

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя
общеобразовательная школа №2»

Челябинская область
Златоустовский городской округ

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
«Открытия 2030»

Номинация: «Зоология и экология беспозвоночных животных»

Оценка стабильности развития популяции ручьевой форели

Автор:

Булатова Анастасия Леонидовна,
класс 10

Научные руководители:

Олейник Оксана Сергеевна,
учитель биологии МАОУ СОШ №2;
Середа Марина Сергеевна,
заместитель директора по научной
работе ФГБУ «Национальный парк
Таганай»

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Теоретическая часть	4
1.1. Историческое развитие форели (<i>Salmo trutta ciscaucasicus</i>).....	4
1.2. Морфология и физиология ручьевой форели.....	5
Глава 2. Практическая часть	7
2.1. Анализ параметров учета форели.....	7
2.2. Оценка стабильности развития ручьевой форели по уровню асимметрии.....	8
2.3. Гидрологические исследования р. Большой Киалим.....	9
Заключение	10
Библиографический список	11
Приложение	12

Введение

Ихтиофауна национального парка «Таганай» славится своим разнообразием, а также редкими и даже исчезающими видами. К таковым относится ручьевая форель (*Salmo trutta ciscaucasicus*), которая обитает в реке Большой Киалим. Любые изменения экологической обстановки ведут к постепенным изменениям в численности популяций рыб, изменении морфологии и т. д. Поэтому важной задачей исследователей и ученых является мониторинг этих изменений и своевременное принятие решений по предотвращению отрицательной динамики численности популяций ручьевой форели.

Цель работы: дать интегральную оценку реакции развития ручьевой форели (*Salmo trutta ciscaucasicus*) в условиях существующей экологической обстановки.

Задачи:

1. Провести анализ источников литературы по данной теме;
2. Провести измерения параметров отловленной ручьевой форели;
3. Провести статистическую обработку исследуемого материала;
4. Провести измерения течения реки Большой Киалим;
5. Сделать выводы о положительной или отрицательной динамике популяций ручьевой форели на основании полученных в ходе работы результатов и результатов прошлых лет.

Предмет исследования: структура и динамика популяций ручьевой форели национального парка «Таганай».

Объект исследования: ручьевая форель.

Гипотеза: если провести эколого-морфологический мониторинг популяций ручьевой форели, то можно сделать вывод о состоянии биоценоза парка в пределах р. Большой Киалим и дать прогноз развития биосистемы реки.

Научная новизна: предложена методика диагностики состояния популяции ручьевой форели, применимая для экомониторинга.

Глава 1. Теоретическая часть

1.1. Историческое развитие ручьевой форели (*Salmo trutta ciscaucasicus*)

Salmo trutta ciscaucasicus является реликтом ледниковых эпох. Статус – Красная книга Челябинской области - II категория, очень редкий вид с постоянно сокращающимися местами обитания. В парке обитает в реке Большой Киалим. Интересно, что в 1904 г. ручьевая форель заселялась в озеро Аракуль и верховья реки Миасс, что может указывать на интродуцированный характер местообитаний в бассейне реки Тобол. Однако, большой ареал, наличие вида в значительном количестве рек и ручьев, скорее говорит в пользу аборигенного происхождения форели [1].

В Большом Киалиме рыба предпочитает держаться на перекатах ниже Киалимского кордона, в нерест (сентябрь-октябрь) поднимается в тихие заводи верховьев. В сезоны большой воды (весенние и осенние паводки, обильные летние осадки) заходит в Малый Киалим, продвигаясь почти до верховьев (выше стоянки им. Гарбера). Питается насекомыми, падающими в воду, макробентофауной (личинки насекомых, крупные моллюски, иглокожие, высшие ракообразные), молодью рыб.

Наличие форели в Большом Киалиме подтверждается старожилами с 30-х годов 20 века, наряду с тайменем и налимом. По свидетельствам старожилов в то время вес форели достигал 1 кг и более. Самый крупный экземпляр (38 см) за период изучения вида в парке был добыт 20 июля 2002 г. в 2 км ниже Киалимского кордона.

Запасы форели традиционным сетевым методом подсчитать весьма трудно (рыба держится исключительно на мелководных перекатах), поэтому ведется относительный учет с помощью ручной снасти. Наибольший улов наблюдается в вечернее и ночное время суток, после теплых обильных дождей. Икра созревает в августе (размер икринок до 4,5 мм). За пределами парка, в водохранилище, которое расположено в низовьях реки, форель заходит крайне редко. Иногда встречается в реке Миасс, в районе впадения в нее Большого Киалима (за пределами парка). Ниже устья Большого Киалима река Миасс сильно загрязнена (промзоны городов Карабаш и Миасс) и форель не встречается.

На численность влияет также браконьерство. Незаконный вылов форели в пределах труднодоступных притоков реки Миасс (сетевой метод, глушение), особенно в нерестовый период (середина августа - середина октября), сказывается на стабильности популяции и снижает достоверность учета форели, поднявшейся на нерест в верховья Большого Киалима.

1.2. Морфология и физиология ручьевой форели

Общая окраска тела форели пестрая - от тёмно-бурой до желтоватой, спинка обычно тёмная, буро-зелёная, бока желтовато-серые, голова почти чёрная, жаберные крышки золотистые, низ тела белесоватый, с желтоватым оттенком. Всё её тело усеяно многочисленными тёмными и красными пятнышками, часто окаймлёнными светлым ободком, наиболее

интенсивными на верхней части тела и на спинном плавнике, поэтому во многих местах форель называют пеструшкой. У молодых особей на боках тела имеются широкие, темно-серые поперечные полосы. Серебристой окраски, свойственной другим лососёвым рыбам, у форели никогда не бывает.

Спинной плавник желтовато-серый с темными и красными пятнами. Анальный, грудные и брюшные плавники лимонно-желтые, передний край анального плавника белый. Хвостовой плавник оранжево-желтый, края оранжевые. Голова и тело покрыты темными пятнами округлой формы. Вдоль боковой линии, а также выше и ниже нее имеются оранжевые и красные пятна.

Окраска ручьевого форели сильно варьирует в зависимости от цвета воды и грунта, времени года, характера пищи и других факторов.

Обитает в небольших реках и ручьях с холодной водой и каменистым грунтом, стекающих со склонов возвышенностей. Форель ведёт оседлый образ жизни и крупных миграций не совершает. Молодь держится преимущественно в верховьях, на неглубоких перекатах с быстрым течением. Взрослые особи предпочитают более глубокие участки с берегами, густо поросшими деревьями и кустарниками. Сразу же после осенне-зимнего нереста они уходят на глубокие участки реки к родниковым ключам, где всю зиму питаются мелкой рыбой.

Признано, что форель ручьевого является пресноводной формой морской проходной лососёвой рыбы кумжи (*Salmo trutta*), легко образующей в пресных водоёмах жилые формы, которые хорошо приспособляются к пресноводному образу жизни, никогда не уходят в море, но обладают меньшими по сравнению с исходным морским видом интенсивностью роста и плодовитостью.

Хотя форель является производной формой кумжи, нельзя, однако, не признать, что на протяжении длительного периода развития в пресных водах она приобрела много специфических особенностей и отличный от кумжи ареал распространения, что позволяет многим ихтиологам квалифицировать форель ручьевую как самостоятельный вид.

Глава 2. Практическая часть

2.1. Анализ параметров учета форели

Форель была отловлена 4 августа 2022 г. в верховьях р. Большой Киалим в районе бобровых плесов в 1 км выше Киалимского кордона. Всего добыто 5 экземпляров форели. После измерения форель отпускалась.

У форели измеряли: длину тела (L), наибольшую (H) и наименьшую (h) высоту тела, диаметр глаза (D), длину грудного (Z_m) и брюшного (B_m) плавников и количество лучей в них (Z_i и B_i соответственно), окружность головы по жабрам (D_g) и количество красных пятен по боковой линии (W). По полученным результатам измерения (Приложение I) проводился их дальнейший анализ.

Анализ проводился по методическим рекомендациям по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ В. М. Захарова и по собственной методике Середы М. С. Также для всех подсчетов понадобились статистические таблицы значения критерия ν при двусторонней доверительной вероятности $\alpha=0,95$ и значение коэффициента t_α (Приложение II).

Использованные формулы для статистической обработки результатов учета отображены в приложении (Приложение III).

Статистическая обработка результатов учета

- 1) По отношению длины к окружности головы по жабрам (Приложение IV)
- 2) По соотношению боковых пятен (Приложение V).

Были составлены динамика полученных показателей и обобщенные результаты по учету форели за прошлые года, расчетные коэффициенты и их динамика по годам, а также динамика статистического коэффициента (Приложение VI).

Статистический коэффициент стабилизировался на уровне прошлых лет. При этом продолжают проследиваться визуально некоторые отклонения в морфологии *Salmo trutta ciscaucasicus*, а именно увеличение длины тела особей сопровождается его утоньшением. Также растет разница в количестве красных пятен по осевой линии с двух боков.

2.2. Оценка стабильности развития ручьевого форели по уровню асимметрии

Также проводилась оценка стабильности развития ручьевого форели (*Salmo trutta ciscaucasicus*) по уровню асимметрии морфологических структур.

Интегральная оценка реакции развития ручьевого форели в условиях существующей экологической обстановки проводится по стандартной методике [3].

Производилось измерение следующих параметров на левой и правой половинах особи (Приложение VII):

№ 1 – диаметр глаза, D , см

№ 2 – длина грудного плавника, см., Z_m

№ 3 - число лучей в грудном плавнике, Z_i , шт

№ 4 - длина брюшного плавника, V_m , см

№ 5 - число лучей в брюшном плавнике, V_i , шт

№ 6 - число красных пятен по боковой линии, W , шт.

Статистическая значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (частота асимметричного проявления на признак) определяется по t-критерию Стьюдента.

Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для рыб

Балл	Величина показателя стабильности развития (величина асимметрии)
I	< 0.30
II	0.30 – 0.34
III	0.35 – 0.39
IV	0.4 – 0.44
V	> 0.44

Диапазон значений интегрального показателя асимметрии, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Он соответствует данным, полученным в природных популяциях при отсутствии видимых неблагоприятных воздействий. Диапазон значений, соответствующих критическому состоянию, принимается за пятый балл. Он соответствует тем популяциям, где есть явное неблагоприятное воздействие и такие изменения состояния организма, которые приводят вид к гибели.

Анализ стабильности развития у форели показал, что величина асимметрии составила **0,63** (**0,45** в 2021г., **0,60** в 2020г., **0,63** в 2019 г., **0,83** в 2018г., **0,42** в 2016 г., **0,72** в 2015 г., **0,71** в 2012г., **0,67** в 2011г., **0,81** в 2010 г.; **0,63** в 2009 г.), что соответствует пятому баллу пятибалльной шкалы отклонений от нормы (критический уровень отклонений). Таким образом, экологическая обстановка, с учетом высокого среднего статистического коэффициента, в пределах местообитания ручьевой форели, а также обмеление реки, остается неблагоприятной.

2.3. Гидрологические исследования р. Большой Киалим

Продолжается обмеление р. Большой Киалим. Ниже приведены результаты гидрологических исследований на плесах реки Большой Киалим в августе 2022 г. в 2 км выше по течению от Киалимского кордона. Расход чуть выше, чем в 2021г., но ниже, чем в 1997г.

Результаты \ Год		2022	2021	2020	1997
Площадь поперечного сечения потока, м ²		7,01	6,0214	4,1425	4,0502
Длина исследуемого участка русла реки, м		15	15	30	30
Время в пути поплавок, с – на плёсе		328	329	630	232
Скорость поверхности потока, м/с – км/ч		0.046-0.2	0,046-0,2	0,05-0,2	0,11-0,4
Скорость потока (k=0,85), м/с		0,039	0,039	0,043	0,094
Расход потока:	м ³ /с	0.273	0,235	0,178	0,38
	л/с	273	235	178	380
	л/сут	23621	20210	15379	32832

Заключение

В целом, стабильность состояния популяции вида *Salmo trutta ciscaucasicus* в р. Большой Киалим сохраняется. Анализ параметров учета форели (статистическая обработка по отношению длины особи к окружности головы и по соотношению боковых пятен), показывает, что наблюдается стабилизация среднего статистического коэффициента, характеризующего морфологию вида.

Расширенный анализ оценки стабильности развития ручьевого форели (*Salmo trutta ciscaucasicus*) по уровню асимметрии морфологических структур (диаметр глаза, длинна грудного плавника и число лучей в нем, то же в брюшном плавнике, количество красных пятен по боковой линии), показал, что величина асимметрии соответствует пятому баллу пятибалльной шкалы отклонений от нормы (критический уровень отклонений).

Основными лимитирующими факторами являются – естественная трансформация ландшафта (глобальное потепление, обмеление рек) и антропогенная (интенсивная лесохозяйственная деятельность в верховьях Большого Киалима в середине 20 века, строительство водохранилищ в среднем течении реки) трансформация ландшафта. Активны эти лососевые в прохладной воде. Если вода тёплая, то рыбы становятся вялыми. Таким образом, экологическая обстановка в пределах местообитания ручьевого форели остается неблагоприятной и требует более детальных ихтиологических исследований.

Библиографический список

1. Красная Книга Челябинской области: животные, растения, грибы / Министерство по радиационной и экологической безопасности Челябинской обл., Ин-т экологии растений и животных УрО РАН; отв. ред. Н.С. Коротин. - Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2005. - 450 с.: ил.
2. Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г. и др. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. 414 с.
3. Захаров В.М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. М.: Росэкология. 2003. 24 с.
4. Братухин С.В., Серeda М.С. Экологический аудит лесных экосистем национального парка «Таганай». // «Актуальные вопросы в области охраны окружающей среды» (Информационный сборник ФГУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы»).- М: ФГУ «ВНИИПрироды», 2009, с. 38.

**Приложение
Приложение I
Учет форели**

(по сокращенным параметрам)

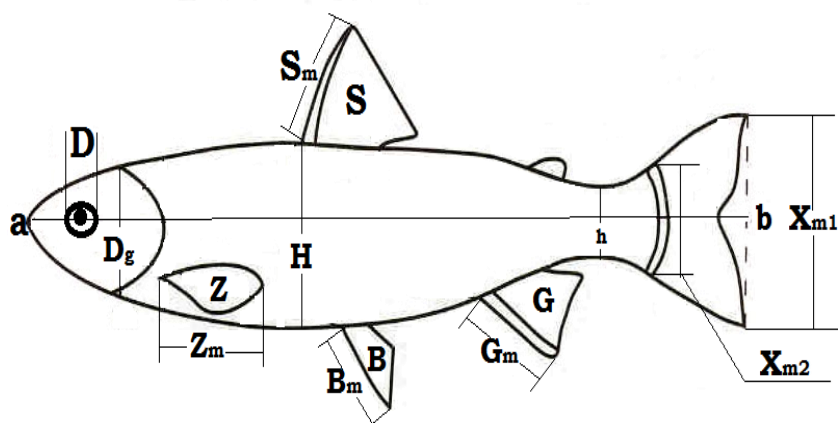
ДАТА ЛОВА 4 августа 2022г.

УЧАСТОК р. Большой Киалим

Таблица3

№п.п.	L, см	D, см		Zm, см		Zi, шт.		Vm, см		Vi, шт		H, см	h, см	W, шт.		Dg, см
		л	п	л	п	л	п	л	п	л	п			л	п	
1	21,5	0,8	1	3,5	3,5	12	11	3	2,7	7	7	5	2	8	11	10,7
2	23	0,9	1	3,5	3,5	11	10	2,7	2,8	8	7	4,4	1,9	8	9	10,5
3	18	0,7	0,8	3	-	8	-	2	2,3	6	7	4	1,6	11	11	8,6
4	22	0,7	1	3,8	4	11	12	3	2,8	9	8	5	2	6	6	10,9
5	15,5	0,7	0,8	2,5	2,5	10	10	2	2	8	7	3,5	1,5	10	9	7,5
Σ (5)	100	3,8	4,6	16,3	13,5	52	43	12,7	12,6	38	36	21,9	9	43	46	48,2
æ (5)	20	0,7	0,9	3,2	3,4	10,4	10,7	2,5	2,5	7,6	7,2	4,4	1,8	8,6	9,2	9,6

L, см	длина тела (a-b)	Gm, см	длина анального плавника
D, см	диаметр глаза	Gi, см	число лучей в анальном плавнике
Sm, см	длина спинного плавника	H, см	наибольшая высота тела
Si, см	число лучей в спинном плавнике	h, см	наименьшая высота тела
Xm1, см	длина верхней лопасти хвостового плавника	W, шт	количество красных пятен по боковой линии
Xm2, см	длина нижней лопасти хвостового плавника	Dg, см	окружность головы по жабрам
Zm, см	длина грудного плавника	di, мм	диаметр икринок
Zi, шт	число лучей в грудном плавнике	n	число особей
Vm, см	длина брюшного плавника	Σ	сумма показателя
Vi, шт	число лучей в брюшном плавнике	æ	среднее



Приложение II
СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТАБЛИЦЫ ГОСТ 20522 – 75

Значение критерия v при двусторонней доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ Таблица 1

Число определений n	Значение критерия v	Число определений n	Значение критерия v	Число определений n	Значение критерия v
6	2.07	21	2.80	36	3.03
7	2.18	22	2.82	37	3.04
8	2.27	23	2.84	38	3.05
9	2.35	24	2.86	39	3.06
10	2.41	25	2.88	40	3.07
11	2.47	26	2.90	41	3.08
12	2.52	27	2.91	42	3.09
13	2.56	28	2.93	43	3.10
14	2.60	29	2.94	44	3.11
15	2.64	30	2.96	45	3.12
16	2.67	31	2.97	46	3.13
17	2.70	32	2.98	47	3.14
18	2.73	33	3.00	48	3.14
19	2.75	34	3.01	49	3.15
20	2.78	35	3.02	50	3.16

Значение коэффициента t_{α}

Таблица 2

Число степеней свободы K	Значение коэффициента t_{α} при односторонней доверительной вероятности α , равной					
	0,85	0,90	0,95	0,975	0,98	0,99
2	1,34	1,89	2,92	-	4,87	6,96
3	1,25	1,64	2,35	3,18	3,45	4,54
4	1,19	1,53	2,13	2,78	3,02	3,75
5	0,16	1,48	2,01	2,57	2,74	3,36
6	1,13	1,44	1,94	2,45	2,63	3,14
7	1,12	1,41	1,90	2,37	2,54	3,00
8	1,11	1,40	1,86	2,31	2,49	2,90
9	1,10	1,38	1,83	2,26	2,44	2,82
10	1,10	1,37	1,81	2,23	2,40	2,76
11	1,09	1,36	1,80	2,20	2,36	2,72
12	1,08	1,36	1,78	2,18	2,33	2,68
13	1,08	1,35	1,77	2,16	2,30	2,65
14	1,08	1,34	1,76	2,15	2,28	2,62
15	1,07	1,34	1,75	2,13	2,27	2,60
16	1,07	1,34	1,75	2,12	2,26	2,58
17	1,07	1,33	1,74	2,11	2,25	2,57
18	1,07	1,33	1,73	2,10	2,24	2,55
19	1,07	1,33	1,73	2,09	2,23	2,54
20	1,06	1,32	1,72	2,09	2,22	2,53
25	1,06	1,32	1,71	2,06	2,19	2,49
30	1,05	1,31	1,70	2,04	2,17	2,46
40	1,05	1,30	1,68	2,02	2,14	2,42
60	1,05	1,30	1,67	2,00	2,12	2,39

Приложение III

Статистическая обработка результатов учета

1) По отношению длины к окружности головы по жабрам – L/Dg

Нормативное среднее значение

$$\bar{A} = \sum A_i / n, \text{ где}$$

\bar{A} - среднее арифметическое значение L/Dg

A_i – частные значения L/Dg

n - количество определений L/Dg

$$\text{Среднее квадратичное отклонение: } \delta = \sqrt{\sum (\bar{A} - A_i)^2 / n - 1}$$

Для совокупности опытных данных в пределах выделенного элемента проведена статистическая проверка на исключение грубых ошибок, оставшихся после выбора-ковки случайных величин. Исключению подлежат те частные (максимальные и минимальные) значения A_i , для которых не выполняется условие $|\bar{A} - A_i| < v \delta_{см}$ (v – статистический критерий, принимаемый в зависимости от числа определений n).

$$\delta_{см} = \sqrt{\sum (\bar{A} - A_i)^2 / n}$$

$$\text{Коэффициент вариации: } V = \delta / \bar{A}$$

Показатель точности оценки среднего

t_a – коэффициент, принимаемый по табл. 2 Приложения II в зависимости от заданной односторонней доверительной вероятности ($\alpha = 0,99$) для числа степеней свободы: $K = n - 1 = 4 \rightarrow t_a = 3,75$

$$\lambda = t_a V / \sqrt{n}$$

$$\text{Коэффициент безопасности: } K_r = 1 / 1 + (-)\lambda$$

Среднее значение

$$\bar{A}_2 = K_{рсп} \times \bar{A}$$

$$\bar{A}_d \text{ (среднее значение доверительное)} = (\bar{A}_1 + \bar{A}_2) / 2$$

2) По отношению боковых пятен

Нормативное среднее значение

$$\hat{W} = \sum W_i / n, \text{ где}$$

\hat{W} - среднее арифметическое значение W_i

W_i – частные значения

n - количество определений W_i

$$\text{Среднее квадратичное отклонение: } \delta = \sqrt{\sum (\hat{W} - W_i)^2 / n - 1}$$

Аналогично п.1, исключению подлежат те частные (максимальные и минимальные) значения W_i , для которых не выполняется условие $|\hat{W} - W_i| < v \delta_{см}$

$$\delta_{см} = \sqrt{\sum |\hat{W} - W_i| / n}$$

$$\text{Коэффициент вариации: } V = \delta / \hat{W}$$

Показатель точности оценки среднего

Аналогично п.1,

$$\lambda = t_a V / \sqrt{n}$$

$$\text{Коэффициент безопасности: } K_r = 1 / 1 + (-)\lambda$$

Среднее значение

$$\hat{W}_2 = K_{\text{ср}} \times \hat{W}$$

$$\hat{W}_d \text{ (среднее значение доверительное)} = (\hat{W}_1 + \hat{W}_2) / 2$$

Приложение IV

Статистическая обработка результатов учета
по отношению длины к окружности головы по жабрам

Нормативное среднее значение

Среднее квадратичное отклонение

n	L, см	Dg, см	Ai
1	21,5	10,7	2
2	23	10,5	2,19
3	18	8,6	2
4	22	10,9	2,02
5	15,5	7,5	2
Σ	100	48,2	10,2

$ \bar{A} - Ai $	$(\bar{A} - Ai)^2$	$\Sigma (\bar{A} - Ai)^2$
0,04	0,0016	0,03
0,15	0,0225	
0,04	0,0016	
0,02	0,0004	
0,04	0,0016	

$$\bar{A} = 10,2 : 5 = \mathbf{2,04}$$

$$\delta = \sqrt{0,03 : 4} = \mathbf{0,08}$$

$$\delta_{\text{см}} = \sqrt{0,03 : 5} = \mathbf{0,08}$$

$$v\delta_{\text{см}} = 2,07 \times 0,08 = \mathbf{0,17}$$

Условие $|\bar{A} - Ai| < v\delta_{\text{см}}$ соблюдается.

$$\text{Коэффициент вариации: } V = 0,08 : 2,04 = \mathbf{0,04}$$

$$\text{Показатель точности оценки среднего: } \lambda = 3,75 \times 0,04 / \sqrt{5} = \mathbf{0,1}$$

Коэффициент безопасности:

$$K_r = 1 / 1 - 0,1 = \mathbf{1,11}$$

$$K_r = 1 / 1 + 0,1 = \mathbf{0,91}$$

$$K_{\text{ср.}} = 1,01$$

Среднее значение

$$\bar{A}_1 = 2,04 + (-) 0,04$$

$$\bar{A}_2 = 2,06 + (-) 0,04$$

$$\bar{A}_d \text{ (среднее значение доверительное)} = 2,05$$

Приложение V
Статистическая обработка результатов учета
по отношению боковых пятен

Нормативное среднее значение

Среднее квадратичное отклонение

Wлев	Wпр	Wi
8	11	1,375
8	9	1,125
11	11	1
6	6	1
10	9	1,11
Σ=43	Σ=46	Σ= 5,6

$$\hat{W} = 5,6 : 5 = 1.12$$

$ \hat{W} - W_i $	$(\hat{W} - W_i)^2$	$\Sigma (\hat{W} - W_i)^2$
0,255	0,065	0,09
0,005	0,000025	
0,12	0,0144	
0,12	0,0144	
0,01	0,0001	

$$\delta = \sqrt{0,09 : 4} = 0,15$$

$$\delta_{см} = \sqrt{0,09 : 5} = 0,137$$

$$v\delta_{см} = 2,07 \times 0,137 = 0,28$$

Условие $|\hat{W} - W_i| < v\delta_{см}$ соблюдается.

$$\text{Коэффициент вариации: } V = 0,15 : 1,12 = 0,13$$

$$\text{Показатель точности оценки среднего: } \lambda = 3,75 \times 0,13 / \sqrt{5} = 0,22$$

Коэффициент безопасности

$$K_r = 1 / 1 - 0,22 = 1,28$$

$$K_r = 1 / 1 + 0,22 = 0,82$$

$$K_{ср} = 1,05$$

Среднее значение:

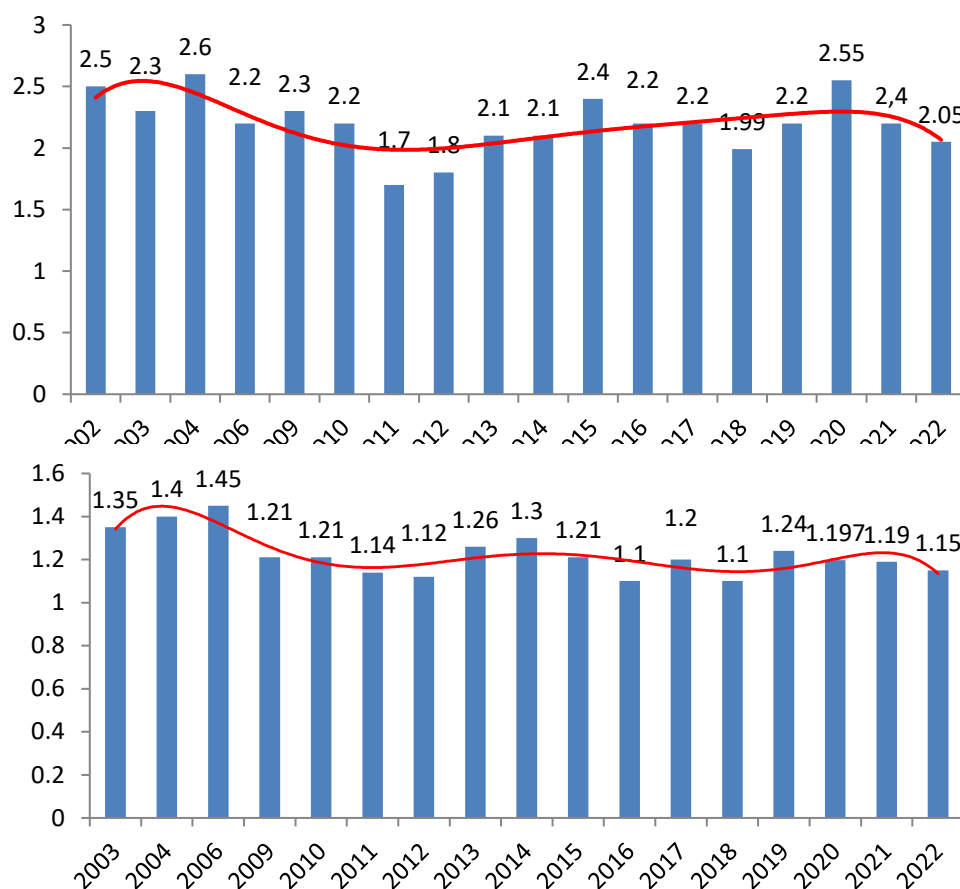
$$\hat{W}_1 = 1.12 + (-) 0,13$$

$$\hat{W}_2 = 1.18 + (-) 0,13$$

$$\hat{W}_d \text{ (среднее значение доверительное)} = 1.15$$

Приложение VI

Динамика показателя по отношению длины к окружности головы по жабрам



Обобщенные результаты по учету форели

Годы	По отношению длины к окружности головы по жабрам, среднее:			По соотношению боковых пятен, среднее:		
	$\bar{A1}$	$\bar{A2}$	\bar{Ad}	$\bar{W1}$	$\bar{W2}$	\bar{Wd}
2002	2,4	2,64	2,5	-	-	-
2003	2,2	2,4	2,3	1,2	1,5	1,35
2004	2,5	2,75	2,6	1,2	1,6	1,4
2005	-	-	-	-	-	-
2006	2,1	2,3	2,2	1,2	1,7	1,45
2007-08	-	-	-	-	-	-
2009	2,3	2,3	2,3	1,2	1,21	1,21
2010	2,1	2,3	2,2	1,2	1,21	1,21
2011	1,7	1,7	1,7	1,14	1,14	1,14
2012	1,8	1,8	1,8	1,12	1,12	1,12
2013	2,1	2,1	2,1	1,26	1,26	1,26
2014	2,1	2,1	2,1	1,29	1,31	1,3
2015	2,4	2,4	2,4	1,2	1,21	1,21
2016	2,2	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1
2017	2,2	2,2	2,2	1,2	1,2	1,2
2018	1,98	2,0	1,99	1,1	1,1	1,1
2019	2,2	2,2	2,2	1,21	1,26	1,24
2020	2,5	2,6	2,55	1,197	1,197	1,197
2021	2,4	2,4	2,4	1,18	1,19	1,19
2022	2,04	2,06	2,05	1,12	1,18	1,15
Среднее	2,18	2,25	2,21	1,18	1,26	1,22

Расчетные коэффициенты и их динамика по годам

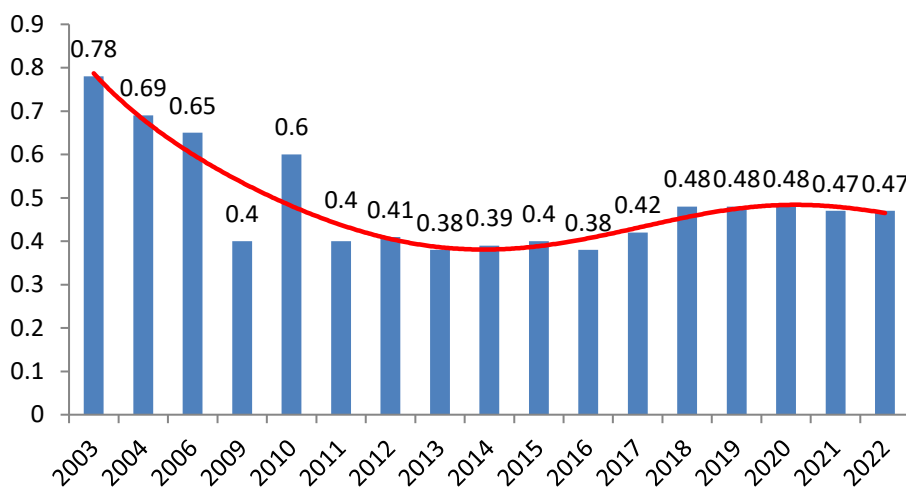
Коэффициенты		Вариации, V	Показатель точности оценки среднего, λ	Безопасности, K _{ср.}	Среднее
Значения					
По отношению длины к окружности головы по жабрам	2002	0,35	0,1	1,1	0,52
	2003	0,67	0,1	1,1	0,62
	2004	0,46	0,13	1,1	0,56
	2006	0,3	0,13	1,1	0,51
	2009	0,05	0,03	1,0	0,36
	2010	0,07	0,1	1,01	0,39
	2011	0,11	0,06	1,0	0,39
	2012	0,17	0,14	1,02	0,44
	2013	0,08	0,09	1,01	0,39
	2014	0,02	0,02	1,0	0,35
	2015	0,104	0,05	1,0	0,38
	2016	0,068	0,03	1,0	0,37
	2017	0,14	0,13	1,02	0,43
	2018	0,11	0,07	1,01	0,4
	2019	0,04	0,04	1,0	0,36
	2020	0,16	0,14	1,02	0,44
	2021	0,04	0,1	1,01	0,38
2022	0,04	0,06	1,0	0,37	
По соотношению боковых пятен	2002	-	-	-	-
	2003	1,34	0,2	1,25	0,93
	2004	0,84	0,25	1,33	0,81
	2006	0,68	0,3	1,4	0,79
	2009	0,17	0,11	1,01	0,43
	2010	0,06	0,08	1,01	0,38
	2011	0,14	0,09	1,0	0,41
	2012	0,098	0,06	1,0	0,39
	2013	0,056	0,06	1,0	0,37
	2014	0,15	0,13	1,015	0,43
	2015	0,15	0,07	1,01	0,41
	2016	0,12	0,05	1,0	0,39
	2017	0,1	0,09	1,01	0,4
	2018	0,12	0,08	1,01	0,4
	2019	0,17	0,18	1,04	0,46
	2020	0,13	0,11	1,01	0,42
	2021	0,08	0,11	1,01	0,40
2022	0,13	0,195	1,02	0,45	
Среднее	2002	-	-	-	-
	2003	1,01	0,2	1,18	0,78
	2004	0,65	0,19	1,22	0,69
	2006	0,49	0,21	1,25	0,65
	2009	0,11	0,07	1,01	0,40
	2010	0,07	0,09	1,01	0,60
	2011	0,13	0,07	1,0	0,40
	2012	0,13	0,10	1,01	0,41
	2013	0,07	0,07	1,01	0,38
	2014	0,08	0,07	1,01	0,39
	2015	0,13	0,06	1,01	0,40
	2016	0,09	0,04	1,0	0,38
2017	0,12	0,11	1,02	0,42	

	2018	0,12	0,08	1,01	0,40
	2019	0,12	0,11	1,02	0,41
	2020	0,15	0,13	1,015	0,43
	2021	0,06	0,11	1,01	0,39
	2022	0,085	0,13	1,01	0,41

Статистический коэффициент

Статистический коэффициент	2003	0,78																		
	2004	0,69	0,74																	
	2006	0,65		0,71	0,63															
	2009	0,40				0,62														
	2010	0,60					0,59													
	2011	0,40						0,56												
	2012	0,41							0,54											
	2013	0,38								0,52										
	2014	0,39									0,51									
	2015	0,40										0,49								
	2016	0,38											0,50							
	2017	0,42												0,48						
	2018	0,40													0,48					
	2019	0,41														0,48				
	2020	0,43															0,47			
	2021	0,39																0,47		
2022	0,41																			
		Среднепогоде		0,55																

Динамика статистического коэффициента



Приложение VII
Результаты промеров

№	Номер признака												Показатель	
	1		2		3		4		5		6			
	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	лв	пр	A*	A*/n
1	0,8	1	3,5	3,5	12	11	2,7	2,7	7	7	8	11	3	0,5
2	0,9	1	3,5	3,5	11	10	2,7	2,8	8	7	8	9	5	0,83
3	0,7	0,8	3	3	8	8	2	2,3	6	7	11	11	3	0,5
4	0,7	1	3,8	4	11	12	3	2,8	9	8	6	6	5	0,83
5	0,7	0,8	2,5	2,5	10	10	2	2	8	7	10	9	3	0,5
Средняя частота асимметричного проявления на признак													0,63	

A* - число асимметричных признаков

n – число признаков