

*На правах рукописи*

**БАЗОВ АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**

**ЭКОЛОГИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕЛЕНГИНСКОЙ  
ПОПУЛЯЦИИ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ**

Специальность 03.02.08 – Экология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Иркутск – 2016

Работа выполнена в ФГБНУ  
«Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства»  
(Байкальский филиал)

- Научный руководитель: главный научный сотрудник Байкальского музея ИНЦ, доктор биологических наук  
**Смирнов Василий Васильевич**
- Официальные оппоненты: доктор биологических наук  
**Заделенов Владимир Анатольевич**,  
старший научный сотрудник Федерального Государственного Бюджетного Научного Учреждения «Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов», г. Красноярск
- Кандидат биологических наук  
**Самусенок Виталий Петрович**  
Доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии Иркутского государственного университета, г. Иркутск
- Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск

Защита диссертации состоится 19 мая 2016 г. в 16.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.074.07 при ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» по адресу 664003, г. Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5, Байкальский музей им. профессора М.М. Кожова (ауд. 219).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» по адресу: 664003, г. Иркутск, бульвар Гагарина, 24, и на сайте ИГУ: <http://isu.ru/ru/science/boards/dissert/dissert.html?id=70>

Отзывы просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, Биолого-почвенный факультет.

Тел/факс: (3952) 241855; e-mail: [dissovet07@gmail.com](mailto:dissovet07@gmail.com).

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
к.б.н. доцент

Приставка Алексей Александрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Омуль – основная промысловая рыба Байкала, его среднегодовой вылов в 1924–1968 гг. составлял 4,1 тыс. т. В 1982–2013 гг. – 1,9 тыс. т. с тенденцией уменьшения. Однако его роль в формировании общих уловов рыбы в бассейне озера не была стабильной. Если в 1927–1928 гг. доля омуля в промысловых уловах составляла около 80 %, в 1950-е годы – 60–64 %, то в последние 13 лет (2001–2013) – 34 %. В уловах преобладал омуль пелагического (многотычинкового) и прибрежно-пелагического (среднетычинкового) морфотипов, 44 и 46%, соответственно (Калягин, Майстренко, 1997).

Селенгинское мелководье, разделяющее Южную и Среднюю глубоководные котловины озера – основное место добычи омуля пелагического морфотипа. Здесь его доля от общих уловов омуля по Байкалу в 1950-е годы составляла 75 %. В последние 13 лет (2001–2013) улов пелагического омуля был на уровне 48 %. Снижение вылова произошло на фоне общего уменьшения вылова омуля, как на Селенгинском мелководье, так и в целом по Байкалу (Соллертинский, 1934; Кожов, Спелит, 1958; Калягин, Майстренко, 1997; фондовые материалы Госрыбцентра).

Река Селенга является основным местом размножения пелагического омуля. В начале 19 века в Селенгу заходило свыше 10 млн производителей. В 20 веке численность нерестового стада изменялась от 0,4 до 6,0 млн шт. В 2003–2012 гг. численность рыб в реке уменьшалась, составив в среднем около 1,4 млн шт. Таким образом, в обозримый исторический период в р. Селенге произошло почти 10-кратное снижение численности нерестового стада омуля (Базов, Базова, 2013).

**Цель и задачи исследований.** Цель настоящей работы – изучение закономерностей и условий формирования численности и структуры популяции селенгинского омуля на этапе воспроизводства.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Обобщить и проанализировать накопленный материал по динамике захода в нерестовую реку омуля разных морфотипов, протяженности его нерес-

товой миграции и распределению икры на естественных нерестилищах, а также весеннему скату личинок в Байкал в разные годы.

2. Для получения сравнимого материала по экологии и биологии нерестового омуля, связанного с возрастом, определения численности поколений 1959–2002 гг. рождения биостатистическим методом А.Н. Державина (1922; 1961), пересмотреть архивный чешуйный материал с 1965 по 1994 гг. с учетом принципов, изложенных в работе В.В. Смирнова и Н.С. Смирновой-Залуми (1993).

3. Провести анализ динамики био-экологических показателей нерестового омуля (линейный и весовой рост, жирность и упитанность, зрелость, плодовитость) в связи с естественным ходом климатических изменений и регулированием уровня р. Ангара и озера Байкал плотиной Иркутской ГЭС.

4. Провести анализ многолетней динамики численности, расовой, размерно-весовой, возрастной и половой структуры нерестового стада.

5. Проанализировать эффективность естественного воспроизводства омуля в р. Селенга в зависимости от условий нереста рыб и развития отложенной икры, определить роль отдельных факторов, влияющих на выживаемость поколений и формирование численности нерестового стада.

**Научная новизна.** Впервые обобщены многолетние данные по времени и условиям захода омуля в р. Селенгу, протяженности нерестовой миграции, численности и структуре нерестового стада, динамике биологических показателей производителей и скату личинок. Рассчитаны численность поколений, соотношение полов в генерациях 1959–2002 гг. рождения, детерминация пола у поколений омуля и связь этих характеристик с абиотическими факторами среды, «промвозврат» поколений в нерестовое стадо.

**Теоретическое и практическое значение.** Омуль, будучи объектом интенсивного промысла и искусственного разведения в большей степени, чем остальные обитатели Байкала, подвержен влиянию хозяйственной деятельности человека. Результаты исследований условий воспроизводства популяции селенгинского омуля используются при разработке биологического обоснования общих допустимых уловов омуля (ОДУ). Эти данные служат и для планирования

мероприятий, направленных на увеличение запасов омуля в Байкале (предотвращение ухудшения условий размножения, оптимизация работы Иркутской ГЭС, воздействующей на сезонный ход уровня Байкала, охрана нерестового стада омуля во время его миграции вверх по реке к нерестилищам).

Положения, выносимые на защиту:

- сроки начала нерестовой миграции и её протяженность зависят от увлажненности водосборного бассейна Селенги;
- биологические показатели омуля в нерестовом стаде (длина, масса тела, плодовитость) изменялись в зависимости от уровня Байкала в период от зарегулирования реки Ангары плотиной Иркутской ГЭС в 1958 г. до настоящего времени (2013 г.);
- эффективность естественного воспроизводства омуля селенгинской популяции зависит от протяженности нерестовой миграции в реке;
- межгодовые колебания уровня воды в Байкале влияют на детерминацию пола у молоди омуля;
- выживаемость поколений омуля до возврата в реку зависит от их численности и межгодовых колебаний уровня воды в оз. Байкал.

**Структура и объем работы.** Диссертация, состоящая из введения, 7 глав, заключения, списка литературы (177 источников, в том числе 14 иностранных), 28 приложений, изложена на 142 страницах, включает 38 рисунков и 22 таблицы.

**Апробация работы и публикации.** Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на 10 научно-практических конференциях: «Экологические проблемы бассейнов крупных рек» (Тольятти, 2003, 2008 гг.); «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами» (Улан-Удэ, 2004 г.); «Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии» (Улан-Удэ, 2006 г.); «Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов байкальского региона» (Улан-Удэ, 2008 г.); «Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке» (Красноярск, 2008 г.); «Седьмое всероссийское на-

учно-производственное совещание по биологии сиговых рыб» (Тюмень, 2009); IX и X Съезды Гидробиологического общества РАН (Тольятти, 2006 г.; Владивосток, 2009); XII симпозиум по сиговым рыбам (Иркутск, 2014). По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК России.

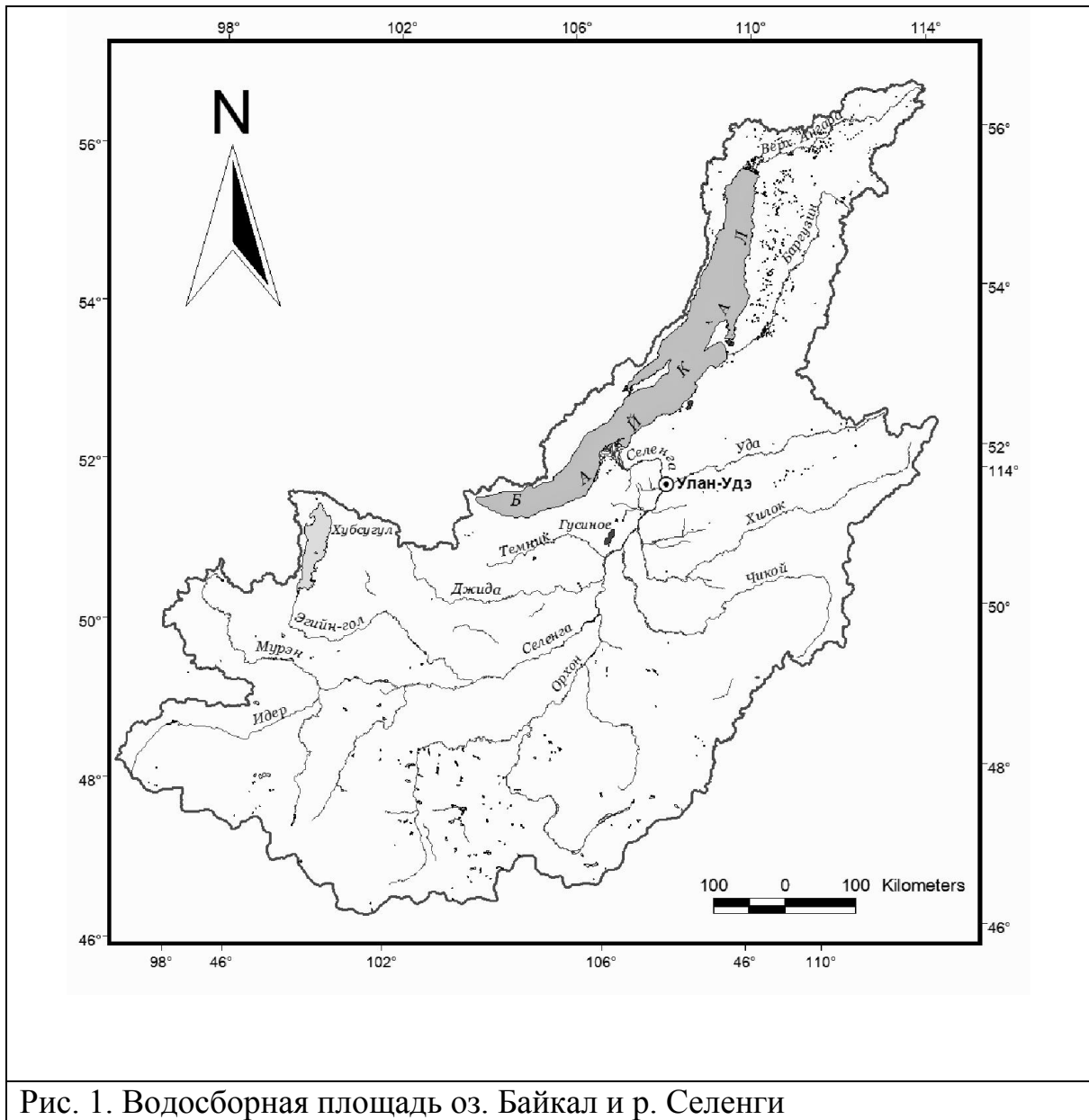
## **ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Гидрологическая характеристика. Река Селенга – главный приток оз. Байкал, берет начало в Монголии. Общая протяженность реки – 1024 км (в пределах России – 410 км) (рис. 1). Водосборная площадь реки – 447060 км<sup>2</sup>, в пределах России – 148060 км<sup>2</sup> (33 %). Водный сток реки в год составляет 28,3 км<sup>3</sup>, ширина в пределах России изменяется от 60 до 500 м.

Наиболее характерной чертой годового стока Селенги является цикличность, обусловленная периодическим характером межгодовых изменений атмосферных осадков. Выявленные циклы относятся к внутривековым и имеют продолжительность от 24 до 27 лет. Уклон русла р. Селенги в пределах России (0,34 ‰) является довольно значительной величиной и обуславливает высокие скорости течения в период открытой воды, достигающие в паводки до 4 м/с.

При выносе большого количества взвесей рекой образована мощная дельта, площадью до 5 тыс. км<sup>2</sup>. Постройка плотины и зарегулирование стока р. Ангара в 1958 г. трансформировало оз. Байкал в водохранилище сезонного и частично многолетнего регулирования с поднятием уровня в среднем на 80 см.

Гидрохимическая характеристика. Характерной особенностью гидрохимического режима Селенги является относительно небольшая минерализация воды с изменениями от 80 до 210 мг/л. Минимальная концентрация кислорода в водах Селенги отмечается в феврале и составляет 6,30 мг/л. При вскрытии ледяного покрова содержание кислорода увеличивается до 10–12 мг/л. Водный сток Селенги составляет около половины всего речного стока.



Биогенные элементы, поступающие в Байкал с водами Селенги оказывают большое влияние на формирование биологической продуктивности озера, особенно акватории Селенгинского мелководья и прилегающих вод Южного и Среднего Байкала. Основным источником загрязнения вод реки являются промышленные и бытовые стоки г. Улан-Удэ. Наибольшая концентрация загрязняющих веществ всегда отмечалась на расположенных ниже участках реки.

## **Глава 2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)**

Приводится обзор многочисленных сведений о нерестовой миграции, нересте, инкубации икры и скату личинок байкальского омуля. Рассмотрены биологическая характеристика производителей, численность и структура нерестового стада, а также сведения об эффективности естественного воспроизводства, как байкальского омуля, так и сиговых других рек России и зарубежья.

## **Глава 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В основу диссертации положены авторские данные мониторинговых наблюдений за селенгинской популяцией байкальского омуля на этапе воспроизводства (1988–2013 гг.) с привлечением опубликованных и архивных материалов.

Временные рамки исследования: Учет численности заходящих производителей охватывает период с 1965 по 2012 гг. (47 лет), даты начала нерестовой миграции – с 1920 по 2013 гг. (93 года), протяженности нерестовой миграции – с 1965 по 2012 гг., исследование нерестилищ – с 1984 по 2012 гг. (28 лет), учет скатывающихся личинок – с 1959 по 2012 гг. (53 года).

Учет численности нерестового стада омуля в р. Селенге, съемка нерестилищ, учет скатывающихся личинок, проведен с использованием ранее разработанных методик (Шумилов, 1974; Сорокин, 1981, Афанасьев, Сорокин 1981; Воронов, 1989, 1993).

В работе исследовали расовый, размерный, возрастной и половой состав, а также показатели зрелости, плодовитости, жирности и упитанности, численность поколений рассчитывали согласно методикам (Правдин, 1966; Смирнов, Шумилов, 1974; Смирнов, Смирнова-Залуми, 1993; Державин, 1922). Последующая компьютерная обработка результатов проводилась с использованием программы Excel для Windows XP. Количество использованного в работе материала представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Количество использованного в работе материала

Показатели	Морфотипы омуля			Всего
	Много- тычинковый	Мало- тычинковый	Средне- тычинковый	
Массовые промеры, экз.	102055	8761	4470	115286
Возраст, экз.	21265	4835	2118	28218
Плодовитость, экз.	10289	2171	711	13171
Зрелость, экз.	8652	1706	413	10771
Жирность, экз.	7999	2395	725	11119
Упитанность (по Кларк), экз.	10516	2257	872	13645
Упитанность (по Фультону), экз.	18790	1854	1205	21849
Общее количество проб во время съёмок нерестилиц:	определение фонда отложенной икры			5336
	распределение икры в зависимости от характера грунта			2301
	распределение икры в зависимости от глубины			2525
	распределение икры в зависимости от скорости течения			368
	связи гранулометрического состава грунта и скорости течения			362

## Глава 4. НЕРЕСТОВЫЕ МИГРАЦИИ ОМУЛЯ В РЕКЕ СЕЛЕНГЕ

### 4.1. Сроки начала миграции в реку

Массовый заход нерестового стада омуля в Селенгу отмечен в пределах от 22 августа до 10 сентября при средней дате начала миграции 30 августа. Годы с ранним заходом сменяются годами, когда миграция начинается на 2–2,5 недели позже. Изменения носят периодический характер и согласуются с циклическим характером увлажненности водосборной территории р. Селенги, в частности с уровнем воды в реке: чем выше водность (уровень) реки, тем позже начинается нерестовый ход. Цикличность даты начала нерестовой миграции составляет в среднем 26–27 лет.

### 4.2. Динамика нерестового хода

Продолжительность нерестовой миграции омуля в Селенге составляет около 60 суток. 50 % производителей проходят учетный створ в среднем за 5 дней массового хода. Динамика захода производителей разных морфотипов в среднем за период с 1991 по 2012 гг. представлена на рисунке 2. Для многотычинкового омуля характерно наличие одного ярко выраженного косяка – «ядра» нерестового стада. Увеличение численности заходящих мало- и среднетычинковых омулей начинается на фоне снижения хода многотычинковых особей.

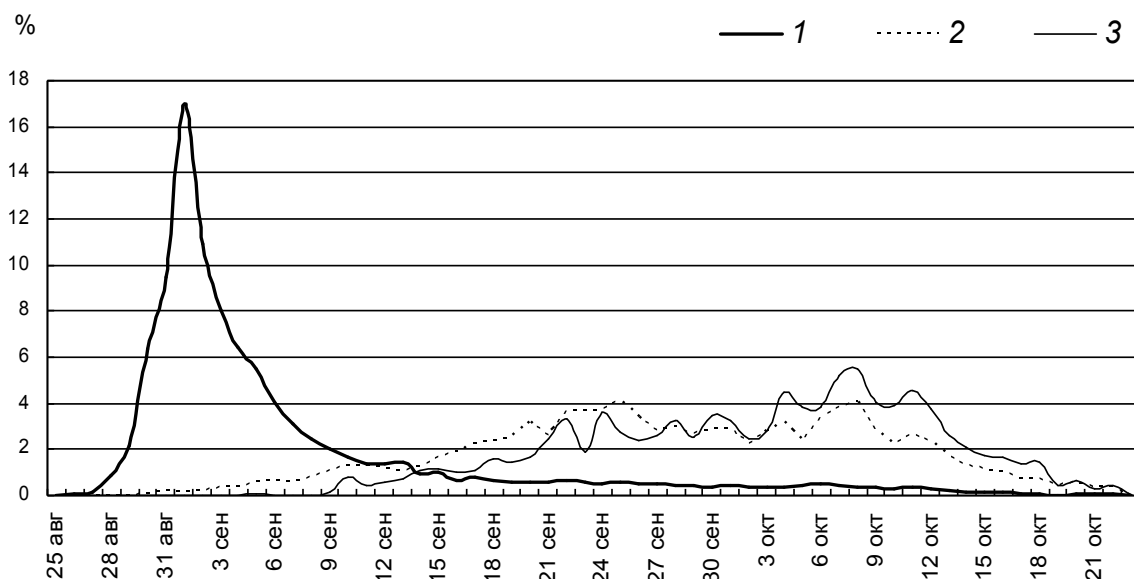


Рисунок 2 – Динамика нерестового хода омуля разных морфотипов в р. Селенге на учетном створе в 35 км от устья в среднем за 1991–2012 гг. 1 – многотычинковый, 2 – малотычинковый, 3 – среднетычинковый омули

#### 4.3. Протяженность нерестовой миграции

Расстояние, которое проходит по реке нерестовое стадо, варьирует от 120 км до 450 км от устья. Из найденной обратной зависимости между протяженностью нерестовой миграции омуля и средним уровнем воды в сентябре ( $r = -0,77$ ) можно заключить, что чем выше уровень воды в реке, тем короче нерестовая миграция (таблица 2). Связано это, вероятно с увеличением энергетических затрат рыбы в соответствии с повышением уровня воды в реке и соответствующим увеличением общей скорости встречного потока

Таблица 2 – Зависимость протяженности миграции ядра нерестового стада в р. Селенге от основных факторов среды (1965–2013 гг.)

Факторы среды	r	Связь
Средний уровень воды в реке в сентябре	0,77	отрицательная
Коэффициент зрелости самок	0,50	отрицательная
Степень упитанности самок (по Кларк)	0,47	положительная
Дата захода	0,44	положительная
Численность нерестового стада	0,32	положительная
Степень жирности самок (по Прозоровской)	0,24	положительная
Температура воды при заходе в реку	0,12	положительная

Можно выделить два типа нерестовой миграции многотычинкового омуля в р. Селенге: когда омуль осваивает участок до 140 км от устья (при среднем уровне воды в сентябре у гидрометеопоста в Кабанске  $340 \pm 12$  см) и когда основная часть икры откладывается на участке от 175 км до 450 км от устья (при среднем уровне Селенги  $244 \pm 15$  см).

#### **4.4. Количество отложенной икры и плотность ее залегания в зависимости от абиотических факторов**

В период с 1984 по 2012 гг. фонд икры, отложенной омулем на естественных нерестилищах, составил в среднем 2,43 млрд шт. при колебаниях от 0,33 млрд шт. до 4,72 млрд шт. икринок

В русле Селенги в подледный период преобладают галечно-гравийные грунты с примесью песка (85 % исследованной площади), 6 % занимает песок, 4 % приходится на крупнообломочную горную породу, 3 % – заиленный гравий, 2 % – илистые грунты. Грунты с содержанием гальки оказываются и наиболее предпочтительными для нереста (в среднем  $50,5$  икринок/ $m^2$ ). В целом, с увеличением доли крупных фракций грунта, возрастает и плотность залегания икры ( $r = 0,77$ ).

Скорость течения в подледный период изменялась от 0,1 до 0,78 м/с, составив, в среднем, 0,34 м/с. Полученные данные свидетельствуют о том, что фактор скорости течения не является определяющим в распределении икры.

Связь между плотностью залегания икры и глубиной места оказалась положительной и довольно высокой ( $r = 0,92$ ). Наименьшее количество икры отмечалось на мелководных промерзаемых участках (до 1,5 м). Основная же масса икры откладывалась омулем на глубине от 2 до 5 м (в среднем  $44-86$  шт./ $m^2$ ).

Таким образом, можно заключить, что омуль нерестится на всем протяжении русла реки Селенги за исключением участков, где течение отсутствует. Потенциальная площадь нерестилищ омуля в Селенге на участке от устья до границы МНР (410 км от устья реки) оценена нами в  $64$  км<sup>2</sup>. Из них площадь «нижних» нерестилищ (от устья реки до г. Улан-Удэ) составила  $27$  км<sup>2</sup>.

#### **4.5. Сроки выклева, динамика ската и численность личинок**

Динамика массового выклева и ската личинок омуля тесно связана с гидрологическим режимом Селенги в весенний период: с ледоходом, а также подъемом уровня при образовании ледовых заторов. Массовый скат личинок (70 %) проходят во время ледохода за довольно короткий промежуток времени (3–5 дней). Однако скат молоди может растянуться на месяц и даже более. Самый ранний пик ската зафиксирован 12 апреля 1989 г., самый поздний – 5 мая 2010 г.

Численность личинок изменялась достаточно в широких пределах: от 56 млн личинок в 1968–1969 гг. до 4 млрд личинок в 1962 г., составив в среднем 1,06 млрд личинок.

### **Глава 5. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОМУЛЯ ИЗ НЕРЕСТОВЫХ КОСЯКОВ В РЕКЕ**

#### **5.1. Линейный и весовой рост**

Приросты длины в год выхода на нерест снижаются у многотычинкового омуля с 11,08 % до 2,84 %, у малотычинкового – с 8,33 % до 2,59 %, у среднетычинкового – с 14,28 % до 2,88 %. Значительное снижение линейного прироста при незначительном повышении и даже понижении весового означает повышение упитанности производителей в преддверии затяжного нерестового хода.

Снижение показателей длины и массы тела производителей многотычинкового селенгинского омуля с 1965 по 1983 гг. сменилось их постепенным повышением в 1984 г. С 1984 г. по настоящее время, в целом, продолжается повышение показателей длины и массы тела многотычинкового селенгинского омуля.

#### **5.2. Жирность и упитанность**

Максимальной жирности омуль достигает в год, предшествующий нересту, а максимальной упитанности – в год выхода на нерест. У отнерестившихся

особей (и самок и самцов) упитанность становится очень низкой, однако у самцов она остается выше, чем у самок на 7 % при полном отсутствии жира на внутренних органах у тех и у других.

У многотычинкового омуля второго периода захода по сравнению с ядром нерестового стада жирность самок ниже на 66 %, самцов – на 36 %, упитанность меньше на 29 % и 12 %, соответственно.

### **5.3. Зрелость половых продуктов**

Фактором, запускающим механизм созревания гонад, является реакция созревающих омулей на уменьшение продолжительности светового дня. Следовательно, чем позже начинается заход, тем более зрелые гонады имеют производители. Связь коэффициента зрелости самок со сроками захода рыб в реку по материалам 1965–2012 гг. оказалась очень высокой ( $r = 0,77$ ). В среднем, коэффициент и индекс зрелости яичников самок многотычинкового омуля из ядра нерестового стада, соответственно, на 22 и 14 % меньше, чем у рыб второго периода захода.

### **5.4. Абсолютная индивидуальная плодовитость**

В последние десять лет АИП многотычинкового омуля составляет в среднем около 13100 икринок и продолжает оставаться меньшей по сравнению с периодом до подъема уровня озера плотиной Иркутской ГЭС (в среднем около 16600 икринок в 1945–1952 гг.). Разница в АИП самок многотычинкового омуля из ядра нерестового стада и второго периода захода оказалась статистически недостоверной.

Абсолютная индивидуальная плодовитость самок тесно связана с длиной и массой тела, особенно у многотычинкового омуля. В меньшей степени это относится к мало- и среднетычинковому омулю.

### **5.5. Популяционная плодовитость**

Потенциальный фонд икры производителей всех морфотипов (субпопуляций, Смирнов и др., 2009) селенгинского омуля за период с 1965 г. по 2012 г. имеет тенденцию к снижению, что связано с уменьшением численности нерестовых стад.

За последние 10 лет потенциальный фонд икры многотычинкового омуля в среднем составил 7,85 млрд икринок, при среднем фонде за весь период исследований 8,32 млрд. икринок. Популяционная плодовитость стад мало- и среднетычинковых омулей составила в среднем 0,34 и 0,04 млрд. икринок, соответственно.

## **Глава 6. ЧИСЛЕННОСТЬ, ВОЗРАСТНО-ПОЛОВАЯ И РАЗМЕРНО-ВЕСОВАЯ СТРУКТУРА**

### **6.1. Соотношение морфотипов**

Соотношение морфотипов (субпопуляций) в нерестовом стаде селенгинского омуля остается неизменным за период их отдельного учета с 1968 г. по настоящее время: основу косяка составляет многотычинковый (пелагический) омуль. Совместная доля малотычинкового (придонно-глубоководный) и среднетычинкового (прибрежный) омулей не превышает 5 %.

### **6.2. Численность**

Среднегодовая численность стада многотычинкового омуля за 1965–2012 гг. составила  $1618,53 \pm 233,09$  тыс. шт. при флюктуации в 7,44 раза ( $C_v = 37,78$ ). Численность малотычинкового омуля в 1984–2012 гг. составила в среднем  $44,78 \pm 3,47$  тыс. шт. ( $C_v = 44,34$ ), среднетычинкового –  $16,61 \pm 5,2$  тыс. шт. ( $C_v = 0,69$ ). Резкие колебания численности не характерны для нерестового стада, в последние годы (2005–2012 гг.) наблюдается тенденция к снижению его численности.

### **6.3. Размерная и весовая структура**

Размерный и весовой состав нерестового стада в разные годы зависит от темпов полового созревания слагающих его поколений, их линейного и весового роста, урожайности, соотношения полов и выживаемости рыб после нереста, а также наличием остатка. Морфотипы омуля отличаются между собой по средним размерам и средней массе рыб в нерестовом стаде. Межгодовые изме-

нения названных показателей зависят от изменчивости условий обитания в основных их биотопах и в наибольшей степени проявляются у омулей многотычинкового морфотипа (рисунок 3).

Динамика изменения среднего размера и массы тела рыб в нерестовом стаде имеет периодический характер. Резкое увеличение этих показателей в начале 1960-х гг. явилось следствием улучшения естественных условий обитания и увеличением продуктивности кормовых организмов после подъема уровня озера плотиной Иркутской ГЭС. Корреляционная связь между средними размерами рыб в нерестовом стаде и его численностью отсутствует.

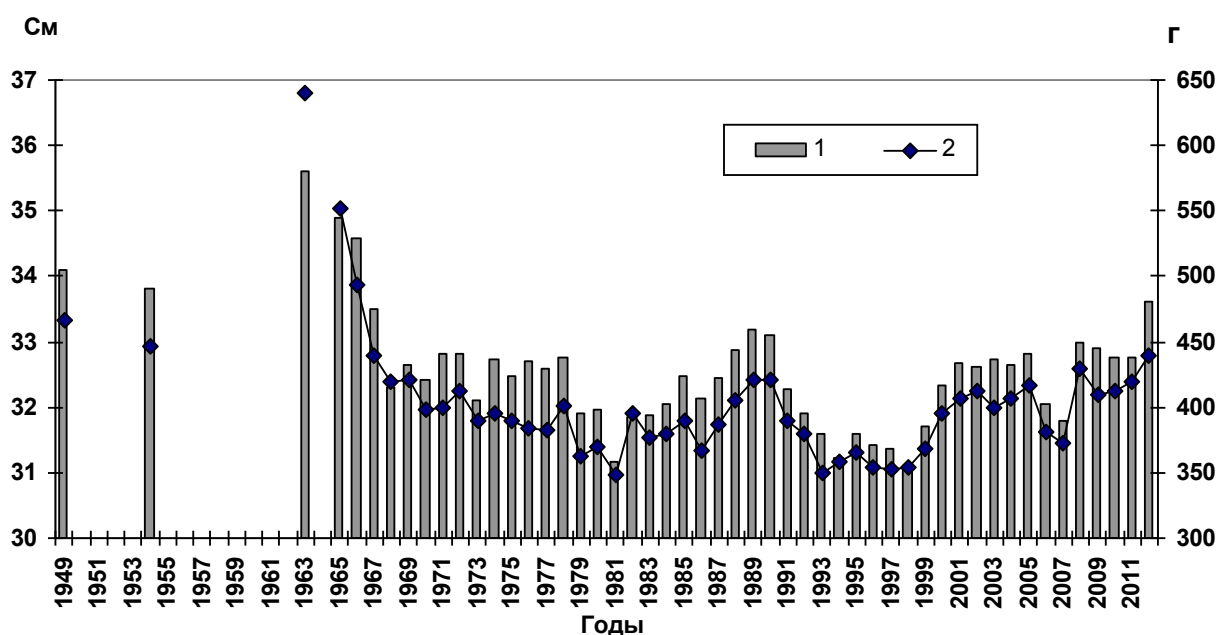


Рисунок 3 – Средняя промысловая длина (1) и масса тела (2) омуля пелагического (многотычинкового) морфотипа в нерестовом стаде р. Селенга в 1949–2012 гг.

#### 6.4. Возрастная и половая структура

В 1965–2012 гг. средний возраст омуля многотычинкового морфотипа изменялся в нерестовом стаде в пределах 7–10 лет. С 1978 г. наметилось омоложение нерестового стада. Средний возраст малотычинкового омуля также снизился с 13,65 лет (1985 г.) до 10,11 лет (2011 г.). Начиная с 1988 г. наметилась тенденция снижения среднего возраста омуля и среднетычинкового морфотипа (с 8,00 до 7,24 лет).

Возрастная структура нерестового стада определяется в первую очередь возрастом выхода поколений на нерест. Во время подъема уровня Байкала с 1959 по 1963 гг. поколения созревали значительно быстрее, что повлекло за собой омоложение стада. С 1964 по 1981 гг. наблюдалось повышение возраста выхода генераций на нерест и соответствующее постарение нерестового стада. С 1982 г. началось постепенное ускорение созревания рыб всех морфотипов омуля селенгинской популяции что, вероятно, отражает общие тенденции улучшения условий нагула рыб в Байкале.

Для многотычинкового омуля соотношение самок и самцов в нерестовом стаде составило 1:1,40 (при колебаниях от 1:0,81 до 1:2,12), для малотычинкового – 1:1,04 (от 1:0,60 до 1:2,17) и для среднетычинкового – 1:1,46 (от 1:0,38 до 1:2,68).

Соотношение полов в нерестовом стаде определяется половым составом отдельных генераций. Преобладание самцов прослеживается у всех поколений, за исключением генераций 1963–1965 гг. рождения, у которых количество созревших и вошедших в реку самок было сравнимо с количеством самцов или даже немногим превышало половину.

## **Глава 7. ФОРМИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ**

### **7.1. Формирование половой структуры нерестового стада**

Полученные данные показали, что на детерминацию пола у мальков, а, следовательно, на количество самок в поколении влияют межгодовые изменения уровня воды в Байкале в мае–июне. Особенно неблагоприятные последствия оказывает снижение уровня озера, когда доля самок, а, значит и популяционная плодовитость нерестового стада снижаются. В годы со значительными по амплитуде изменениями уровня Байкала (1959–1983 гг.), связь уровня озера и доли самок в поколениях омуля оказалась достаточно высокой ( $r = 0,77$ ).

## **7.2. Реализация нерестового потенциала**

Браконьерский вылов следует считать одним из главных факторов, негативно влияющих на воспроизводство селенгинского омуля, в среднем его величина в настоящее время составляет 60 % с тенденцией к увеличению.

## **7.3. Выживаемость икры**

За время инкубации, продолжающейся около полугода (с конца октября по апрель следующего года), наблюдается снижение и отход количества живой икры на нерестилищах. В разные годы, в зависимости от протяженности нерестовой миграции, часть икры откладывается на загрязненных «нижних» (ниже Улан-Удэнского промузла), часть – на чистых «верхних» нерестилищах. По сравнению с 1970–1980 гг. выживаемость икры к концу инкубационного периода (март) в целом по реке повысилась на 7,5–9,7 %, что произошло в основном за счет улучшения выживаемости на загрязненном участке нерестилищ ниже г. Улан-Удэ. Выживаемость икры на нижних нерестилищах к концу инкубации в 1990–2001 гг. составила в среднем 41,82 %, что оказалось больше этого же показателя за 1984–1989 гг. на 13,03 %. Еще большее увеличение выживаемости (на 38,82 %) наблюдалось по сравнению с данными за 1972–1973 гг.

Выживаемость отложенной икры до покатной личинки на верхних нерестилищ в 1990–2011 гг. составила 47,06 %, на нижних – 26,85 %. Ниже города выживаемость до личинки по сравнению с 1984–1989 гг. увеличилась на 14 %, выше города этот показатель незначительно снизился – на 1,80 %.

## **7.4. Выживаемость поколений на момент возврата в нерестовую реку**

Прослеживается обратная зависимость между количеством скатывающихся личинок и выживаемостью поколения в момент возврата в нерестовую реку. Высокая степень соответствия сохраняется до численности ската в пределах 1500 млн личинок ( $r = 0,75$ ). С увеличением количества скатившихся личинок (более 1500 млн) связь между сравниваемыми показателями становится меньше. В абсолютном выражении большее поступление личинок в Байкал

обеспечивает и большой возврат их в нерестовую реку, однако связь эта не вполне очевидна ( $r = 0,45$ ).

Выживаемость личинок на первом году жизни находится в зависимости от уровня Байкала в мае–июне, она оказывается более высокой при повышенном уровне озера ( $r = 0,72$ ).

В годы стабилизации уровня озера в новых условиях возврат поколений пелагического омуля в 1971–2002 гг. рождения в реку изменялся от 0,08 % до 0,47 %, составив в среднем 0,19 %.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что начало нерестовой миграции омуля в Селенгу изменяется с периодичностью около 26-27 лет и совпадает с циклическими изменениями увлажненности в водосборном бассейне реки.

2. Протяженность нерестовой миграции находится в обратной зависимости от уровня воды в реке во время нерестового хода. Чем выше уровень, тем менее протяженность миграции. Основные нерестилища омуля находятся на участках с наименьшим градиентом уклона русла.

3. Среднегодовая численность омулей многотычинкового морфотипа в 1965–2012 гг. была на уровне 1600 тыс. шт., малотычинкового морфотипа в 1984–2012 гг. составила в среднем 45 тыс. шт., среднетычинкового – 17 тыс. шт. В последние годы (2005–2012) наблюдается снижение численности омулей всех морфотипов при сохранении соотношения между ними.

4. Ухудшение основных биологических показателей (линейный и весовой рост, плодовитость), начавшееся в 1965 г. вскоре после подъема уровня Байкала плотинной Иркутской ГЭС, продолжалось до 1983 г. С этого года наметился рост биологических показателей, продолжающийся в настоящее время (2013 г.).

5. С 1964 по 1981 гг. наблюдалось увеличение возраста выхода поколений на нерест, что вызвало постарение нерестового стада. С 1982 г. наблюдается постепенное ускорение созревания поколений и омоложение нерестового стада у всех морфотипов селенгинского омуля.

6. Эффективность естественного воспроизводства зависит от протяженности нерестовой миграции. Выживаемость икры до покатной личинки, на нижних нерестилищах (ниже Улан-Удэнского промузла), на 20 % меньше, чем на верхних. Протяженность миграции в свою очередь связана с уровнем воды в Селенге во время нерестового хода. Браконьерское изъятие производителей омуля в период его нерестового хода в реке приводит к снижению эффективности естественного воспроизводства на 40 %.

7. Выживаемость личинок на первом году жизни находится в зависимости от уровня Байкала в мае–июне: она оказывается более высокой при повышенном уровне озера. Следовательно, пониженная выживаемость икры в многоводные годы, когда икра откладывается в основном на нижних нерестилищах, компенсируется повышенной выживаемостью молоди на будущий год в приустьевом участке р. Селенги. Это связано с тем, что формирование уровня Байкала зависит от стока Селенги предыдущего года.

8. Межгодовые колебания уровня воды в Байкале в весенне-летний период оказывают влияние на детерминацию пола у личинок после ската из реки в прибрежно-соровую систему: чем выше уровень, тем больше доля самок в поколении, а впоследствии – популяционная плодовитость.

9. Наблюдается обратная зависимость между количеством скатывающихся личинок и количеством рыб этого поколения, вернувшихся в реку на нерест. Количество особей, вернувшихся в реку на нерест, составляет у омуля селенгинской популяции в среднем 0,19 % от количества скатившихся личинок.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:**

1. Отлов производителей омуля для заводского воспроизводства следует организовывать только в годы с высоким уровнем воды в Селенге в сентябре (292 см и выше по гидрометеопосту в Кабанске);

2. Снизить браконьерское изъятие производителей во время нерестового хода с 60 % до 30 %, что позволит увеличить эффективность естественного воспроизводства на 20 %.

3. Не допускать ухудшения условий воспроизводства омуля:

- проводить качественную очистку промышленных и бытовых сточных вод гг. Улан-Удэ и Селенгинск;
- осуществить переход автотранспорта на более экологичные сорта топлива;
- запретить применение антигололедных реагентов на дорогах;
- прекратить русловую добычу строительных материалов (песчано-гравийных смесей);

4. Отказаться от зимних сработок уровня воды в Байкале ниже допустимых отметок, которое приводит к снижению выживаемости молоди омуля, уменьшению доли самок в поколении и, в дальнейшем, к сокращению численности селенгинской популяции, определяющей формирование общей численности и уловов омуля в Байкале.

5. Планируемое на Селенге гидростроительство приведет к краху рыбной отрасли на Байкале.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

**Публикации в изданиях, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, рекомендованные Высшей аттестационной комиссией:**

1. Базов А.В. Численность и сроки захода нерестового стада байкальского омуля в реку Селенгу / А.В. Базов, Н.В. Базова // Рыбное хозяйство, 2007. – № 1. – С. 90–91.

2. Базов А.В. Формирование полового состава нерестового стада селенгинской популяции байкальского омуля / А.В. Базов, Н.В. Базова, В.В. Смирнов // Известия Иркутского государственного университета. Сер.: Биология. Экология, 2012. – Т. 5. – № 4. – С. 64–72.

3. Базов А.В. Численность и динамика ската личинок омуля по реке Селенга / А.В. Базов, Н.В. Базова, В.В. Смирнов // Вестник ИрГСХА, 2013. – Т. 1. – № 57-1. – С. 22–30.

#### **Публикации в научных журналах и других изданиях:**

4. Базов А.В. О выживаемости икры байкальского омуля на естественных нерестилищах р. Селенги / А.В. Базов // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: тез. междунар. конф. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. – 2004. – Т. 1. – С. 134.

5. Базов А.В. Численность и основные биологические показатели нерестового стада омуля р. Селенги по результатам многолетних наблюдений / А.В. Базов // Мат-лы междунар. конф. (26–30 сентября, 2005 г., Улан-Удэ (Россия)). – Улан-Удэ: ГУЗ РЦМП МЗ РБ, 2005. – С. 23–26.

6. Базов А.В. Распределение и выживаемость икры байкальского омуля на естественных нерестилищах р. Селенги по результатам многолетних исследований / А.В. Базов; Н.В. Базова // IX Съезд Гидробиологического общества РАН (г. Тольятти, Россия, 18–22 сентября 2006 г.) [отв. ред. академик РАН, д.б.н. А.Ф. Алимов, чл.-корр. РАН, д.б.н. Г.С. Розенберг]: тез. докладов.– Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. – Т. 1. – С. 28.

7. Базов А.В. Итоги реализации нерестового потенциала омуля р. Селенга (осень 2005 – весна 2006 гг.) / А.В. Базов, Н.В. Базова / Биоразнообразие экосистем Внутренней Азии // Всероссийск. науч. конф. с междунар. участием, 5–10 сентября 2006 г., г. Улан-Удэ: тез. докл. – Улан-Удэ, 2006. – Т. 2– С. 15–16.

8. Базов А.В. Многолетние изменения размерно-половых характеристик нерестового стада пелагической экоформы байкальского омуля в р. Селенге / А.В. Базов; Н.В. Базова // Мат-лы междунар. науч. конф. [редкол.: А.Б. Ручин (отв. ред.) и др.]. – Саранск: Мордов. гос. ун-т, 2007. – С. 7–9.

9. Базов А.В. Распределение икры байкальского омуля на нерестилищах р. Селенги (бассейн оз. Байкал) / А.В. Базов, Н.В. Базова // Экологические про-

блемы крупных рек – 4: тез. докладов междунар. конф. [отв. ред. Г.С. Розенберг и С.В. Саксонов; электронный ресурс]. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. – С. 6.

10. Базов А.В. Результаты съемки нерестилищ омуля р. Селенга в рамках мониторинга / А.В. Базов, Н.В. Базова, И.В. Ханаев // Состояние и проблемы искусственного воспроизводства рыбных запасов байкальского региона: сборник докладов научно-практической конф. (Улан-Удэ, 10–12 июля 2008 г.). – Улан-Удэ: Изд. дом «Экос», 2008. – С. 18–22.

11. Базов А.В. Об учете молоди байкальского омуля естественного и искусственного происхождения в р. Селенге (бассейн оз. Байкал) / А.В. Базов, Н.В. Базова // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке: мат-лы Всеросс. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГУ «НИИРВЭ»). Красноярск, 8–12 декабря 2008 г. [Федер. агентство по рыболовству; Администрация Красноярского края [и др.]; отв. ред. Е.Н. Шадрин]. – Красноярск, 2009. – С. 66–73.

12. Базов А.В. Многолетние изменения даты начала захода нерестового байкальского омуля в реку Селенгу / А.В. Базов, Н.В. Базова // X Съезд Гидробиологического общества при РАН (г. Владивосток, 28 сентября – 2 октября 2009 г.) [отв. ред. Алимов А.Ф., Адрианов А.В.]: тез. докл. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 26–27.

13. Базов А.В. Экологические условия залегания и распределения икры байкальского омуля на нерестилищах р. Селенги (бассейн оз. Байкал) по данным мониторинговых работ (1997–2008 гг.) / А.В. Базов, Н.В. Базова // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: мат-лы седьмого междунар. науч.-произв. совещ., Тюмень, 16–18 февраля 2010 г. – Тюмень: Госрыбцентр, 2010. – С. 70–74.

14. Базов А.В. Предварительные данные по динамике выживаемости селенгинской популяции байкальского омуля в связи с уровенным режимом Байкала / А.В. Базов, Н.В. Базова // Разнообразие почв и биоты Северной и Цен-

тральной Азии: мат-лы II междунар. науч. конф. Улан-Удэ (Россия), 20–25 июня 2011 г. В 3 т. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2011. – Т. 2. – С. 123–125.

15. Базов А.В. Особенности краевого прироста чешуи нерестового пелагического омуля реки Селенги / А.В. Базов, Н.В. Базова // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: мат-лы II междунар. науч. конф. Улан-Удэ (Россия), 20–25 июня 2011 г. В 3 т. – Улан-Удэ: изд-во БНЦ СО РАН, 2011. – Т. 2. – С. 121–123.

16. Базов А.В. Численность стада байкальского омуля, заходящего на нерест в р. Селенга / А.В. Базов, Н.В. Базова // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб: мат-лы восьмого междунар. науч.-производств. совещ. – Тюмень: изд-во ФГУП «Госрыбцентр», 2013. – С. 7–11.

17. Базов А.В. Очерки о развитии рыбного хозяйства в Приселенгинском районе / А.В. Базов, Н.В. Базова // Омудевая колыбель: Большереченскому заводу – 80 лет! – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р. Филиппова, 2013. – С. 20–25.

18. Базов А.В. Характеристика нерестовой миграции байкальского омуля в реку Селенгу по данным многолетних наблюдений / А.В. Базов, Н.В. Базова // Вестник рыбохозяйственной науки. – Тюмень: издательство ФГБНУ «Госрыбцентр», 2015. – С. 18–28.

19. Bazov A.V. Long-term number of spawning populations Baikal omul (Coregonidae) in the Selenga River / A.V. Bazov, N.V. Bazova // Abstracts 12<sup>th</sup> International symposium on the biology and management of coregonid fishes.- 25-30 August, 2014.- Listvyanka-Irkutsk, 2014.- P. 15.

БАЗОВ Андрей Владимирович

**СТРУКТУРА ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕЛЕНГИНСКОЙ  
ПОПУЛЯЦИИ БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук