

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»**

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по

Промысловой ихтиологии

для студентов 4 курса

Направление подготовки

111400.62 Водные биоресурсы и аквакультура

Профиль подготовки

Аквакультура

Саратов 2014

Промысловая ихтиология: учебно-методическое пособие для проведения лабораторных занятий и семинаров студентов 4 курса направления подготовки 111400.62 «Водные биоресурсы и аквакультура»

/ Сост.: В.В. Кияшко // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 34 с.

© Кияшко В.В., 2014
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

Общие правила по охране труда и безопасности при выполнении лабораторных работ

1. Правила безопасности и охрана труда, правила личной гигиены на лабораторно-практических занятиях.

Студенты проходят инструктаж и обучение по технике безопасности и охране труда, правилам личной гигиены на лабораторно-практических занятиях на кафедре.

Основные правила следующие:

- 1) присутствие на занятиях в белых халатах;
- 2) до начала лабораторных работ каждый студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности;
- 3) в лаборатории запрещается курить и зажигать спички;
- 4) проверить заземление электроприборов перед включением в сеть переменного тока, убедиться в исправности соединения сетевого шнура и штепселя;
- 5) при работе с электроприборами избегать попадания растворов на электропровода;
- 6) при работе с режущими инструментами избегать травм (не наносить ранений себе или соседям), не размахивать ножницами, скальпелями, иглами и др.;
- 7) после окончания занятий привести в порядок рабочее место;
- 8) после работы с рыбой тщательно мыть руки с мылом;
- 9) при обнаружении какой-либо неисправности оборудования, следует немедленно доложить об этом дежурному по группе и преподавателю;

10) в случаях, не предусмотренных настоящими правилами, студент обязан обеспечить безопасность работы, как для себя, так и для окружающих;

11) запрещается выполнять работы, не предусмотренные заданием и методическими указаниями или изменять установленный порядок выполнения лабораторных работ.

Перед началом занятий староста группы назначает дежурного, который несет полную ответственность за рабочее состояние оборудования и инструментов во время занятий, порядок в аудитории. В обязанности дежурного входит:

- 1) получение у лаборантов инструментов, оборудования, рыбу.
- 2) после окончания занятия сдать инструменты и оборудование в исправном и чистом виде.

Общие указания о порядке проведения лабораторно-практических занятий и подготовке к ним студентов.

Требования к ведению тетрадей для домашних заданий и записям на лабораторно-практических занятиях.

При протоколировании следует указать: дату занятия, его тему, номер и наименование работы, ход работы, результаты работы или опыта, выводы.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

Биомасса (B) - масса стада или какой-либо определенной его части.

Биомасса нерестовая - биомасса нерестовой части запаса.

Биомасса промыслового запаса - промысловый запас, выраженный в единицах массы.

Вид длинноцикловый - вид, средняя продолжительность жизненного цикла которого превышает 15 лет.

Вид короткоцикловый - вид, средняя продолжительность жизненного цикла которого не превышает 5 лет.

Вид промысловый - потенциальный или фактический объект промысла.

Вид среднецикловый - вид, средняя продолжительность жизненного цикла которого находится в пределах 6 - 15 лет.

Возраст рыб (t) - число полных лет жизни. Обозначается арабской цифрой. Возраст сеголетка обозначается 0+.

Генерация - см. класс годовой.

Динамика численности популяции - изменение численности популяции под влиянием действующих на нее факторов; закономерности динамики численности служат основой долгосрочного прогнозирования уловов.

Длина рыб средняя (L) - показатель, характеризующий линейный размер рыб в возрастной группе, улове или водоеме. Определяется как средневзвешенная величина с учетом объема выборки. Измеряется длина тела от конца рыла до заднего края чешуйного покрова (промысловая длина) или до основания средних лучей хвостового плавника (длина по Смитцу).

Единица запаса - устойчивая промысловая концентрация, состоящая, как правило, из особей одного вида, которая имеет самостоятельное промысловое значение в данном районе в течение рассматриваемого интервала времени (например, квартала, года).

Запас - часть популяции рыб, которая рассматривается с позиции существующей или возможной эксплуатации.

Запас промысловый - часть запаса (в единицах массы или в штучном выражении), состоящая из рыб, размеры которых обычно считаются промысловыми или устанавливаются правилами рыболовства.

Изъятие промысловое - см. улов.

Интенсивность промысла - эффективное промысловое усилие; промысловое усилие на единицу площади; эффективность промысла.

Использование водных биологических ресурсов - промышленная эксплуатация природных популяций рыб и других промысловых гидробионтов или получение иными способами пользы от указанных объектов для удовлетворения материальных или духовных потребностей человека с изъятием их из среды обитания.

Квота вылова водных биоресурсов - доля общего допустимого улова, устанавливаемая для каждой добывающей организации, участвующей в эксплуатации данного объекта промысла.

Класс годовой - рыбы, появившиеся на свет в данном году. В случае, если нерест происходит осенью, а выклев весной, календарный год выклева обычно используется для определения годового класса.

- Коэффициент эксплуатации относительный (E)** - отношение количества пойманной рыбы к количеству рыб, погибших от всех причин, равно F/Z , когда промысловая и естественная смертность проявляются одновременно.
- Коэффициент выживания (S)** - число рыб в конце некоторого интервала времени, деленное на число рыб в начале этого интервала. Интервал времени обычно принимается равным одному году.
- Коэффициент естественного прироста биомассы мгновенный** - равен сумме мгновенного коэффициента роста и мгновенного коэффициента пополнения за вычетом мгновенного коэффициента смертности, причем при вычислении коэффициентов следует использовать единицы массы. В сбалансированном, или равновесном, промысле этот прирост возмещает то, что изымается из стада промыслом, и коэффициент естественного прироста биомассы численно равен коэффициенту мгновенной промысловой смертности.
- Коэффициент естественной смертности годовой** - см. коэффициент естественной смертности условный.
- Коэффициент естественной смертности мгновенный (M)** - величина, равная мгновенному коэффициенту общей смертности, умноженному на отношение числа рыб, погибших от естественных причин, к общему числу погибших рыб, когда естественная и промысловая смертность проявляются одновременно.
- Коэффициент естественной смертности условный (φ_M)** - доля первоначальной величины запаса, которая погибла бы в течение года от всех причин, за исключением промысла, если бы промысловая смертность отсутствовала ($\varphi_M = 1 - e^{-M}$).
- Коэффициент общей смертности годовой (φ_Z)** - число рыб, погибающих за год, деленное на их число в начале года.
- Коэффициент общей смертности мгновенный (Z)** - значение натурального логарифма коэффициента выживаемости, взятое с обратным знаком; отношение числа рыб, погибших за единицу времени, к численности популяции в течение этого времени при условии, что численность популяции за это время не меняется.
- Коэффициент промыслового изъятия (F)** - мгновенный коэффициент промысловой смертности.
- Коэффициент промысловой смертности годовой (φ_F)** - см. коэффициент промысловой смертности условный.
- Коэффициент промысловой смертности мгновенный (F)** - величина, равная мгновенному коэффициенту общей смертности, умноженному на отношение числа выловленных рыб к общему числу погибших рыб, когда промысловая и естественная смертность проявляется одновременно.
- Коэффициент промысловой смертности условный (φ_F)** - доля первоначальной величины запаса, которая была бы выловлена в течение года (или сезона), если бы не действовали другие причины смертности ($\varphi_F = 1 - e^{-F}$). Употребляются также термины «годовой коэффициент промысловой смертности», «сезонный коэффициент промысловой смертности».
- Коэффициент уловистости (q)** – отношение числа рыб или других водных объектов, пойманных орудием лова, к общему их числу, находившемуся в зоне действия орудия лова.

Коэффициент эксплуатации (u) - часть общей численности некоторой популяции, вылавливаемая в течение рассматриваемого года ($u=FA/Z$, когда одновременно действуют промысловая и естественная смертность).

Коэффициенты мгновенные - (общее понятие). Употребляются также термины «логарифмические», «экспоненциальные коэффициенты» или «коэффициенты сложных процентов».

Кривая улова - график зависимости числа выловленных рыб от их возраста или размера.

Лов контрольный - добыча (вылов) водных биоресурсов в целях проведения государственного мониторинга.

Масса рыб средняя (W) - показатель, характеризующий массу рыб в возрастной группе или улове.

Общий допустимый улов (ОДУ) - см. улов общий допустимый (ОДУ).

Общий запас – суммарная численность или биомасса популяции.

Параметр - некоторая константа, или численное представление, какого-либо свойства популяции (реальной или гипотетической).

Поколение - особи одного года рождения.

Пользователь ВБР - юридическое или физическое лицо, осуществляющее принадлежащие ему права владения и пользования водными биологическими объектами на условиях и в пределах установленных законом, лицензией и договором с органом государственной власти, предоставляющим соответствующий рыбохозяйственный участок для промышленного рыболовства.

Пополнение (R) - увеличение промысловой части популяции в результате вступления в нее растущих особей младших возрастных групп; часть общего запаса, состоящая из рыб, вступающих в промысловое освоение в текущем году.

Пополнение абсолютное - число рыб, достигающих промысловых размеров за единицу времени (обычно за год).

Правила рыболовства - нормативный акт, устанавливающий условия, способы и порядок изъятия водных биоресурсов из определенных водных объектов рыбохозяйственного значения, перечисленных в специальной части данного нормативного акта, в целях обеспечения их устойчивого использования.

Прилов - случайное изъятие при специализированном промысле. Случайное изъятие означает вылов, изъятие или добычу вида или запаса рыб при ведении специализированного промысла другого вида или запаса рыб.

Прирост биомассы выживших рыб (ΔB) - увеличение биомассы промыслового запаса как результат индивидуального роста особей и пополнения.

Прогноз улова - научно обоснованная величина изъятия рыб из водоема всеми видами промысла, рассчитанная с определенной заблаговременностью.

Продуктивность популяции - способность популяции (запаса) увеличивать свою биомассу за счет процессов воспроизводства и весового роста; помимо видовых особенностей и условий обитания, заметное влияние на уровень продуктивности оказывают величина и структура популяции (запаса).

Продукция - 1. Общий прирост биомассы запаса за единицу времени независимо от того, сохранится ли этот запас к концу этого периода.

Промысел (добыча) водных биологических ресурсов - комплексный процесс, включающий поиск и вылов (добычу) водных биологических ресурсов и сдачу улова на береговые рыбоприемные пункты.

- Промысел специализированный** - означает промысел, направленный на конкретный вид или запас рыб. Промысел считается специализированным, если какой-либо из видов ВБР составляет более 50% от общего улова.
- Промысловый запас** - часть общего запаса отдельных видов водных биоресурсов, которая может быть добыта (выловлена) без ущерба для воспроизводства и сохранения этих видов водных биоресурсов.
- Разрешение на добычу (вылов) водных биоресурсов** - документ, удостоверяющий право его владельца на изъятие определенного объема водных биоресурсов конкретных видов из водных объектов рыбохозяйственного значения.
- Ресурсы водные биологические (ВБР)** - рыбы, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли, другие водные животные и растения, находящиеся в состоянии естественной свободы («Федеральный закон о рыболовстве...», 2004).
- Рыболовство промышленное** - предпринимательская деятельность, связанная с промыслом (добычей) водных биологических ресурсов.
- Смертность естественная** - гибель от всех причин, в том числе от хищничества, старости, эпидемий, загрязнения и т. д., за исключением промысла.
- Смертность естественная** - процесс сокращения численности рыб под влиянием естественных причин (старение, болезни, хищники и пр.). Количественно характеризуется годовым (φ_m) или мгновенным (M) коэффициентом смертности. В состав естественной смертности, как правило, включают любительский и браконьерский вылов.
- Смертность общая** - процесс сокращения численности рыб под влиянием всех причин, вызывающих это сокращение, качественно характеризуется годовым (φ_Z) или мгновенным (Z) коэффициентами общей смертности.
- Смертность промысловая** - процесс сокращения численности рыб под влиянием промысла. Количественно характеризуется годовым (φ_F) или мгновенным коэффициентом (F) промысловой опасности.
- Статистика** - оценка параметра, полученная путем наблюдений и в общем случае подверженная ошибке выборки.
- Улов** - совокупность пойманных рыб или других объектов промысла в штучном или весовом выражении.
- Улов на единицу усилия (C/f или U/f)** - улов в штучном выражении или в единицах массы, приходящийся на единицу промыслового усилия.
- Улов общий допустимый (ОДУ)** - прогнозная величина годового промыслового изъятия из единицы запаса, рассчитанная с учетом биологических особенностей данного запаса (продуктивности, динамики численности и др.) и целей его эксплуатации: соответствует оптимальной с точки зрения выбранного критерия регуляции, интенсивности промысла.
- Улов промысловый (C или Y)** - величина изъятия рыб из водоема всеми видами промысла.
- Улов равновесный (C_E)** - улов (в штучном выражении), получаемый от запаса, когда последний находится в равновесии с промыслом определенной интенсивности и его численность со временем не меняется (без учета влияния изменений условий окружающей среды).
- Урожайность молоди** - качественная оценка эффективности воспроизводства рыб. Определяется как численность жизнестойкой молоди (сеголеток) на единицу

площади или в единице объема на стандартных станциях наблюдений или в целом по водоему.

Усилие промысловое (f) - общее число орудий лова, используемых в течение определенного периода времени.

Участок рыбопромысловый - включает в себя поверхностные воды, дно водного объекта рыбохозяйственного значения и необходимую для осуществления рыбохозяйственной деятельности прибрежную полосу суши. Порядок предоставления прибрежной полосы суши и размеры такой прибрежной полосы суши определяются законодательством Российской Федерации.

Численность (N) - величина популяции (запаса) или определенной ее части, выраженная в штуках.

Численность рыб абсолютная (N) - суммарная численность рыб в водоеме, определенная тем или иным методом.

Численность рыб относительная (N') - численность рыб, выраженная в условных или косвенных показателях (улов на единицу площади, на промыслие, индексы урожайности или другие единицы).

Шаг ячеи - расстояние между двумя соседними узлами (соединениями нитей, при безузловом изготовлении) сетного полотна. Определяется только в мокрых орудиях лова путем измерения расстояния между 11 последовательными узлами сетного полотна и деления полученного числа на 10. Замеры должны быть произведены не менее чем на трех участках сетного полотна каждой детали орудия лова.

Эффективность промысла - общий термин, характеризующий величину относительного изъятия рыбы из стада, но не имеющий такого точного определения, как коэффициент эксплуатации или мгновенный коэффициент промысловой смертности.

Обозначения

Σ - знак суммирования;

B - биомасса группы рыб, например годового класса или целого запаса;

F - мгновенный коэффициент промысловой смертности;

f - промысловое усилие;

L - длина рыбы;

M - мгновенный коэффициент естественной смертности;

N - число рыб в годовом классе, популяции или выборке;

C - улов в штуках;

q - коэффициент уловистости;

R - численность пополнения промысловой части запаса; коэффициент корреляции;

t - момент времени (часто используется как индекс); возраст;

W - масса особи;

Z - мгновенный коэффициент общей смертности;

φ_F - условный коэффициент промысловой смертности;

φ_M - «условный коэффициент естественной смертности»;

φ_Z - годовой коэффициент общей смертности

σ – среднее квадратичное отклонение;
 n – размер выборки в шт., экз.

Введение.

Одной из наиболее характерных особенностей объектов рыболовства является их полная или частичная недоступность методам прямого визуального исследования или контроля. В отличие от охотничьего, лесного или сельского хозяйства для суждения о состоянии эксплуатируемых запасов исследователь вынужден, не видя самого объекта, пользоваться некоторыми выборками, которые характеризуют генеральную совокупность с некоторой ошибкой.

Ихтиологические материалы желательно собирать параллельно с изучением условий среды - это помогает понять ход причинно-следственных зависимостей.

Дисциплина «Промысловая ихтиология» раскрывает основные законы изменений параметров популяции рыб, на которых базируются определение запаса, восполнение стада рыб и прогнозирование обоснованных уловов.

Лабораторное занятие 1 Сбор первичной информации

Основные исходные данные для проведения расчетов — многолетний возрастной состав рыб в уловах, средняя масса рыб в уловах, ежегодная статистика вылова, а также величина промысловых усилий в года наблюдения. Продолжительность наблюдений по годам должна превышать жизненный цикл популяции не менее чем в полтора раза.

Собрать и определить возраст у такого количества рыб, которое могло бы достоверно характеризовать возрастной состав популяции, — большая и трудоемкая работа. Однако есть способ, который значительно упрощает получение исходных данных, предусматривающий проведение массовых измерений линейной длины рыб в уловах и одновременный сбор относительно не большого выборочного материала "на возраст" с последующим пересчетом размерных рядов в возрастные. Такой прием получил название размерно-возрастных "ключей".

Массовые измерения линейных размеров следует проводить в период основного промыслового хода рыб. Для большинства рыб при массовых промерах достаточна точность в 1 см с округлением в ближайшую сторону. Пробы из уловов брать без выборки: весь улов, половина, четверть или какая-либо его часть, достаточная для того, чтобы характеризовать состав данного улова; минимальная разовая проба "на размерный состав" не менее 100 экз.

При составлении размерного ряда необходимо сначала наметить пределы колебания классов дайны в см, затем избрать шаг измерения и сформировать весь ряд размерных классов, по которым разнести результаты непосредственных измерений. При разноске по классам удобно пользоваться следующим символьным обозначением:

Класс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Обозначение	—					

Если какое-либо значение попадает на границу класса, то его следует относить к классу, стоящему в ряду левее.

Для определения средней массы одной особи необходимо - взвесить всю промеренную рыбу в каждой пробе, полученный результат разделить на количество экземпляров.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Изучите данные зафиксируйте полученный материал в рабочую тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Способы измерения линейных размеров рыбы.
2. Определение возраста.

Лабораторное занятие 2 Получение средних показателей структуры стада

Представление об общем составе стада складывается из частных характеристик, полученных из средних проб на различных промысловых участках, где могут концентрироваться разноразмерные рыбы, и из орудий лова с неодинаковой избирательной способностью. Поэтому для получения осреднения: показателей, характеризующих какую-либо совокупность, требуется привести каждый размерный ряд в соответствие с "удельным весом" той составной части, которую этот ряд представляет и из которых складывается данная совокупность.

Пусть, например, промысел ведется в двух районах А и Б закидными неводами и ставными сетями. В каждом районе из каждого орудия лова должна быть собрана серия проб, суммируя которые получают свободный размерный состав в неводах или сетях того или другого района (табл. 1).

Расчет средних показателей, характеризующих всю популяцию данного водоема, представлен в табл. 2. При этом каждую цифру, входящую в размерный ряд, из неводных и сетных уловов в районе А следует умножить соответственно на долю данного орудия в промысле.

Таблица 1

Орудие лова	№ первичной пробы	Размерный состав, шт.								
		22	24	26	28	30	32	34	Всего	
Район А										
Невода	1	2	38	60	120	48	14	6	288	
	2	-	12	47	69	18	4	-		
	3	3	17	45	50	40	18	2		
	Всего шт.	5	67	152	239	106	36	8	613	
	%	0,8	10,9	24,8	39,0	17,3	5,9	1,3	100	
Сети	1			6	19	95	80	17	1	218
	2		1	9	20	101	43	8		182
	3			9	27	89	80	18	1	224
	Всего шт.		1	24	66	285	203	43	2	624
	%		0,2	3,8	10,6	45,7	32,5	6,9	0,3	
Район Б										
Невода	1	8	14	73	40	12	1		148	
	2	7	23	100	29	11	2	1	1	
	3	2	87	90	82	12	2	2		
	4	10	20	86	18	9	1			144
	Всего шт.	22	74	349	169	44	6	3	1	673
	%	4,0	11,0	51,9	25,1	6,5	0,9	0,5	0,1	100
Сети	1			2	12	87	62	13	2	178
	2		1	2	18	99	47	4	1	172
	3			2	22	69	40	8		141
	4		1	3	13	73	17	6	1	114
	Всего шт.		2		65	328	166	31	4	605
	%		0,3	1,5	10,7	54,3	27,4	5,1	0,7	100

Таблица 2

Орудие Лова	Размерный состав								Годовой улов	
	22	24	26	28	30	32	34	г	%	
Район А										
Невод	<u>5</u> 0,8	<u>67</u> 10,9	<u>2</u> 4,8	<u>239</u> 39,0	<u>106</u> 17,3	<u>36</u> 5,9	<u>8</u> 1,3		800 800	80 80
Сети	-	<u>1</u> 0,2	<u>24</u> 3,8	<u>66</u> 10,6	<u>285</u> 45,7	<u>203</u> 32,5	<u>43</u> 6,9	<u>2</u> 0,3	200	20
Среднее"	4 0,6	51 8,8	126 20,5	204 33,2	142 23,1	69 11,2	15 2,4	1 0,2	1000	100
Район Б										
Невод	<u>27</u> 4,0	<u>24</u> 11,0	<u>349</u> 51,9	<u>169</u> 25,1	<u>44</u> 6,6	<u>6</u> 0,9	<u>3</u> 0,5	<u>1</u> 0,1	2500	42
Сети	-	<u>2</u> 0,3	<u>9</u> 1,5	<u>65</u> 10,7	<u>328</u> 54,3	<u>166</u> 27,4	<u>31</u> 5,1	<u>1</u> 0,7	3500	68
Среднее*	<u>11</u> 1,7	<u>32</u> 5,0	<u>162</u> 24,0	<u>109</u> 17,2	<u>209</u> 33,0	<u>32</u> 15,6	<u>12</u> 3,0	<u>4</u> 0,5	6000	100
Среднее**	<u>10</u> 1,6	<u>35</u> 5,5	<u>148</u> 23,5	<u>123</u> 19,5	<u>199</u> 31,5	<u>95</u> 15,0	<u>13</u> 2,9	<u>3</u> 0,5		

* "Взвешено" в соответствии с долей вылова в районе рыб данного вида при помощи различных орудий лова.

***"Взвешено" в соответствии с "удельным весом" различных районов в общем вылове.

Примечания: 1. Над чертой — частота встречаемости рыб определен ного размера в шт., под чертой — в %.

2. Доля района А в годовом промысле-14,3%. района Б — 85,7%.

В данном случае неводной размерный состав из первого района (независимо от того, взят ли он в абсолютных числах или выражен в процентах) умножают на 80, а размерный ряд из сетей - на 20, так как 8 (3 рыб данного вида вылавливаются в районе неводами и только 20% — сетями. Полученные произведения в пределах каждого класса нужно суммировать и разделить на 100, т.е. на сумму долей. Таким образом, сначала получают средний "взвешенный" показатель частоты встречаемости каждой размерной группы в уловах в районе А, затем в районе Б (умножая соответственно, как видно из таблицы, неводные ряда на 42, сетные - на 58). Наконец, используя статистику вылова по районам, устанавливают "удельный вес" каждого района в вылове рыб данного вида. В нашем примере доля первого района в общем промысле составляет 13,4%, второго - 85,7%. Другими словами, это те постоянные множители, на которые надо соответственно умножить средние "взвешенные" размерные ряды из районов А и Б, чтобы разделить потом, как было описано выше, сумму произведений по каждому классу на 100, получить общий "взвешенный" ряд размерного состава в водоеме.

Одновременно, пользуясь описанными приемами, необходимо рассчитать "взвешенную" массу рыб в водоеме. В дальнейшем он понадобится, чтобы годовой вылов перевести из весовых единиц в количественные.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Рассчитайте средние показатели структуры стада рыб. Все полученные данные занести в рабочую тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Активные орудия лова.
2. Пассивные орудия лова.
3. Промысловая часть стада.

Лабораторное занятие 3

Материал для определения возраста

Материал для определения возраста следует брать в одно время с массовыми измерениями рыб. Обычно бывает достаточно одной пробы, в тех случаях, когда наблюдаются реальные отличия в росте рыб на различных промысловых участках или неодинаково растут самцы и самки, необходимо, разумеется, сбор проб и последующие расчеты вести дифференцировано по районам и полам.

Материал "на возраст" требуется отбирать с таким расчетом, чтобы каждая размерная группа была представлена 20-30 экз. Например, для характеристики нашей условной популяции, состоящей из восьми размерных групп, нужно было бы собрать и определить возраст у 160 - 240 экз.

Можно ограничиться и меньшим числом рыб "на возраст", но тогда нужно увеличить классовый промежуток в ряду размерных классов, т.е. взять интервалы длин не 20- 22-24 и т.д., а 20 25 - 30 и т.д., что в конечном счете приведет к снижению точности возрастного состава.

При сборе материала для определения возраста каждую рыбу необходимо взвесить с тем, чтобы в дальнейшем составить таблицу изменений средней массы рыб по возрастам (табл.3).

Таблица 3

Показатели	Возраст, годы					
	3	4	5	6	7	8
Средняя масса, г	105	130	180	250	290	350
Число экземпляров	17	29	36	38	43	48

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Составить таблицу изменений средней массы рыб по возрастам. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Определение возраста рыб.
2. Размер пробы на возраст.

Лабораторное занятие 4 Размерно-возрастной "ключ"

Результаты определения возраста следует распределить по размерным группам, занести в таблицу и рассчитать их процентное содержание, принимая рыб в выборке за 100% (табл. 4).

Размер, см	Воз,			раст			Число рыб в возрастной выборке
	3	4	5	6	7	8	
20-22	$\frac{12}{41,4}$	$\frac{12}{58,6}$					29
22-24	$\frac{5}{19,2}$	$\frac{10}{38,5}$	$\frac{10}{38,5}$	$\frac{1}{3,8}$			26
24-26		$\frac{2}{7,1}$	$\frac{18}{64,3}$	$\frac{8}{28,6}$			28
26-28			$\frac{7}{22,6}$	$\frac{12}{38,7}$	$\frac{12}{38,7}$		31
28-30			$\frac{1}{3,8}$	$\frac{15}{57,7}$	$\frac{8}{30,8}$	$\frac{2}{7,7}$	26
30-32				$\frac{2}{8,0}$	$\frac{16}{64,0}$	$\frac{2}{28,0}$	
32-34					$\frac{14}{46,7}$	$\frac{16}{53,3}$	30
34-36					$\frac{3}{11,5}$	$\frac{23}{88,5}$	26

Примечание: Над чертой — количество рыб в шт., чертой — в %.

В зависимости от количества процентов каждый показатель общего "взвешенного" вариационного ряда размерного распределения рыб в уловах, полученный путем неселективных массовых промеров (см. табл.2) нужно распределить по соответствующим возрастам, а количество рыб, приходящееся на долю каждого возраста, — суммировать и по суммарному ряду рассчитать возрастной состав популяции (табл.5).

Размер, см	Возраст						Число рыб в размерной пробе
	3	4	5	6	7	8	
20-22	$\frac{41,4}{4}$	$\frac{58,6}{6}$					10
22-24	$\frac{19,2}{7}$	$\frac{38,5}{13}$	$\frac{38,5}{13}$	$\frac{3,8}{2}$			35
24-26		$\frac{7}{11}$	$\frac{64,3}{95}$	$\frac{28,6}{42}$			148
26-28			$\frac{22,6}{27}$	$\frac{38,7}{48}$	$\frac{38,7}{48}$		123
28-30			$\frac{38}{8}$	$\frac{57,7}{115}$	$\frac{30,8}{61}$	$\frac{12}{15}$	199
30-32				$\frac{8,0}{7}$	$\frac{64,0}{61}$	$\frac{28,0}{27}$	95
32-34					$\frac{46,7}{8}$	$\frac{53,3}{10}$	18
34-36					$\frac{11,5}{1}$	$\frac{88,5}{3}$	3
Всего шт.	11	30	143	214	178	55	631
%	1,7	4,8	22,7	33,9	28,2	8,7	100

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Составить размерно-возрастной «ключ». Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Понятие размерно-возрастного ключа.
2. Размер пробы на возраст.

Лабораторное занятие 5

Расчет используемой численности поколений и величины промыслового запаса при стабильной интенсивности промысла

В условиях сложившегося промысла и относительно неизменной его интенсивности знание возрастного состава уловов и величины ежегодного вылова популяции позволяет перейти к вычислению используемой численности поколений и величины промысловых запасов.

Прежде всего, используя среднюю массу рыб за каждый год, необходимо определить годовой объем вылова в поштучном исчислении. Затем подученные цифры распределить в соответствии с возрастным составом, характеризующим популяцию в каждом году. Результаты занести в таблицу и сгруппировать таким образом, что в каждой вертикальной графе располагаются рыбы одного года рождения (Таб.6).

Таким образом, суммируя цифры вылова по столбцам, можно учесть промысловую численность полностью выловленных поколений. Так, например, промысловая численность поколения 1956 г. рождения равна $20 + 66 + 45 = 133$. Аналогично можно найти численность генераций 1957-1959 гг.

Промысловый запас на конкретный год промысла - это количество рыб в облавливаемом стаде, достигших промыслового размера и возраста.

Таблица 6

Год промысла	Год рождения								Суммарный улов, млн.шт	Промысловый запас, млн.т
	1961	1960	1959	1958	1957	1956	1955	1954		
1959						(15) 20	55	35	110	257
1960					(12) 18	(59) 66	36		120	303
1961				(18) 30	(54) 75	45			150	353
1962			(14) 27	(64) 90	63				180	400
1963		(?) 40	(65) 110	50					200	?
1964	(??) 40	(??) 100	60						200	7
Промысловый остаток на 1965 г.										
Промысловая численность поколений	?	?	97	70	56	31				

Он складывается из промысловой численности вновь вступившего в промысел поколения и остатков не выловленных еще поколений более ранних лет рождения. Так, например, промысловый запас 1959 г. равен промысловой численности поколения 1956 г. рождения, сложенной с промысловым остатком поколений более ранних лет, не выловленных полностью к 1959 г. Этот остаток равен $55+36+35 = 126$, а весь запас

$131+126 = 257$. Запас каждого последующего года равняется предыдущему за вычетом годового улова и прибавлением вновь вступившего поколения: $257-110+156 = 303$

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Рассчитайте используемую численность поколений и величину промыслового запаса при стабильной интенсивности промысла. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

3. Понятие промыслового стада.
4. Интенсивность промысла.

Лабораторное занятие 6

Прогностические определения численности частично обловленных поколений

Для определения численности поколений, полностью еще не выловленных (в нашем примере это поколение 1960 и 1961 г. рождения), нужно найти промысловый остаток каждого из них на прогнозируемый год. (В таблице эти числа отмечены вопросительными знаками, так же как и зависящие от них величины промысловой численности поколений и промысловых запасов). Для этого предварительно необходимо вычислить коэффициенты вылова (в процентах от остатка) каждого поколения по годам. В расчетной таблице они помещены над числами абсолютного вылова различных поколений в разные годы промысла в ту же клетку таблицы и заключены в скобки. Методику их получения поясним на примере поколений 1956 г. рождения. В 1959 г. из этого поколения было выловлено 20 млн. рыб трехгодичного возраста (примем, что в исследуемом нами стаде промыслового размера впервые достигают трехгодовики), что от общего количества промысловой части данного поколения в 131 млн. экз. составляет 15%, которые являются в данном случае коэффициентом вылова трехгодовиков в 1959 г. — первом году промысла. В 1960 г. из остатков в III млн. было изъято промыслом уже четырехгодовыми рыбами 66 млн., что составило 59% указанного остатка, которые являются коэффициентом вылова четырехгодовиков. Рассчитывая, таким образом, дальше, можно вычислить коэффициенты вылова возрастных групп всех поколений, полностью выловленных к прогнозируемому году, т.е. поколений 1956- 1959 гг. в нашем примере. Коэффициенты вылова последней возрастной группы равны 100% и потому не приводятся.

Описанная выше методика не предлагает способа вычисления коэффициентов вылова возрастных групп для тех лет, поколения которых еще полностью не выловлены к году выдачи прогноза, хотя именно эти коэффициенты нужны для оценки промысловой численности остатков поколений на прогнозируемый год.

Практически достаточно определить коэффициенты вылова для последнего года промысла (в таблице отмечены двумя вопросительными знаками каждый). Все остальные коэффициенты вылова и другие неизвестные числа (в таблице отмечены вопросительными знаками) можно вычислить описанным выше способом.

Коэффициенты вылова для последнего года промысла определяют на основании анализа значений, которые принимал коэффициент вылова той же возрастной группы за предыдущие несколько лет. Чаще всего его берут равным среднему арифметическому за эти годы".

Сначала определяется коэффициент вылова предпоследней возрастной группы (четырёхгодовиков в нашем примере), а затем последовательно для всех младших возрастных групп. Например, в 1964 промысловом году для четырехгодовиков можно принять коэффициент, равный $(65+64+54+59)/4=60,5\%$. Значит, на 1965 г. от данного поколения 1960 г. рождения в водоеме остается 39,5%, или $100* 39,5/60,5 = 65$ млн. шт. Теперь можно установить общую ориентировочную численность этого поколения: $40+100+65 = 205$ млн. шт. Восстановив процент изъятия его в трехлетнем возрасте ($40*100/205 = 19\%$), намечаем на последний год промысла средний коэффициент вылова

трехгодовиков: $(19+14+18+12+15)/5 = 16\%$. Следовательно, на очередной 1965 г. остается 84%, или 210 млн. шт., а общая промысловая численность поколения 1961 г. составит $210+40 = 250$ млн. шт. Получив величины остатков, восстанавливаем промысловые запасы в 1963 и 1964 г., которые соответственно равняются 425 и 475 млн. экз.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Определите численность частично обловленных поколений. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Понятие поколения.
2. Коэффициент вылова.

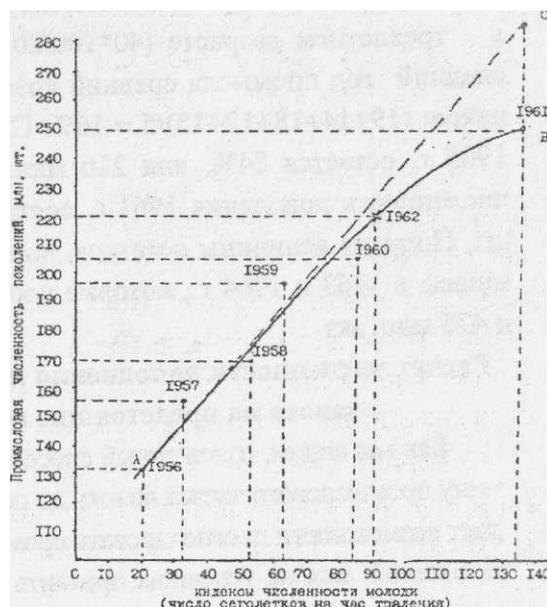
Лабораторное занятие 7

Расчет численности пополнения и прогноз используемого запаса на предстоящие годы промысла

Как мы видим, изложенный способ, позволяя определить величину промыслового запаса вплоть до последнего года промысла, не дает возможности прогнозировать промысловую численность новых поколений, еще не успевших проявить себя в промысле хотя бы по одному году. При ежегодно проводимом учете молоди (икры, личинок, мальков и т.д.) это препятствие может быть устранено определением связи между индексом урожайности поколений и их последующим выловом. Для этого условные результаты съемки молоди, выраженные, например, в количестве сеголетков на час траления, сопоставим с численностью учтенной промысловой части соответствующих поколений (табл. 7).

Показатели	Год рождения поколения						
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Число сеголетков на 1 ч траления	20	32	52	62	83	134	90
Промысловая численность поколения, млн. экз.	131	156	170	197	205	250	?

Нанесенные на график, эти данные демонстрируют криволинейную зависимость между сравниваемыми показателями (рисунок), выражающуюся, видимо, степенным уравнением вида: $y = ax^b$.



Связь индексов численности молоди с промысловой численностью поколений (цифры у точек — годы рождения поколения)

Метод наименьших квадратов, позволяющий для функций разного вида аналитически определить положение теоретической линии регрессии по имеющимся эмпирическим точкам, изложен во многих руководствах по статистике, например, в руководстве Н.А.Плохинского (1961). Однако в данном случае можно обочиться и упрощенным графическим способом нахождения кривой, равноотстоящей от всех точек на графике. Вычертив "на глаз" такую линию (кривая АВ), можно использовать ее для определения величины неэксплуатируемого поколения 1962 г. рождения, по которому известна пока только численность сеголетков на 1 ч траления (см. табл. 7). Отложив эту величину на оси абсцисс и восставив из найденной точки перпендикуляр до пересечения с кривой АВ, на вертикальной оси находим соответствующую данному положению прогностическую величину промысловой численности этого поколения (в таблице соответствующая графа отмечена вопросительным знаком).

Однако найденная зависимость может оказаться ошибочно принятой за криволинейную, а на самом деле выражается уравнением прямой (прямая АС). Ее загиб может быть связан с заниженной величиной промысловой численности впервые вступившего в промысел поколения 1961г. рождения. Уточнить ситуацию можно на следующий год, когда степень использования этого поколения возрастет.

Так или иначе, в данном примере разница при прогностическом использовании' кривой АВ или прямой АС будет невелика. В первом случае величина промысловой численности поколения 1962 г. равняется 220 млн., во втором — 225 млн. экз.

Прибавив одну из этих величин к объему промыслового запаса последнего года промысла (475 млн. экз.) и отняв от нее улов этого года (200 млн. экз.), получим запас 1965 г.: $Q = 475 + 220 - 200 = 495$ млн. экз. Зная среднюю многолетнюю долю годового изъятия от величины промыслового запаса, рассчитывают вероятный улов этого года. Так, средний процент годового изъятия в нашем примере равняется 42,5. Отсюда улов 1965 г. можно ожидать равным $C = 495 * 42,5 / 100 = 210,4$ млн. экз. Имея оценки численности молоди, родившейся в 1963 г., можно определить запас и ожидаемый улов с большей заблаговременностью, например, запас и улов 1966 г. Методика этого расчета аналогична предыдущей.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Определите численность пополнения и составьте прогноз используемого запаса. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Понятие пополнения.
2. Виды прогнозов.

Лабораторное занятие 8

Использование данных о промысловых усилиях для уточнения величины промыслового запаса

Приведенная методика вычислений дает хороший результат условиях сложившегося промысла при мало меняющейся величине промысловых усилий. В условиях нестабильной интенсивности промысла колебание годовых уловов связано не только численностью поколений, но и с объемом усилий, с которыми эксплуатировалось стадо в данной году. Рост усилий в какой-то период приводит к повышению изъятия облавливаемых в это время поколений. Поэтому их кумулятивный вылов (за все годы участия в промысле) может оказаться больше вылова таких же и даже более многочисленных поколений, промысел которых велся менее интенсивно. Поэтому изменение используемого (относительного) промыслового запаса будет не всегда адекватно отражать изменение общего (абсолютного) запаса. Такое влияние на относительную оценку запаса может быть снято (или по крайней мере значительно снижено) приведением годовых уловов в соответствие с объемом годовых усилий (Борисов, 1983). Для этого необходимо знать, во сколько раз промысловые усилия (f_j) в

данном 3-м году больше (или меньше) среднегодового объема усилий (f_m). Умножив на полученное отношение улов конкретного Сд года, находят скорректированную (в зависимости от объема усилий) величину годового вылова:

$$C_j^{Cor} = C_j * f_m / f_j$$

Проделанная операция позволяет ответить на вопрос, какими были бы годовые уловы, если бы промысловые усилия во все рассматриваемые годы оставались на одинаковом среднемноголетнем уровне. При этом восстанавливается пропорциональность изменения фактических запасов и уловов.

В условиях меняющейся промысловой нагрузки, цифры растущего вылова, приведенные в табл. 6, могут не соответствовать изменению запаса. Пусть, например, величина промыслового усилия с 1959 по 1964 г. меняется с 4 до 10 усл. ед., как это показано в табл. 8.

Таблица 8

Год промысла	Промысловое усилие усл. ед.	Улов, млн. экз.	
		некорректированный	скорректированный
1959	4	110	$C_1 = 110 * 6,67/4 = 183,3$
1960	5	120	$C_2 = 120 * 6,67/5 = 160,1$
1961	6	150	$C_3 = 150 * 6,67/6 = 166,7$
1962	7	180	$C_4 = 180 * 6,67/7 = 171,5$
1963	8	200	$C_5 = 200 * 6,67/8 = 166,8$
1964	10	200	$C_6 = 200 * 6,67/10 = 133,4$
Среднее	6,67		-

Некоррелированный и соответственно непропорциональный запасу вылов при этом растет со 110 до 200 млн. экз. Проведенная коррекция, процесс которой показан в таблице, демонстрирует в это время не увеличение запасов, а даже некоторое их снижение.

Следует помнить, что связь между ходовым промысловым усилием и годовым выловом линейна лишь в определенном интервале. На каком-то этапе дальнейшее наращивание промысловых усилий уже либо не обеспечивает рост вылова, либо вообще приводит к его снижению. Поэтому при необходимости уловы следует корректировать по предварительно найденной криволинейной зависимости между усилием и выловом.

Так или иначе, в условиях непостоянной промысловой нагрузки соответствующая коррекция вылова, по нашему мнению, практически необходима.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Рассчитайте величину промыслового запаса с использованием данных о промысловых усилиях. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Понятие промыслового усилия.
2. Промысловый запас.

Лабораторное занятие 9

Прогноз вылова разных возрастных групп одного поколения

Несколько иной вариант расчетов предполагаемого вылова с разбивкой по возрастным группам рассмотрим на примере откорректированных уловов. Сначала разберем методику прогнозирования вылова разных возрастных групп одного поколения. При общем принципиальном сходстве с той, которая была описана выше (на основе табл. 6), предлагаемая процедура несколько обличается от нее. Для ее осуществления

коэффициенты вылова возрастных групп удобнее брать не в процентах от остатка, а как долю вылова от общей величины используемой части соответствующего поколения. Величины этих коэффициентов по возрастам колеблются около своей средней обычно незначительно. Этому способствует, с одной стороны, приведение уловов единому общему усилию, а с другой, — мало изменяющаяся по годам селективность данного орудия лова применительно близким по размеру одновозрастным рыбам разных поколений.

Исходные данные табл. 6 и 8 в этом случае удобно сгруппировать так, как показано в табл. 9. В ней уловы рыб, принадлежащих одному поколению, расположены по диагонали сверху вниз и слева направо. В нижней строке приведены доли выло отдельных возрастов.

В результате съемки сеголетков 1962 г. рождения получена величина 90 сеголетков на 1 ч траления (см. табл. 7), что соответствует ожидаемой величине промысловой численности поколения $C_{3,5}^{1962} \lambda_3$ в 220 млн. экз. (см. рисунок). Анализ возрастного состава уловов за прошлые годы показал, что наиболее вероятный доленой вклад первой промысловой группы "3" в общий кумулятивный вылов поколения составляет 0,176. Тогда (при среднем уровне усилий) вылов возрастной группы "3" в 1965 г. ориентировочно составит $C_3 = C_{3,5}^{1962} * \lambda_3 = 220 * 0,176 = 38,7$ млн. экз. Как видно из табл. 9, многолетние доли вылова 4- и 5-годовиков равняются соответственно 0,532 и 0,292. Следовательно, вылов этих возрастных групп от данного поколения в соответствующие годы должен составить: $C_4 = 220 * 0,532 = 117$ млн. экз. и $C_5 = 220 * 0,292 = 64,3$ млн. экз.

Таблица 9

Годы промысла	Вылов по возрастам (фактических)		
	корректированных		
	3	4	5
1959	20	55	35
	33	92	58
1960	12	66	36
	24	88	48
1961	30	25	45
	33	83	50
1962	32	20	63
	26	86	60
1963	40	110	50
	33	92	42
1964	42	100	60
	27	68	40
Средние доли вылова	0,176	0,532	0,292

В процессе дальнейшего получения фактических данных по вылову, прогнозные цифры могут быть уточнены.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Рассчитайте прогноз вылова разных возрастных групп одного поколения. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Понятие возрастной группы.
2. Селективность орудий лова.

Лабораторное занятие 10

Прогноз годового вылова с учетом всех одновременно участвующих в промысле поколений

Прогноз общего вылова по всем возрастным группам, принадлежащим разным поколениям, можно построить на том же принципе с многократным использованием описанной процедуры. Технику расчетов проиллюстрируем на том же примере, составляя прогноз вылова на 1965 г. Мы установили, что поколение 1962 г. рождения, которое в прогнозируемом году впервые вступит в промысел, даст 39 млн. экз. трехлетних рыб. Предварительную численность предыдущего поколения можно оценить по вылову трехгодовиков в 1964 г.: $C_{3-5}^{1962} = 27:0,176 = 153$ млн. экз. От этого поколения в 1965 г. будет выловлено четырехгодовиками:

$$C_4 = C_{3-5}^{1961} * \lambda_4 = 153 * 0,532 = 81 \text{ млн. экз.}$$

В промысле 1965 г. участвуют также остатки поколения 1960 возрасте 5 лет. По этому поколению можно получить две оценок основанных на результатах промысла: одну по его вылову 1963г. $C_{3-5}^{1960} = 187$ млн. экз. и другую - по вылову в 1964 г. $C_{3-5}^{1960} = 68:0,532 = 128$ млн. экз. Используя среднюю, получим $C_{3-5}^{1960} = 157$ млн. экз., что позволяет прогнозировать вылов это поколения в возрасте 5 лет, т.е. $C_{3-5}^{1960} = 157 * 0,292 = 46$ млн. экз. Суммируя результаты расчетов по всем поколениям, которое примут участие в промысле 1965 г., получаем: $C_{1965} = 39 + 81 + 46 = 166$ млн. экз. Зная для данной популяции средние навески рыб по возрастам (см. табл. 3), получаем весовой вклад в общий вылов каждой возрастной группы.

Прогностическую величину дополнительно корректируют учетом отличия ожидаемого объема промысловых усилий в прогнозируемом году от среднееголетнего.

Полученные таким образом многолетние данные, характеризующие динамику численности промыслового стада, позволяя судить об объеме промысловых запасов и степени их эксплуатации, а также дают возможность с успехом решать многие вопросы регулирования промысла и вносить изменения в действующие Правила рыболовства.

Материал и оборудование. Данные улова

Задание. Рассчитайте прогноз годового вылова с учетом всех одновременно участвующих в промысле поколений. Все данные занесите в тетрадь.

Контрольные вопросы

1. Понятие возрастной группы.
2. Правила рыболовства.

Расчет абсолютной численности основных промысловых рыб

Для расчета абсолютной численности основных промысловых рыб на всех водоемах применялся метод площадей [Сечин, 1990; Шибаев, 1986, 2007; Печников, Терешенков, 1986 и др.]. Абсолютная численность исследуемого вида рассчитана экстраполяцией средней численности по станциям на площадь обитания данного вида. [Шибаев, 2007]. Расчет численности рыб по данным уловов активными орудиями лова проводился по формуле:

$$N = \text{Ср.} \cdot S / K \quad (1.1)$$

где, N – численность рыб на исследуемой (расчетной) площади водоема;

Ср. – средний улов по станциям на 1 га учетной площади;

S – общая учетная площадь;

q – коэффициент уловистости орудия лова.

Численность возрастных групп, представленных в уловах не полностью, ввиду избирательности применяемых орудий лова [Серенко, 1984], восстанавливалась экстраполяцией по описанному ниже экспоненциальному уравнению (предполагается случай стабильности промысловой нагрузки), что позволяет найти общую численность, а не только промысловой части популяции.

На основе учетных траловых съемок рассчитывалась численность стерляди, леща, судака, а неводных съемок - прибрежных видов (щука, плотва и др.).

Методика оценки общей смертности рыб на водоеме и для всех видов рыб заключается в построении в пакете Excel кривой улова и аппроксимации ее экспоненциальной функцией. Основанием для этого является постоянство промысловой нагрузки за последние годы. Найденное уравнение типа

$$Nt = N_0 \cdot \exp(-Z \cdot t)$$

содержит параметр Z – мгновенный коэффициент общей смертности (рис. 3). Меняя диапазон по данному графику, можно получить Z для любого возрастного диапазона, в том числе и для смежных, т.е. найти конкретное значение Z^i для возрастной группы t .

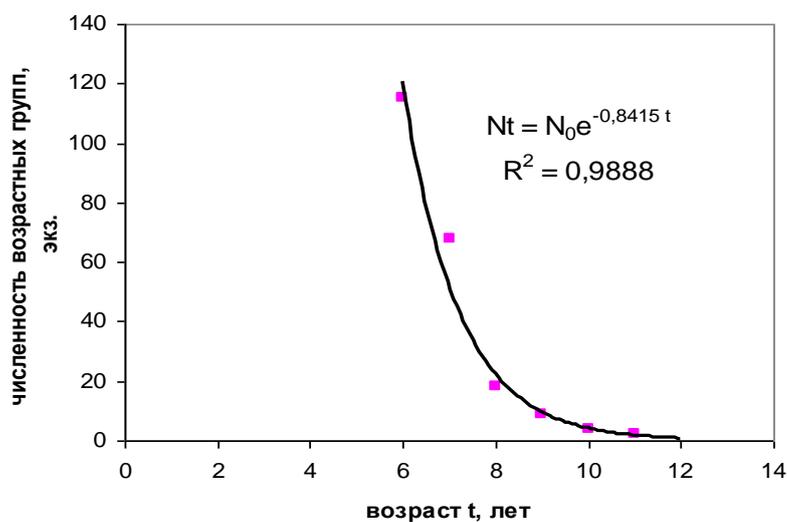


Рисунок 3 - Определение мгновенного коэффициента общей смертности по кривой улова

Показатели \square_M^t находятся по общепринятой методике, исходя из представлений, что коэффициент естественной смертности является функцией возраста, а смертность минимальна в возрасте близком к возрасту полового созревания [Методические рекомендации ..., 1990].

С учетом реализации требований концепции «предосторожного подхода к оценке ОДУ» [18] при расчетах принималось во внимание состояние запаса и в зависимости от его устойчивости подбирались промысловые коэффициенты эксплуатации.

Основная цель работы заключалась в оценке ориентиров управления с целью обоснования правил регулирования промысла [Бабаян, 2000]. Для этого были проанализированы уловы на усилие за 25 лет эксплуатации водоемов и их средние показатели сравнены с уловами на усилие за год исследований. В результате полученной информации было установлено, что практически все

запасы промысловых видов находятся в состоянии стабильности – показатели уловов на усилие за сравнимые периоды достоверно не отличаются друг от друга. Для большинства видов установлен режим постоянной интенсивности промысла ($B_i \geq B_{tr}$, $F_{rec_i} = F_{tr} = \text{const}$).

Исключение составили запасы реофильных рыб (стерлядь, чехонь, белоглазка). Запас стерляди Горьковского водохранилища за 25-ти летний период полностью исчез, запас стерляди Чебоксарского водохранилища находится в крайне низком состоянии (снижение более, чем на два порядка). Запасы чехони соответственно в Горьковском и Чебоксарском водохранилищах снизились в 2,5 и 1,8 раза, белоглазки – 5,9 и 3,3 раза. Воспроизводство реофильных видов находится на крайне низком уровне, биомасса запасов неуклонно снижается, поэтому для них установлены либо режимы полного запрета на промысел ($0 \leq B_i \leq B_{lim}$, $F_{rec} = 0$ – стерлядь Чебоксарского водохранилища), либо режим восстановления запаса ($B_{lim} < B_i < B_{tr}$, $F_{rec_i} = F_{tr} \cdot \frac{B_i - B_{lim}}{B_{tr} - B_{lim}}$) - чехонь и белоглазка).

Прогнозные коэффициенты общей смертности для каждого возрастного класса t исследуемой популяции основных промысловых рыб находились по уравнению [Шибяев, 2007]:

$$\square_Z^t \text{rec} = \square_F^t \text{rec} + \square_M^t - \square_F^t \text{rec} \cdot \square_M^t$$

На основе полученных $\square_Z^t \text{rec}$ рассчитываются остаточные численности возрастных классов:

$$N_{n+1}^{t+1} = N_n^t \cdot (1 - \square_Z^t \text{rec}).$$

По навескам возрастных групп находим ихтиомассы для прогнозируемых лет. Далее, по вышеуказанным $\square_F^t \text{rec}$ и с учетом коэффициента селективности (прилов младшевозрастных групп и уловы любителей) определяем ОДУ для всего запаса. Следует отметить, что рыболовами-любителями изымается значительная часть неполовозрелых особей [Клевакин и др., 2005].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шibaев, С.В. Промысловая ихтиология: учебник. / Шibaев С.В. – СПб: «Прспект Науки», 2007. - 400 с.
2. Промысловая ихтиология с основами рыболовства: краткий курс лекций для магистров I курса специальности (направления подготовки) 111400.68 Водные биоресурсы и аквакультура / Сост.: В.В. Кияшко // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2011
3. Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России. - С.-П.: ГосНИОРХ, 2000.
4. Аксютин, З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях / З.М. Аксютин - М.: Пищевая пром-ть, 1968. - 289 с.
5. Денисов, Л.И. Промышленное рыболовство на внутренних водоёмах / Л.И. Денисов - Л.: М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983. - 272 с.
6. Андреев, Н.Н. Справочник по орудиям лова, сетеснастным материалам и промысловому снаряжению/ Н.Н. Андреев - М.: Пищепромиздат, 1962. - 504 с.
7. Тюрин, П.В. Биологическое обоснование регулирования рыболовства на внутренних водоёмах/ П.В. Тюрин - М.: Пищепромиздат, 1963. - 120 с.
8. Дементьева, Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов/ Т.Ф. Дементьева - М.: Пищевая пром-ть, 1976. - 238 с.
9. Сечин, Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Учебник / Ю.Т. Сечин – Калуга.: «Эйдос», 2010. – 204 с.
10. Сечин, Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах. / Ю.Т. Сечин. - М.:ВНИИПРХ 1990.- 50 с.
11. Малкин, Е.М. Методические рекомендации по контролю за состоянием рыбных запасов и оценки численности рыб на основе биостатистических данных./ Е.М. Малкин, В.М. Борисов - М.:ВНИРО, 2000. - 36 с.
12. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах./ Ю.Т. Сечин – М.: ВНИИПРХ, 1990.- 51 с.
13. Н.Л. Кузнецов Современный справочник рыбака
<http://www.booksgid.com/loadbook/6268>
14. Все о рыбалке <http://fishfilm.ru>
15. Журнал рыбоводство и рыболовство (архив) <http://journal-club.ru/?q=node/4843>
16. Журнал рыбное хозяйство http://elibrary.ru/query_results.asp
17. Журнал вопросы рыболовства http://elibrary.ru/query_results.asp