,5	4,5	0	5	-
Sida	15	5,0	4,5	0	2	-
Mesocyclops	25	3,2	4,8	2	3	-
Eudiaptomus	25	10,0	14,9	3	7	22
Heterocopus	5	5,1	1,5	1	1	1
Бентос:						
хируномиды	20	10,0	11,8	0	1	1
Возд.насекомые	10	20,0	11,8	33	5	1
Прочие	5	4.0	1.2	0	5	0

При анализе питания рыб следует

более строго подходить к полученным результатам и их трактовке.

Современный экологический подход к решению многих рыбохозяйственных задач предполагает оценку кормовой базы и степень её использования рыбами. Вместе с тем постоянно встречающиеся в рыбохозяйственных работах заключения о том, что кормовая база «недоиспользуется» или «хорошо используется» не обосновываются надежными количественными расчетами и представляют собой в значительной мере произвольные и субъективные мнения.

Самая распространенная ошибка – это когда по индексам наполнения желудков судят о накормленности рыб (α). Накормленность рыбы - это именно соотношение реального суточного рациона (R) к рациону максимальному (R_m) в данных условиях ($\alpha = R/R_m$). Если мы знаем, при каких значениях индекса наполнения желудка достигается максимальный рацион, то тогда с известной долей вероятности можно судить и о накормленности рыб. Но беда в том, что часто мы не знаем величину суточного рациона в данных условиях и при питании данными видами корма.

ВОЗРАСТ РЫБ

Выбор регистрирующей структуры – чешуя, отолиты, кости,

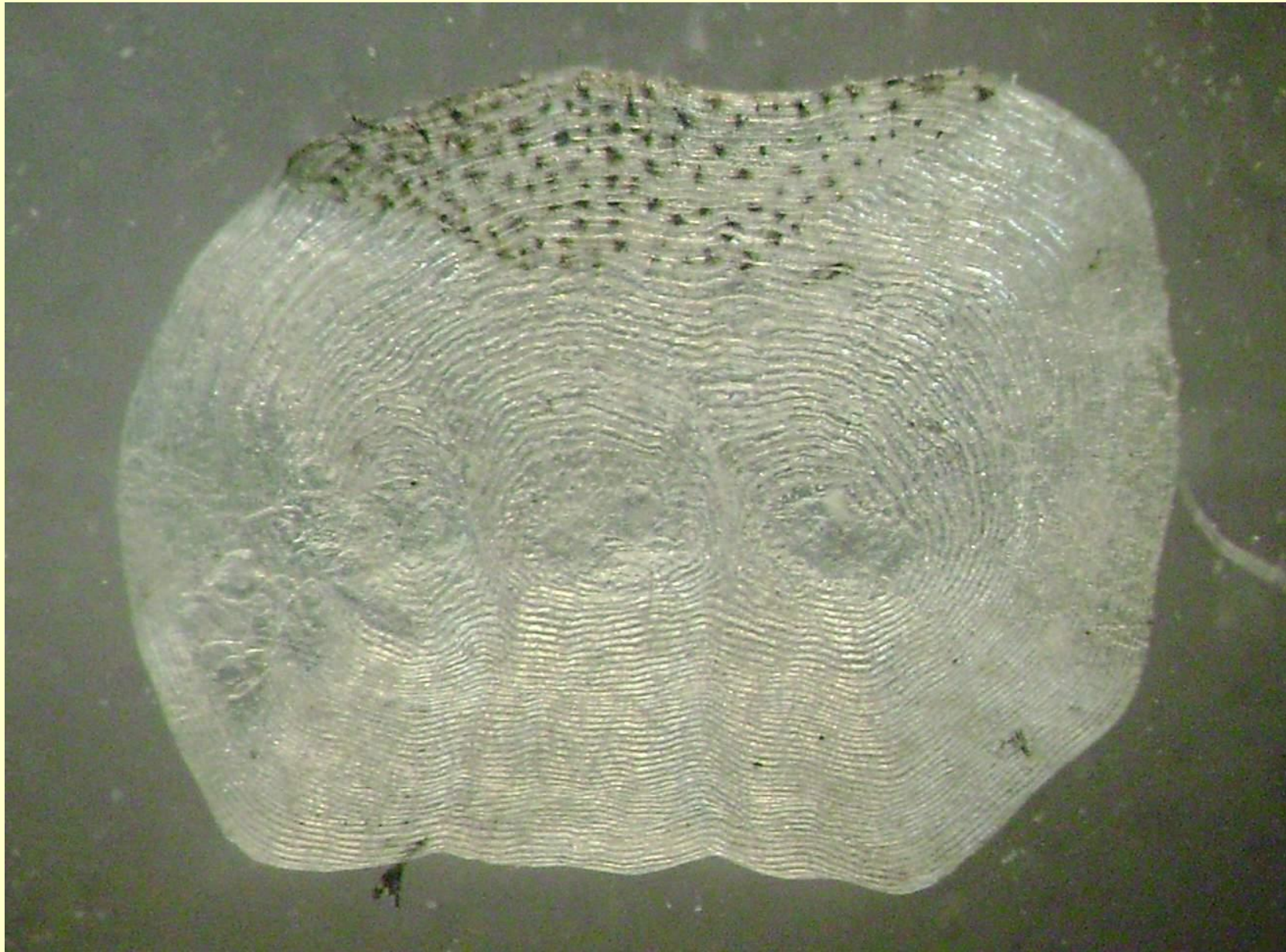
Определение годового и малькового кольца, «нерестовых меток».

Время образования годового кольца и «запретный период» для сбора материала для определения возраста рыб.

Использование мечения для точной датировки возраста

Новые методики в определении возраста – метки, использование биохимических методов определения состава чешуи на предмет выявления морских и пресных лет жизни и т.п.

There are 3 centers on the scale of MR whitefish *Coregonus lavaretus*
(Vaggetem, 2004, L-340 mm, Q – 534 GR =36 Female IV. Age 8+)



Большие трудности возникают при сравнении определения возраста разными операторами.

В определении возраста рыб есть много субъективных оценок, поэтому точная датировка возраста находится на грани между Наукой и Искусством.

Указ Петра I от 8 сентября 1703 г.

**Лов рыбы – дело воровское,
поэтому чиновникам платить
жалование небольшое. А
чтобы много не воровали и
другим не повадно было –
вешать по одному каждый год.**



Две догмы генетиков:

1). Изменения в структуре ДНК идут с постоянной скоростью (биологические часы) поэтому по числу изменений можно судить о времени расхождения форм.

2). Величина изменений в ДНК согласуется с таксономическим рангом.

Точность (=погрешность) в ихтиологии

Погрешность - это отклонение полученных результатов от истинного значения измеряемой величины (Зайдель, 1974)

Ихтиологи стремятся превратить ИХТИОЛОГИЮ в точную науку.

«Исследователь должен установить степень точности получаемых результатов и отметить это при публикации, чтобы не вводить в заблуждение читателей» (Ф.И.Баранов, 1926)

«Точные науки называются ТОЧНЫМИ не потому, что они достоверны, а потому, что в точных науках ученые знают меру неточности своих рассуждений» (А.А.Любищев, 1969).

Обилие цифр после запятой в статьях авторов свидетельствует не о высокой точности полученных результатов, а о том, что автор ничего не понимает в степени погрешности приводимых цифр.

Обычно применение статистики преследует 3 цели:

- Сколь объектов надо взять в выборку и как их выбрать;
- Как получить сводные показатели исследуемой группы;
- Как выводы, полученные на исследуемой выборке, распространить на всю генеральную совокупность (на всю популяцию рыб).

Есть группа исследователей, которые относятся к статистике как неизбежному, модному элементу исследования, такому «статистическому бантику», призванному придать результатам «глянец научности», и в силу этого воспроизводят в своих статьях как наиболее популярные правильные решения, так и **ошибки и заблуждения**, присущие их коллегам.

Простой пример из работы по питанию.

Частота встречаемости босмины (F) питания ряпушки = 34.65%

Выборка состоит из 26 рыб ($n=26$), босмина встречена в 9 желудках

$$F = 9 : 26 = \mathbf{34,65\%}.$$

Но мы могли пропустить в одном из желудков босмину (все сильно переварено и нет целых босмин) и теперь босмину отмечена в 10 желудках

$$F = 10 : 26 = \mathbf{38.50\%}.$$

Вопрос: Зачем приводить $F = 34,65\%$, когда **ошибка самого оператора может достигать **4% !!!** (34,65 и 38.5%).** Вполне достаточно для частоты встречаемости давать точность до 1%. $F = 35\%$ (округлили).

Другое дело точность по весу (массе), там для редких и малых по весу кормовых организмов приходится давать точность до 0,1% (но не более), чтобы в сумме иметь 100%.

Всегда округлять полученные цифры с учетом возможной погрешности (правило двух значащих цифр).

Вероятные погрешности при оценке разных величин:

Определение суточного рациона рыб

по кислороду – 15-50%

по суточным ритмам питания - 50 – 80%

расхождение между этими двумя способами – до 100%

Ошибка в определении численности и

биомассы рыб – 100- 300%

Оценка в обеспеченности рыб пищей и

степени выедания кормовой базы –

только качественно = слабо, средне и высоко.

Погрешности

Погрешность – отклонение полученных результатов от истинного значения измеряемой величины.

1. Инструментальные погрешности – зависят от реальных средств измерений (приборы, весы, линейка и т.п.).

2. Методическая погрешность – зависит от метода измерений (вес гидробионтов после формалина дает 10% погрешность)

3. Личные погрешности или погрешности оператора (определение возраста, прозрачность по диску Секки и т.п.).

4. Погрешность, связанная с вариабельностью самого объекта. Хорошо известна биологам, поэтому важно правильно организовать наблюдение (**правило прочих равных условий**).

Погрешности

Экспертная оценка исходных данных.

Прежде всего перед переходом к оценке точности результатов следует обратить внимание на исходный материал, который должен быть биологически однородным.

Прежде чем запускать данные в компьютер убедитесь в однородности материала (правило прочих равных условий).

Кроме того убедитесь, что распределение случайных величин подчиняется нормальному закону распределения. В противном случае надо применять другие методы обработки.

К сожалению, эту экспертную оценку исходных данных мало кто из исследователей проводит, а отсюда следует серия неверных заключений о якобы достоверных различиях между выборками.

Учтены все методические погрешности (Laina Dalsog and Cesilie Lien)



Thank you for attention

