

## Результаты векового изучения некоторых особенностей биологии популяции муксуна *Coregonus muksun* Обь-иртышского бассейна

## Results of a secular study of some features of the biology of the muksun population *Coregonus muksun* of the Ob-Irtysh basin

Кассал Б.Ю.

Boris Yu. Kassal

Омское региональное отделение ВОО «Русское географическое общество»  
(Омск, Россия)

Муксун нерестился в реке Оби и ее притоках и зимовал в реке и в Обской губе, совершая разнохарактерные миграции. Под воздействием антропогенных факторов произошло сокращение численности, до угрозы почти полного исчезновения популяции. Ретроспективный системный анализ особенностей существования популяции муксуна должен стать основой для стратегии ее восстановления и рационального использования.

**Ключевые слова:** Обь-иртышский бассейн; муксун; популяция; миграции; места размножения.

### Введение

Муксун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) не имеет подвидов (Аннотированный каталог..., 1998), различаясь в локальных популяциях нюансами окраса, средними размерами, сроками полового созревания. Кариотип по эмбриологическому материалу:  $2n=76-80/78$ ,  $NF=100$  (Кайданова, 1978). Череп спереди сужается, рот конечный, рыло вытянутое, ширина массивной рыльной площадки в 1,5–2,2 раза больше ее высоты. Длина верхней челюсти в 2,5–3,5 раза больше ее ширины, выдается над нижней. Спина за головой круто поднимается вверх, образуя горб. Чешуя среднего размера плотно прилегающая. Бока серебристого цвета, спина темная, брюхо почти белое. Содержит много жира. D IV 11 (III–V 9–13); A IV 12 (III–V 10–14); P I 13–17; V II 9–13. Жаберных тычинок 42–65. Чешуй в боковой линии 87–94 (80–107). Позвонков 62 (61–65). Пилорических придатков 163–326 (Берг, 1948; Меньшиков, 1948; Решетников, 1980).

Предполагается естественное гибридное происхождение муксуна 20 тыс. лет назад с участием генетического материала ледовитоморского сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1788) (или пыжьяноподобного предка), сибирской ряпушки *C. sardinella* (Vallenciennes, 1848) и пеляди *C. peled* (Gmelin, 1788) (Шишмарев, 1976; Балдина и др., 2008). Гибридное происхождение обусловило полиморфизм и поставило вопрос о валидности муксуна как вида (Ермоленко, 1992; Politov et al., 2000).

Возможным подтверждением гибридогенеза муксуна может служить достаточно высокая частота (20–30%) в возрасте 6+...9+ интерсексуальных особей популяции Обь-иртышского бассейна (Селюков, 2007). В условиях симпатричного обитания муксун может участвовать в возвратном скрещивании: озерно-речной гибрид сига-пыжьяна формирует с муксуном общие черты экстерьера и идентичные повадки (Атлас пресноводных рыб России, 2002).

До середины XX в. популяция Обь-иртышского бассейна была наиболее крупной из всех североазиатских популяций муксуна. Она фрагментарно изучалась многие десятилетия, но особенности ее обитания в Обь-иртышском бассейне до настоящего времени в полной мере не исследованы. Разрозненность и недостаток информации о популяции муксуна Обь-иртышского бассейна в подавляющем большинстве публикаций, при анализе ее состояния, определяли необходимость привлечения сведений о других популяциях не только муксуна, но и иных сиговых. Имевший место информационный сумбур, без географической, экологической, биологической дифференциации сведений о популяции муксуна Обь-иртышского бассейна не способствовал формированию цельной картины ее существования. Анализ качества миграций и состояния мест естественного воспроизводства муксуна в должном объеме не проводился.

*Цель работы:* оценить качество миграций и состояние мест естественного воспроизводства популяции муксуна Обь-иртышского бассейна.

### **Материалы и методы**

Работа выполнена на основе библиографических сведений за столетний период (до 2020 г.) и многолетних наблюдений автора, в т.ч. с участием в ежегодных исследовательских экспедициях Омского регионального отделения ВОО «Русское географическое общество» и комплексным изучением фауны рек Оби и Иртыша на маршруте г. Омск – г. Салехард (Кассал, 2012), с фиксацией сезонности и видового и количественного состава уловов рыбопромысловых бригад в 2004–2019 гг., результаты чего были опубликованы лишь частично (Кассал, 2006, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021). Использованы архивные сведения Федерального агентства по рыболовству о промысловой статистике и о среде обитания муксуна (Рыбоохрана России, 2013), применены методы эколого-исторической реконструкции. Средние скорости пассивного перемещения особей муксуна в процессе нагульно-выростной и нагульно-возвратной миграций определены в зависимости от гидрологического режима реки. Поскольку популяция муксуна Обь-иртышского бассейна в настоящее время находится под угрозой исчезновения и поддерживается преимущественно выпусками личинок/мальков с рыбообразных заводов, ее описание большей частью сделано в прошедшем времени, когда она существовала в естественном виде.

### **Место работы**

По площади Обь-иртышский бассейн занимает первое место в России. Длина р. Оби составляет 3650 км, площадь её водосборного бассейна 2990 тыс. км<sup>2</sup>. Её главным притоком является р. Иртыш, длина которого от истока до впадения слева в р. Обь составляет 4248 км. По характеру речной сети, условиям питания и формирования стока р. Обь делится на 3 участка: верхний (от слияния рек Бия и Катунь до устья р. Томь), средний (от устья р. Томь до устья р. Иртыш, 1800 км) и нижний (от устья р. Иртыш до Обской губы, 960 км) (Коротаев, 2009; Water Resources, 2020). Обь в среднем и нижнем течении характеризуется сравнительно невысоким и растянутым весенне-летним половодьем, повышенным стоком летне-осеннего периода и низкой зимней меженью; максимальные расходы воды превышают средние годовые не более чем в 3–4 раза. В среднем течении половодье начинается с середины апреля, с пиком в начале июня и

окончанием в июле; в нижнем – в конце апреля – начале мая, и продолжается с дополняющими дождевыми паводками иногда в течение всего тёплого полугодия, с пиком у г. Салехарда в начале июля (Коротаяев, 2009) и окончанием в начале августа. Летняя межень неустойчива, в сентябре – октябре спад половодья сопровождается наплаивающимися дождевыми паводками, вплоть до ледостава, когда начинается подъём уровня воды.

### Результаты

Основные места зимовки муксуна популяции Обь-иртышского бассейна находились в опресненной средней и южной частях Обской губы, в дельте Оби, на пойменных и материковых сорах нижней Оби (Москаленко, 1958; Князев, Брусынина, 1990, 1992). До строительства морского порта Сабетта (2012–2017 гг.) северная граница его зимнего размещения проходила по р. Се-Яха – мыс Хасре, южная – примерно по линии Новый Порт – р. Епоко. Площадь зимнего размещения муксуна популяции Обь-иртышского бассейна достигала 10 тыс. км<sup>2</sup>. При этом был не исключен заход зимующих особей в Тазовскую губу, с обменом особей из Обь-иртышской и тазовской популяций. Предполагалось наличие двух популяций, приуроченных к местам нереста: размножающихся в реках Пур и Таз и в ее притоках, и в р. Оби и ее притоках (Москаленко, 1958; Решетников и др., 1989). Вопрос о самодостаточности и внутривидовой структуре популяции муксуна Обь-иртышского бассейна не был решен своевременно путем установления величины обмена особями между тазовской и Обь-иртышской популяциями. Наиболее вероятно, что две популяции пребывали в условиях смежной симпатрии, сосуществовая генетически, но не экологически.

Нагульная часть популяции муксуна Обь-иртышского бассейна в дельте р. Оби и Обской губе была разнокачественной и состояла из разновозрастной молодежи и пропускающих очередной нерестовой сезон половозрелых особей – производителей с незрелыми/недозрелыми гонадами, занимая северные участки ареала (Borvinskaya et al., 2016).

Зимовальная миграция (нагульно-выростная для неполовозрелых особей и нагульно-восстановительная для отнерестившихся особей) муксуна в Обской губе происходила в условиях снижения концентрации растворенного в воде кислорода с началом ледостава, обычно в конце октября – начале ноября. К этому времени основная масса скатывавшихся из реки после нереста особей уже успевала достигнуть эстуария р. Оби. Первыми в Обскую губу мигрировали крупные особи, требовательные к растворенному в воде кислороду, и распределялись в основном вдоль западного берега губы. Молодь, которая повсеместно присутствовала в прибрежных мелководных зонах, мигрировала в Обской губе к северу вместе с северной границей наступающего замора. Особи в возрасте 1+...2+ размещались на обширном пространстве южной части Обской губы до траверса у пос. Яптик-Сале, поскольку далее на север их распространение ограничивалось возрастающей соленостью воды; постепенно к ним присоединялись особи в возрасте 3+...7+ (Павлов, Мочек, 2006). Наиболее высокие концентрации особей в подледный период формировались на неподверженной замору сравнительно ограниченной распресненной акватории Обской губы. Неполовозрелые рыбы старших возрастных групп концентрировались в дельте, протоках и сорах низовий Оби, не поднимаясь выше траверса реки у г. Салехарда. Постепенно их численность возрастала к северу, достигая максимума на участке от мыса Каменный до пос. Яптик-Сале; скопления постоянно перемещались в пределах незаморной зоны (Богданов и др., 2006). С приближением весны молодь (1+...2+) оставалась на сорах южной части Обской губы, особи более старших возрастов также мигрировали из северной в южную часть губы, к границе распространения заморного фронта.

На местах зимовки в средней части Обской губы муксун усиленно питался (Пирожников, 1953), и перед подъемом в реки происходил заметный прирост длины и массы особей (Решетников, 1980). В 1987–1990 гг. соотношение незрелых, пропускающих нерест особей и самок с отсроченным созреванием половых продуктов составляло 47, 34 и 19%, соотв. (Попов, 2007). Готовящиеся к нересту самки составляли 65% от численности всех особей, начинающих нагульно-нерестовую миграцию; они поднимались из Обской губы вверх по р. Оби и встречались в уловах в верхних участках дельты (Никонов, 1977; Чертыковцев, 2002). Значительное количество неполовозрелых и пропускающих очередной нерест особей уже с весны сосредоточивалось на салмах р. Надым, восточного притока Обской губы. С прорывом распространения заморного фронта (Богданов и др., 2006) большая часть особей разных возрастов и в разном физиологическом состоянии покидала места зимовки и заходила в дельту р. Оби. С расширением опресненной зоны они начинали весеннее-летнюю нагульную миграцию вверх по Обской губе и р. Оби, рассредоточиваясь на более обширных площадях (Borvinskaya et al., 2016), нагуливаясь преимущественно в пресноводной зоне дельты, а затем постепенно распределяясь по местам нагула в рукавах, протоках, сорах и на салмах от р. Тамбей на севере и до Мужевской поймы р. Оби на юге.

Готовящиеся к нересту особи уже в первой половине июня концентрировались в опресненной и прогретой воде, продолжая интенсивно нагуливаться на салмах и сорах (в частности, в Ханты-Питлярском) и в протоках нижней Оби. Неполовозрелые особи, приходившие на салмы из Обской губы в состоянии высокой упитанности, питались менее интенсивно (Слепокурова и др., 1977). В первой половине июня начиналось движение производителей муксуна к нерестилищам. Конкретные сроки начала и хода нагульно-нерестовой миграции муксуна, других ее характеристик, определялись морфофизиологическим состоянием и количественными показателями особей разных возрастных групп, уровнем и температурой воды в реке, изменявшимися в течение последнего столетия (Чаликов, 1931; Москаленко, 1971; Крохалевский, 1996; Еньшина, 1999; Богданов и др., 2006; Андриенко, Захаренко, 2010; Матковский, 2010; Крохалевский, Матковский, 2015; Коновалова, 2016; Красноперова, 2019). С их уходом в Обской губе, в дельте и низовьях р. Оби концентрировались мелкие неполовозрелые особи муксуна в возрасте 1+...5+, в течение лета продолжая нагул на салмах и сорах за счет придонного питания. Чем старше были не ушедшие на нерест особи, тем южнее располагалась граница их крайнего подъема к югу, но не выходя за пределы 63°N (Чаликов, 1931). Особи муксуна изредка встречались в устьевом участке р. Соськи весной и летом во время нагульной миграции в р. Сыне (1996, 1997 гг.) среди неполовозрелых сиговых рыб других видов (Богданов и др., 2006).

Вошедшие в реку производители днем отстаивались на ямах, а ночью поднимались вверх по течению. В пути они продолжали питаться, но, по мере подъема по р. Оби, интенсивность питания ослабевала. Перемещение особей совершалось против течения вверх по руслу со скоростью ~20 км/сутки (Москаленко, 1955). На траверсе реки у пос. Березово производители появлялись во второй декаде июля (Чаликов, 1931). До начала XX в. косяки муксуна на какое-то время задерживались возле устьев проток р. Оби в Октябрьском и Сургутском районах ХМАО (Рыбоохрана России, 2013), однако в настоящее время этого не происходит. В процессе миграции муксун не только задерживался, но и заходил в устья и приустьевые участки крупных притоков р. Оби. Через два месяца после начала нагульно-нерестовой миграции, к августу, муксун достигал места слияния рек Оби и Иртыша. Возрастной состав в уловах муксуна в 2015–2017 гг. в этом месте был представлен особями в возрасте 5+...16+, с преобладанием особей в возрасте 6+...8+ (Красноперова, 2019).

До начала XX в. место слияния рек Оби и Иртыша считалось очень хорошим для вылова муксуна, поскольку его косяки подходили и на какое-то время здесь задерживались (Рыбоохрана России, 2013). Далее часть производителей направлялась

вверх по р. Оби, но часть следовала в низовья р. Иртыш, с проникновением в устья и приустьевые участки рек Тобол и Ишим. Однако соотношение этих частей и их роль в естественной репродукции популяции муксуна Обь-иртышского бассейна остались неизвестными. Известно лишь, что только в 1948 г. в нижнем Иртыше был отмечен улов муксуна (130 кг, до сотни особей); все эти особи были нерестовой частью популяции (Петрова, 1987; Зайцев и др., 2019).

К октябрю муксун проникал в р. Иртыш на расстояние до 200 км от его устья (Чаликов, 1931; Москаленко, 1955), до траверса реки у пос. Горноправдинск. В пределах нижнего Иртыша до середины XX в. осуществлялось ограниченное воспроизводство муксуна, в зависимости от наличия в каждом году нерестовых площадей и благоприятных мест для нагула молоди в пойменных водоемах (Зайцев и др., 2019), в зависимости от влияния на режим речного стока погоднo-климатических и антропогенных условий каждого года. Однако нерестилища муксуна в левобережных притоках р. Иртыш, в устьях и приустьевых участках рек Тобол и Ишим не описаны. Хотя в нерестовый период производители в нижнем течении р. Иртыш и его крупных притоках встречались до недавнего времени (Ракиеров, 1955; Москаленко, 1958; Вотин, 1963; Решетников, 1980; Аннотированный каталог..., 1998), в т.ч. и в устье р. Тобол (Павлов, Мочек, 2006). Все вылавливаемые ниже устья р. Тобол за месяц до нереста особи имели зрелые половые продукты, формируя сравнительно высокое по численности нерестовое стадо (Зайцев и др., 2019): в 1969 г. на Черноярском стрелевом песке в Уватском районе Тюменской области было выловлено 6372 кг половозрелых особей муксуна в возрасте 6+...14+ (при средней массе 1–3 кг – 2124–9372 особи), при этом доля самок в возрасте 8+...10+ с IV стадией зрелости гонад составляла 28% (Петрова, Касьянов, 1981); в 2003–2005 гг. было установлено нахождение муксуна в Горнослинkinской зимовальной яме р. Иртыш в Уватском районе Тюменской области (Павлов, Мочек, 2006). Выше по течению р. Иртыш муксун проникал большей частью только в отдельные годы с высокой водой (1914, 1916, 1927–1928, 1941, 1946–1949, 1957, 1970–1971, 1979, 1987, 2002 гг. (Панишев, 2016)): муксун преодолевал гидрохимический барьер, формируемый выносом гумусовых кислот и взвешенных механических частиц из рек Туртас, Демьянка (Васильев и др., 1957) и др. правобережных притоков с территории обширных болот западной части Васюганской равнины.

Наличие большого количества органического вещества способствовало не только формированию замороз на значительных участках, но и развитию богатой кормовой базы рыб (Богданов и др., 2006). В заморной зоне муксун длительно существовать не мог, однако ниже ее по течению он эффективно использовал для нагула обогащенную за счет повышенного количества органического вещества кормовую базу, как это имело место в нижнем Иртыше и в северной части средней Оби.

До конца XIX в. в нижнем и среднем течении р. Иртыш муксун был обычным промысловым видом (Карасев, 2006), вплоть до участков реки в северных районах Омской области (Усть-Ишимском, Тевризском, Знаменском, Тарском) (Зайцев и др., 2019). Далее вверх по р. Иртышу массовому проникновению муксуна препятствовал естественный гидрохимический барьер: на участке русла р. Иртыш севернее устья р. Тара после впадения в р. Иртыш правых притоков I порядка рек Тара, Уй, Шиш, Туй, Бича, вытекающих с болотистой территории, также имеет место массовый вынос гумусовых кислот и взвешенных механических частиц, отнимающих из воды для своего окисления большие объемы кислорода; такая среда неприемлема для обитания муксуна. Однако до середины XX в., до создания гидросооружений в верховьях р. Иртыш и зарегулирования водотока, мощные половодья промывали заморные участки на реке, способствуя их преодолению рыбами ряда видов, чьи нерестилища располагались южнее г. Омска (Кассал, 2018, 2019). В то время крупноразмерные и сильные производители муксуна в возрасте 8+ и старше также могли преодолевать этот гидрохимический барьер после мощных половодий в среднем Иртыше. В последующем зарегулированность стока

реки плотинами ГЭС в верховьях (Усть-Каменогорской (1939–1959 гг.), Бухтарминской (1953–1966 гг.) и Шульбинской (1976–1994 гг.), интенсивный забор воды промышленными и сельскохозяйственными предприятиями, изменили состояние р. Иртыш. Смена гидрологического режима реки привела к тому, что в период весеннего половодья перестало происходить промывание заморных участков, прекратилось затопление поймы и последующее в течение года значительное разбавление стока среднего и нижнего Иртыша приносимой с верховий водой.

Ограниченный нерест муксуна происходил в верховьях р. Тавда (левый приток р. Тобол) и ее притоках – реках Лозьве и Сосьве, где до недавнего времени ловили отдельных половозрелых особей (Петрова, Касьянов, 1981), преодолевших заморный участок р. Тавда в нижнем течении. Миграционный путь от места слияния рек Иртыша и Оби на эти нерестилища составляет ~1300 км (по рекам Иртыш и Тобол 570 км, по р. Тавда 719 км, по Лозьве и Сосьве – по ~20 км). Для преодоления ~2 тыс. км идущему на нерест муксуну от Обской губы до нерестилищ на реках Лозьве и Сосьве было достаточно в течение 5 мес. передвигаться со средней скоростью 1,1 км/час, имея возможности для попутного нагула. Участок реки, на котором весной происходил выклев и скат личинок и их распределение по местам нагула с этих нерестилищ, располагался ниже устья р. Тобол в пределах нижнего Иртыша (Зайцев и др., 2019).

С середины XX в., с разрушением естественных речных нерестилищ и зимовальных ям вследствие дноуглубительных работ для судоходства и разработки грунта в русле и забора песка, других механических нарушений, с загрязнением воды горюче-смазочными материалами и стоками промышленных предприятий на водосборной территории, с постепенным возрастанием применения минеральных удобрений и средств защиты растений сельскохозяйственными предприятиями, с интенсификацией судоходства на реке, перепромыслом и браконьерством рыб многих видов, а также с распространением инвазивных видов, состояние ихтиофауны р. Иртыша изменилось (Кассал, 2006, 2017).

Сходные условия формировались в средней части его притоков – рек Тобол и Ишим. Популяция муксуна оказалась одной из наиболее чувствительных относительно популяций рыб других видов, отреагировав на изменение условий обитания утратой качества и количества нерестилищ, снижением численности особей, сокращением плотности их размещения в ареале (Чаликов, 1931; Москаленко, 1971; Крохалевский, 1996; Богданов и др., 2006; Андриенко, Захаренко, 2010; Матковский, 2010; Крохалевский, Матковский, 2015; Коновалова, 2016; Красноперова, 2019). В результате загрязнения р. Иртыш и его притоков, нерестовая миграция муксуна в реке превратилась сначала в исключительно нагульную, а затем и вовсе прекратилась. В настоящее время, при угрозе исчезновения популяции муксуна Обь-иртышского бассейна, в низовья Тобола заходят на нагул, и крайне редко на нерест, только единичные особи (Карасев, 2003), так же редко встречаясь на траверсе реки у г. Тобольска (Павлов, Мочек, 2006). Со II половины 1980-х гг. муксун (молодь и половозрелые особи) в составе ихтиофауны р. Иртыш в северной части Омской области перестал встречаться (Петрова, 1987; Зайцев и др., 2019); в пределах территории Омской области с начала XXI в. не регистрировался (Кассал, 2017, 2020).

В р. Оби в пределах Березовского района ХМАО производители муксуна появлялись в середине июля (Москаленко, 1971; Еньшина, 1999). На границе Томской области муксун появлялся в середине августа (Попков, 2006). В среднем течении в долине р. Оби были широко развиты надпойменные террасы и пойма шириной 20–30 км, что формировало хорошие условия для нагула муксуна разных возрастных групп. Кормовыми стоянками муксуна выступали прохладные проточные участки глубиной 3–5 м со стабильным температурным режимом; наличием укрытий; насыщенной кислородом чистой водой; рядом с отмелями, косами и перекатами, на изгибах основного русла с глубокими ямами, в устьях и приустьевых участках притоков с благоприятными

условиями и кислородным режимом. Несомненно, часть неполовозрелых и половозрелых пропускающих нерест особей увлекалась идущими из Обской губы на нерест производителями вверх по реке, но уже в средней Оби до вхождения на протяженный заморный участок они неизбежно отставали от производителей по мере сокращения времени ежедневного кормления, ускорения процесса нагульно-нерестовой миграции и ее превращения в нерестовую миграцию.

Кроме р. Иртыша, в среднем течении р. Обь принимает и другие притоки (реки Шегарка, Чая, Парабель, Васюган, Большой Юган, Большой Салым), которые выносят в ее русло механическую взвесь и гуминовые кислоты с болотистой территории Васюганской равнины. В результате этого на ряде участков средней Оби также сформировались заморные участки, с середины XX в., вследствие зарегулирования стока реки, сливавшиеся воедино и неприемлемые для длительного обитания муксуна. Правые притоки Оби (реки Тым, Вах, Тромъёган, Лямин, Назым), протекающие по заболоченной территории Среднеобской низменности (Ресурсы поверхностных ..., 1967), также способствовали поддержанию заморов на значительных участках средней Оби. Однако в летнюю межень, особенно при высоком уровне воды в Оби, они были проходимы для муксуна, который на них не задерживался, распределяясь выше по течению. Во время наибольшего прогрева воды, к концу августа, у муксуна в Оби заканчивался период весенне-летнего питания, что отражалось в прерывании процесса прироста длины и массы особей (Решетников, 1980). Это служило маркером для разделения миграции особей популяции муксуна Обь-иртышского бассейна вверх по реке на нагульно-нерестовую и нерестовую.

Из-за преодоления заморных участков в р. Оби и завершения нагула, скорость передвижения идущих на нерест особей по руслу в течение нерестовой миграции была неравномерна и, малая в начале этого процесса, она увеличивалась по мере приближения к местам нереста. Особенно высокой она была при прохождении особей через заморные участки реки. Интенсивная нерестовая миграция без задержек для нагула на границе с Тюменской областью приходилась на вторую декаду сентября – первую половину октября (Попков, 2006). В течение сентября – октября производители миновали Нарымский край (Чаликов, 1931): траверс реки у г. Стрежевой в сентябре и траверс реки у г. Колпашево – в конце сентября – начале октября. Во второй половине октября – начале ноября они достигали нерестилищ в северной части верхней Оби (Москаленко, 1955) – Усть-Томского и Верхнеобского.

Когда первые производители подходили к нерестилищам, последние производители находились еще в пределах нижнего участка средней Оби; в результате производители рассредоточивались по реке на сотни километров (Москаленко, 1971; Еньшина, 1999). В оптимальных условиях ежесуточного передвижения в течение 5 мес. (с июня по октябрь) длительностью 12 час/сутки, со средней скоростью до 20 км/сутки (1,67 км/час), с короткими ежесуточными остановками, муксун может преодолеть ~3 тыс. км, что значительно больше, чем указанная в публикациях многих авторов величина в 2 тыс. км – от мест зимовки в Обской губе до Усть-Томского нерестилища, или от Обской губы до нерестилищ на реках Лозьве и Сосьве. Это косвенно свидетельствует о том, что в прошлом существовала возможность проникновения муксуна в процессе нерестовой миграции вверх по р. Оби в течение 5 мес. значительно дальше на юг, за южные пределы русла, перекрытого построенным в 1950–1959 гг. гидроузлом Новосибирской ГЭС.

Муксун продолжал нерестовую миграцию до тех пор, пока резкое похолодание речных струй, предшествующее замерзанию реки, не останавливало его поступательного движения вверх по течению (Чаликов, 1931). Массовый подход производителей на нерестилища начинался с конца октября и продолжался в первой половине ноября. По достижении нерестилищ, муксун некоторое время отстаивался, дожидаясь формирования подходящих для нереста температурных условий. Нерест

начинался при снижении температуры воды до 1,5°C (1–2°C), чаще всего в период образования шуги и ледового покрова, и длился 25–30 суток (Чаликов, 1931; Башмаков, 1949; Волгин, 1953). Теплой осенью при снижении температуры воды в районе нерестилищ до 2–3°C, в 1995 г. нерест муксуна начинался в самом начале ноября; массовый нерест происходил 4–6 ноября (при температуре воды 1–3°C), заканчиваясь 18–20 ноября подо льдом (Панкин, 1998; Еньшина, 1999). При длительном замерзании р. Томи, связанном с образованием донного льда, нерест мог происходить при более низких температурах, и обычно заканчивался в конце ноября (Чаликов, 1931).

Икра откладывалась на перекатах или на мелководных участках водоемов на галечный, гравийный или песчаный грунт на слабом течении (1,8–3,2 км/ч), на глубине от 2–3 до 6 м. Инкубационный период составлял 132–182 суток (Москаленко, 1971); 150–180 суток при сумме тепла 63,2 градуса-дня (Юхнева, 1963).

Муксун нерестился не только на основных нерестилищах, из которых до относительно недавнего времени существовало два: Усть-Томское в устье правого притока р. Оби – р. Томь, второй по водности после р. Иртыша; и Верхнеобское, непосредственно в р. Обь. Кроме того, в р. Оби, устьях и приустьевых участках ее правых притоков существовали не ежегодно функционирующие нерестилища, современные сведения о которых неоднозначны. Исходя из этого, все нерестилища муксуна в Обь-иртышском бассейне разделялись на основные и второстепенные. Однако это очень условное деление, поскольку второстепенность нерестилищ определялась непостоянством их использования и последовательностью утраты. Утраченные на р. Оби и в ее притоках нерестилища позиционировались как «исторические» (Воробьева и др., 1979; Еньшина, 1996). Те из постоянных нерестилищ, что просуществовали дольше остальных, стали считаться основными (Усть-Томское и Верхнеобское).

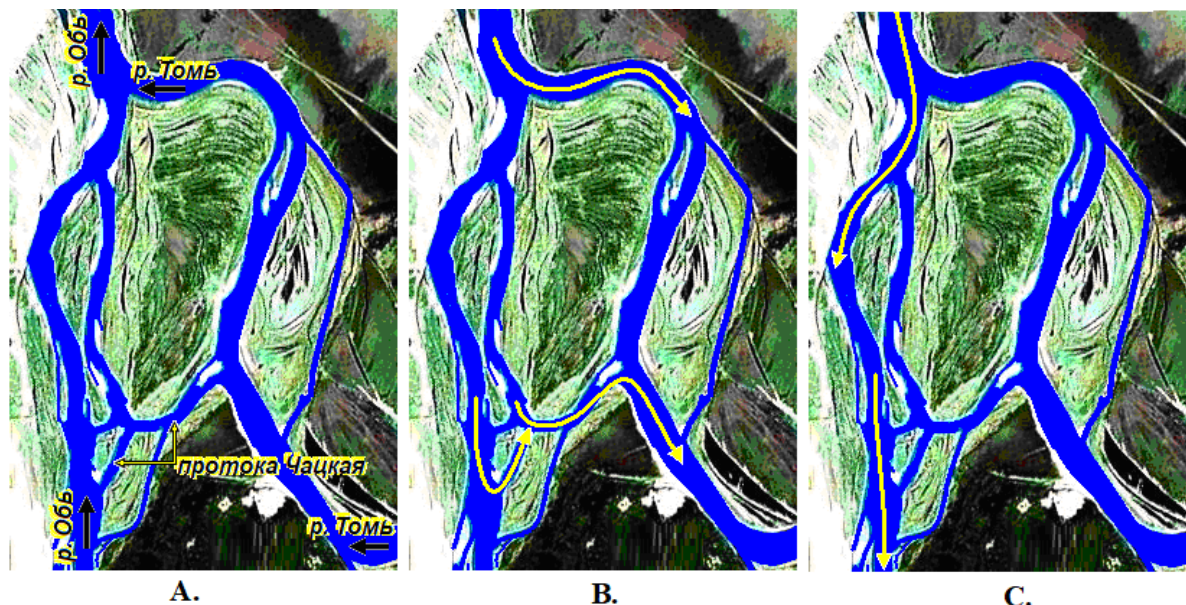
На I половину XX в. приходится наличие нерестилищ муксуна в среднем течении р. Обь на участке протяженностью более 700 км (Чаликов, 1931; Башмаков, 1949); по уточненным данным – 650 км (от с. Нарым Парабельского района до с. Никольское Кривошеинского района Томской области) (Москаленко, 1958; Вотинов, 1963; Иоганзен, Кривошеев, 1970): включая устья и приустьевые участки правых притоков р. Обь – рек Чулым, Кеть, Копыловская Кеть (Чаликов, 1931). Кроме того, на участке среднего течения р. Чулым имелись зимовальные ямы и нерестилища сиговых рыб других видов (Попков, 2006). Основные нерестилища муксуна располагались от с. Никольское на участке в 96 км до д. Оськино (~150 км до с. Киреевск), в центре которого находится устье р. Томи, и в самой р. Томь от ее устья на расстоянии 67 км до траверса реки у г. Томска (Башмаков, 1949; Москаленко, 1958; Вотинов, 1963; Иоганзен, Кривошеев, 1970), относящиеся уже к северной части верхней Оби.

Особенностью нерестилищ средней Оби являлось то, что они использовались муксуном преимущественно в годы высокой воды в устьях и приустьевых участках притоков, о чем свидетельствуют разрозненные свидетельства рыбаков о ловле в них осенью готовых к нересту взрослых особей со зрелой икрой. Нерегулярность использования нерестилищ на этом участке средней Оби было обусловлено гидрохимическим состоянием реки. Незаморный участок был расположен выше Колпашево (от впадения р. Томи до с. Колпашево); переходный с неполным и не ежегодным замором – от с. Колпашево до устья р. Тым; заморный – ниже р. Тым (Попков, 2006). Участок от с. Колпашево до устья р. Иртыша протяженностью 1226 км уже к 1950-м гг. характеризовался, как среднеобский заморный (Иоганзен, 1953).

Регулятором распределения идущего на нерест муксуна в Усть-Томском / Верхнеобском нерестилищах было состояние гидроучастка р. Обь – Чацкая протока – р. Томь. Когда вода в р. Томи была высокой, отмечался ее сток через Чацкую протоку в р. Обь навстречу течению (Миллер, 1740), но когда поднималась вода в р. Обь, то действовало прижимное течение к правому берегу, с 977,5 км русла Оби направленное через Чацкую протоку в р. Томь (Чаликов, 1931). В результате устьевый участок



омывался через Чацкую протоку попеременно то водами Томи, то Оби, что и определяло движение идущего на нерест муксуна либо мимо Томского устья вверх по р. Оби, либо в р. Томь (рис.).



**Рис.** Регуляция распределения идущего на нерест муксуна (В, С, указано стрелками) на гидроучастке р. Обь – Чацкая протока – р. Томь (авт., по данным (Миллер, 1740; Чаликов, 1931)): А – номенклатура Усть-Томского нерестового участка; В – движение муксуна при прямом стоке воды из р. Томь, в т.ч. через Чацкую протоку, в р. Обь; С – при приостановке стока воды из р. Томь, с обратным течением через Чацкую протоку

Уровень воды в средней Оби (на участке от г. Новосибирска до г. Нижневартовска) за последние 100 лет превышал отметку в 9,2 м неоднократно (в 1910, 1913–1915, 1918, 1920–1923, 1925, 1927–1928, 1930, 1934, 1937, 1939, 1941, 1946–1949, 1960, 1966, 1969, 1971, 1973, 1975, 1978, 1999, 2002, 2007, 2015 гг.) (Уровень воды ..., 2019; Архив уровня ..., 2021). Поэтому в эти годы происходило изменение соотношения уровней стоков из р. Томи и в р. Оби на этом участке, и муксун проходил мимо ее устья, направляясь далее вверх по р. Оби. По траверсу у устья р. Томь нерестовые участки были расположены выше и ниже по течению реки на перекатах с крупнопесчаным и галечным дном на глубинах 2–3 м, и на плесах с замедленным течением на глубинах до 6–7 м (Кабицкая и др., 2016). В годы с промежуточными значениями уровня воды в средней Оби (8,4–9,4 м) мигрирующие на нерест особи проходили мимо устья р. Томь, также направляясь вверх по р. Оби. С понижением уровня воды в р. Оби ниже отметки в 8,4 м (в 1924, 1932–1933, 1945, 1954–1956, 1962–1963, 1967–1968, 1976, 1980–1982, 1987, 1989, 1991–1992, 1994–1997, 2000, 2005–2006, 2008–2009, 2011–2012 гг.) муксун направлялся на нерест в р. Томь. В устье р. Томь в середине октября появлялся муксун сначала в виде легкого ялового (самцов), массой 1,28–1,44 кг (которая соответствовала особям в возрасте 7+...8+), его сменял крупный икрюной массой 1,76–1,92 кг, а к концу нереста вновь появлялся легкий (Чаликов, 1931). Наиболее вероятно, аналогичная регуляции миграционных потоков идущего на нерест муксуна осуществлялась на нерестилищах и в остальной части средней Оби в устье и приустьевых участках других правых притоков не только р. Томь, но и рек Чулым, Кеть, Копыловская Кеть.

За последние 100 лет частота повторений лет с низким уровнем воды в р. Обь увеличивалась, но роль устьевых и приустьевых нерестилищ в правых притоках средней Оби не могла возрастать из-за прогрессивного уменьшения численности популяции муксуна, включая его нерестящуюся часть. К концу XX в. нерестилища муксуна в реках

Чулым, Кеть, Копыловская Кеть утратили свое былое значение (Еньшина, 1999; Селюков, 2002). При этом в полной мере количественно оценить ситуацию с былым использованием нерестилищ муксуна не удастся, вследствие отсутствия информации об изменявшейся ежегодной доле нерестящейся части популяции.

До середины XX в. Усть-Томское нерестилище преобладало по интенсивности использования производителями и служило основным местом размножения муксуна во всем Обь-иртышском бассейне (Чаликов, 1931), обеспечивая воспроизводство ~25% популяции муксуна Обь-иртышского бассейна (Иоганзен, 1946; Иоганзен, Кривошеев, 1970). Но с начала II половины XX в. Усть-Томское нерестилище муксуна стало стремительно терять свое значение вследствие сброса неочищенных стоков угледобывающих, металлургических и химических предприятий Кузбасса, бытовых сточных вод г. Томска. Наибольшее химическое загрязнение р. Томь произошло в 1930–1940 гг. Характерными загрязняющими веществами рек бассейна р. Томь в то время стали и до настоящего времени являются нефтепродукты (до 10,6 ПДК), фенолы (до 6 ПДК), общее железо (до 13,1 ПДК), в отдельных створах – соединения азота (до 6,7 ПДК), органические соединения (до 3,2 ПДК), тяжелые металлы (марганец до 39,8 ПДК, медь до 7 ПДК) (Экологическая обстановка ..., 2014), радионуклиды из хранилища-отстойника Сибирского химкомбината, накапливающиеся в донных отложениях (Зубков и др., 2005). Отравление реки промышленными стоками убивало отложенную икру, личинок и мальков муксуна (Попов, 2007). Уже с середины 1940-х гг. в реку перестали заходить производители, и их заходы лишь в малой части возобновились только в 1960-х гг., по мере ввода в строй очистных сооружений Кузбасса (Попков, 2006); количество заходящих особей было крайне незначительно (Еньшина, 1999; Селюков, 2002). Ниже устья р. Томь в русле р. Обь участок нерестилища муксуна тоже оказался утрачен под воздействием отравленного стока из р. Томь. Здесь была отмечена крайне низкая концентрация производителей: в 1998 г. – 0,15 особей/га; в 1999 г. – 0,11 особей/га; в 2002 г. – 0,02 особей/га (Еньшина, 1999). Вследствие механического разрушения Усть-Томского нерестилища из-за практиковавшейся десятилетиями добычи песчано-гравийной смеси из русла р. Томи в районе г. Томска произошло понижение уровня воды в низовьях реки почти на 2,5 м и уменьшение площади заливаемой поймы на отдельных участках в 3–4 раза; в результате этого нерест муксуна стал невозможен (Гундризер, 1992). К настоящему времени Усть-Томское нерестилище утратило свое значение для поддержания популяции муксуна Обь-иртышского бассейна.

После сооружения плотины Новосибирской ГЭС (1950–1959 гг.) в результате зарегулирования р. Оби изменился гидрологический и температурный режим реки и условия воспроизводства муксуна на нерестилище в ее нижнем бьефе (Попков, 2006). Произошло расширение существовавшего Верхнеобского нерестилища в р. Оби на границе с Томской областью вверх по течению, в направлении нижнего бьефа гидросооружения, где сбрасываемая вода была насыщена кислородом. Сначала верхняя граница нерестового участка стала проходить по траверсу реки у с. Киреевск Томской области, расширившись на 16 км по руслу (Гундризер и др., 1984), а затем – по траверсу реки у дачного пос. Мочище Новосибирской области (отодвинувшись вверх на 270 км от первоначальной северной границы у д. Оськино); с конца XX в. сюда стали заходить на нерест отдельные особи (Еньшина, 1999; Попов, 2007). Незаморная зона в р. Обь увеличилась вниз по течению до 200–250 км, к месту впадения р. Васюган, сформировав благоприятные условия для зимовки, включая пребывание муксуна на ранее не используемых во второй половине XX в. зимовальных ямах (Попков, 2006). В 550 км ниже плотины в створе с. Колпашево продолжительность половодья осталась прежней, но средние и максимальные уровни залития поймы снизились на 0,3–0,5 м. Вследствие размыва русла в нижнем бьефе Новосибирской ГЭС сток взвешенных частиц увеличился

от г. Новосибирска до г. Колпашево с 4 до 16 млн. т в год, не меняясь до устья р. Оби (Коротаев, 2009).

Роль создания Новосибирской ГЭС в уничтожении популяции муксуна Обь-иртышского бассейна остается недооцененной. Отчленение плотиной Новосибирской ГЭС почти всей верхней Оби (Попков, 2006) нарушило миграционный путь рыб многих видов на магистральном водотоке и сделало недоступными для производителей важнейшие нерестилища (Павлов, Мочек, 2006). Однако остается неизвестным сам факт существования и точное расположение бывших нерестилищ муксуна в русле реки на месте ныне существующего Новосибирского водохранилища и выше по течению р. Оби.

После завершения нереста незначительная часть производителей муксуна в течение зимы подо льдом скатывалась с нерестилищ вниз по течению, успевая оказаться в пределах нижней Оби до наступления замора на значительных участках средней Оби и нижнего Иртыша. Большая часть отнерестившихся производителей зимовала в районе нерестилищ и в незаморной зоне средней Оби (Москаленко, 1971) (до впадения в нее р. Тым) и нижнего Иртыша (до его слияния с р. Обь), отстаиваясь по затонам, курьям и ямам с благоприятным кислородным режимом (Чаликов, 1931; Попков, 2006), оставаясь после нереста на нагул до следующей весны (Москаленко, 1971). На следующий год в течение весны и начала лета они продолжали возвратно-нагульную миграцию в направлении Обской губы, попутно откармливаясь на сорах и салмах нижней Оби (Еньшина, 1999). Размещение на зимовку неполовозрелых разновозрастных особей и половозрелых пропустивших нерест особей популяции муксуна Обь-иртышского бассейна происходило как в незаморных зонах русла нижней и средней Оби, преимущественно в устьях и приустьевых участках ее правобережных притоков, так и в дельте реки и в южной и средней частях Обской губы. С уменьшением речного стока и началом ледообразования в русле р. Оби в первой половине октября, особи в возрасте 3+...7+ уходили на зимовку к устьям притоков, к предустьевым частям, заходили в низовья рек (Vorvinskaya et al., 2016). При этом в русловых ямах у дна концентрировались взрослые рыбы, по различным горизонтам водной толщи – молодь и мелкие особи (Павлов, Мочек, 2006). Известно, что зимовавшие в р. Иртыше на траверсе реки у г. Тобольска особи активно питались и имели наполненный пищеварительный тракт (Чаликов, 1931). Зимнее пребывание муксуна на пригодных для этого участках всегда сопровождалось питанием, существенно более интенсивным, нежели летом (Павлов, Мочек, 2006).

Темпы перемещения муксуна вниз по р. Оби в процессе нагульно-выростной и нагульно-возвратной миграций находились в зависимости от гидрологического режима реки. Скорость пассивного перемещения особей муксуна с течением реки при средней скорости в весенний период составляла 5–5,6 км/ч, в межень – 2,7–3,0 км/ч, на расстояние 2460 км (от траверса р. Оби у г. Новосибирска до Обской губы) при движении в течение части суток в течение 12 час/сутки. Это составляло 37–41 сутки в весенний период для производителей, сразу после нереста покинувших нерестилища, и 68–76 суток в межень для особей, нагуливавшихся после нереста в реках Оби и/или Иртыше в течение зимы, весны и I половины лета. Таким образом, на одних и тех же участках рек Оби и Иртыша в течение года встречались идущие на нерест вверх по реке производители, возвращающиеся с нереста вниз по реке производители, нагуливающиеся неполовозрелые и пропускающие очередной нерест половозрелые особи.

Процесс нагула особей и их восстановления после каждого нереста занимал от двух до пяти лет, однако доля ежегодно участвовавших в размножении особей на разных нерестилищах осталась неизвестной. Соотношение групп особей, сразу спускавшихся по реке подо льдом к местам зимовки в дельте р. Оби и в Обской губе, покинувших места нереста, но задержавшихся на пути к Обской губе в средней Оби и продолживших кормовую миграцию с весенним половодьем, оставшихся в местах нереста до

следующего (через год после нереста) весеннего половодья, осталось неизвестным. Многолетняя периодичность количественных изменений в возрастном составе производителей также осталась неизвестной, как и время и направления их перемещений в процессе нагульно-возвратной миграции.

Выметанная в устьях и приустьевых участках притоков и на перекатах реки икра сносилась течением вниз на расстояние 0,6–1,0 км и оседала в русловой части на плесовых участках (Богданов и др., 2006). Выклев личинок происходил со второй половины марта до конца апреля, массовый выклев – в течение апреля (Юхнева, 1963), когда температура воды поднималась выше 4°C. Течением воды в период паводковой волны во время ледохода личинок сносило в водяные отстойники, где происходил их дальнейший рост и развитие (Богданов и др., 2006). В ходе нагульно-выростной миграции вниз по течению реки личинки проходили стадию превращения в мальков. В течение летне-осеннего сезона в русловых ямах рек Оби и Иртыша сохранялись мощные концентрации молоди (Павлов, Мочек, 2006). На последующую численность поколений муксуна оказывали существенное влияние степень и продолжительность залития соров в средней Оби (Matkovskiy, 2014; Матковский, 2018), на которых происходил их нагул. В начале осени сеголетки муксуна достигали Обской губы (Москаленко, 1971; Гундризер и др., 1984, 1990; Богданов, 1997). Средняя скорость пассивного перемещения сеголеток муксуна на расстояние 2460 км при движении в течение 153 суток (май – сентябрь) составляла 0,67 км/час (16,1 км/сутки).

### Обсуждение

Зоогеографическая изученность популяции муксуна Обь-иртышского бассейна с конца 1920-х гг. ограничилась описанием Усть-Томского нерестилища и нерестилища севернее г. Новосибирска, со схематичным изображением миграционного пути длиной ~2,2 тыс. км вниз по р. Оби до пастбищ на сорах, протоках, стрелевых песках, простиравшихся на участке от траверса реки у д. Чемаша до Обской губы и ее южной части в месте соединения с Тазовской губой. Севернее, в Обской губе от траверсов по устьям р. Лёкотосё до р. Хабэйяха, были указаны места зимовки муксуна (Чаликов, 1931). Участки в устьях и приустьевых участках правых притоков средней Оби, верхней Оби выше г. Новосибирска и нижнего и среднего Иртыша и его левых притоков остались без внимания. Особенности обитания муксуна на всем протяжении р. Оби и ее притоков изучались лишь на локальных участках в течение коротких временных периодов, что не позволяло оценить глобальность происходящих процессов в популяции. Попыток обобщения имеющейся информации о биологических особенностях популяции муксуна Обь-иртышского бассейна не делалось. При этом сложившаяся в начале XXI в. экологическая обстановка подавалась многими современными исследователями как существовавшая всегда, что не соответствовало процессам, происходившим в Обь-иртышском бассейне на протяжении последнего столетия. Однако за это время популяции муксуна Обь-иртышского бассейна в результате неблагоприятных антропогенных воздействий, в перечне которых отравление среды обитания, обмеление главных рек Обь-иртышского бассейна и перепромысел занимали первые места (Кассал, 2021), оказалась под угрозой исчезновения. Ретроспективный системный анализ существования популяции муксуна Обь-иртышского бассейна может и должен стать основой для разработки стратегии ее восстановления и рационального использования, без чего направленные на это попытки успешными быть не смогут.

### Выводы

1. В Западной Сибири в течение 20 тыс. лет обитал муксун полупроходной речной формы, нерестившийся в р. Оби и ее притоках и зимующий в реке и в Обской губе. Для особой популяции муксуна Обь-иртышского бассейна были характерны нагульно-

выростные, нагульно-нерестовые, нерестовые, нагульно-возвратные, нагульно-восстановительные миграции. На разных участках Обь-иртышского бассейна в разное время могли находиться особи разных возрастов и физиологического состояния.

2. Для популяции муксуна Обь-иртышского бассейна последние сто лет было характерно сокращение численности, продолжительности жизни и роста-весовой характеристики особей, до возникновения угрозы исчезновения.

3. Ретроспективный системный анализ существования популяции муксуна Обь-иртышского бассейна может и должен стать основой для разработки стратегии ее восстановления и рационального использования, с занесением в Красную книгу Российской Федерации и одновременным запретом промысловой добычи, за исключением добычи в научно-исследовательских целях.

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.*

### Список литературы

1. Андриенко Е.К., Захаренко А.А. Поддержание численности промыслового стада муксуна в Обском бассейне // Пресноводная аквакультура: Состояние, тенденции и перспективы развития: материалы докладов научно-практической конференции. – Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2010. – С. 4–5.
2. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – М.: Наука, 1998. – 220 с.
3. Архив уровня и температуры воды в р. Обь [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sokik.ru/hydrometer.html> (дата обращения: 02.12.2021).
4. Атлас пресноводных рыб России. – Т. 1. – М.: Наука, 2002. – 379 с.
5. Балдина С.Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.В. Генетическая дифференциация муксуна *Coregonus muksun* (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (Coregonidae, Salmoniformes) Сибири по мтДНК // Генетика. 2008. Т. 44, №7. С. 896–905.
6. Баишмаков В.Н. К биологии муксуна реки Оби // Тр. Барабинского отд. ВНИОРХ. Т. III. – Новосибирск: Главсирьбпром, 1949. – С. 91–108.
7. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – Ч. I. – М.: АН СССР, 1948. – 468 с.
8. Богданов В.Д. Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 1997. – 38 с.
9. Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А., Кижеватов Я.А., Мельниченко И.Н. Рыбохозяйственный потенциал Средней Оби // Экология рыб Обь-иртышского бассейна. – М.: ТНИ КМК, 2006. – С. 395–400.
10. Васильев В.С., Ивановка Г.С., Маслов Л.М., Попов М.А., Самойленко Б.Д., Скабичевский А.П., Федоров В.Г., Чистяков Л.Д. Санитарная характеристика реки Иртыша в районе г. Омска по данным физико-химических, бактериологических и биологических исследований. – Омск: Минздрав СССР, 1957. – 147 с.
11. Волгин М.В. Наблюдения за производителями муксуна и сырка на Средней и Верхней Оби // Тр. ТомГУ, 1953. – Т. 125. – С. 69–76.
12. Воробьева А.И., Логачев Е.Д., Тарасевич Д.Н. Проблемы чистой воды и медико-санитарное состояние водоемов // Рыбное хозяйство и итоги биологических рыбохозяйственных исследований в Западной Сибири за 1971–1975 гг. – Томск: ТомГУ, 1979. – С. 54–57.
13. Вотинцов Н.П. Муксун как объект искусственного разведения и акклиматизации // Искусственное разведение осетровых и сиговых рыб в Обь-иртышском бассейне. Тр. Обь-Газовского отд. ГОСНИОРХ, 1963. – Т. 3. – С. 115–137.
14. Гундризер А.Н., Иогансен Б.Г., Кривошеиков Г.М. Рыбы Западной Сибири. – Томск, 1984. – 122 с.
15. Гундризер А.Н. Влияние хозяйственной деятельности на рыбные запасы бассейна р. Томи // Экология промышленного города. – Томск, 1992. – С. 37–43.
16. Гундризер А.Н., Юракова Т.В., Петлина А.П. Промысловое и экологическое состояние муксуна Средней Оби // Природокомплекс Томской области. – Томск, 1990. – С. 114–117.
17. Еньшина С.А. К вопросу естественного воспроизводства сиговых в Верхней Оби // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. – Красноярск, 1999. – С. 36–41.
18. Еньшина С.А. К вопросу о влиянии промысла ценных полупроходных видов рыб в Томской области на их запасы // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири (тез.) док. Всерос. конф. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 1996. – С. 40–42.

19. Ермоленко Л.Н. Генетическая дивергенция трех родов сиговых рыб (Coregonidae) // Генетика. – 1992. – Т. 28, № 6. – С. 122–127.
20. Зайцев В.Ф., Егоров Е.В., Матковский А.К., Интересова Е.А., Шиповалов Л.А. Искусственное воспроизводство муксуна *Coregonus muksun* (Coregonidae) в бассейне реки Иртыш. Проблемы и перспективы // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. №4. С. 482–496.
21. Зубков А. А., Лукин А. А., Гусев Е. В., Черняев Е. В. История инженерно-геологического обеспечения полигонов захоронения жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2005. Т. 308. №2. С. 194–200.
22. Иоганзен Б.Г. Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика // Труды Томского университета, 1953. Т. 125. – С. 744.
23. Иоганзен Б.Г. Этюды по географии и генезису ихтиофауны Сибири // Ученые записки Томского университета. 1946. №1. С. 23–24.
24. Иоганзен Б.Г., Кривошеев Г.М. Сельскохозяйственное рыбководство Сибири. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1970. – 160 с.
25. Кабицкая Я.А., Коновалова Т.А., Бойко Е.Г. Современные подходы к изучению популяции муксуна Обь-иртышского рыбохозяйственного района // Молодой ученый. – 2016. – №6.5 (110.5). – С. 73–78. URL: <https://moluch.ru/archive/110/27440/> (дата обращения: 05.10.2021).
26. Кайданова Т.И. Исследование кариотипов двух видов сиговых рыб // Известия ГОСНИОРХ. 1978. Т. 130. С. 50–55.
27. Карасев Г.Л. Зоогеографическое районирование территории Западно-Сибирского региона по фауне рыб // Экология рыб Обь-иртышского бассейна. – М.: ТНИ КМК, 2006. – С. 37–70.
28. Карасев С.Г. Экология и морфологические особенности рыб бассейна Нижнего Тобола // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Сургут, 2003. – 19 с.
29. Кассал Б.Ю. Гидробионты Средне-Иртышского района // Труды Зоологической Комиссии. Ежегод. – Вып. 3: сб. науч. тр. – Омск: ООО «Издатель-Полиграфист», 2006. – С. 30–42.
30. Кассал Б.Ю. Авторские ихтиологические исследования Среднего Прииртышья // Известия Омского регионального отделения ВОО «Русское географическое общество». 2012. Т. 12(21). С. 77–81.
31. Кассал Б.Ю. Ценотическое состояние ихтиофауны Средне-Иртышского ихтиологического подрайона // Байкальский зоологический журнал. 2017. №1 (20). С. 24–37.
32. Кассал Б.Ю. Проблема выживания западносибирского осетра в Обь-иртышском бассейне // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: мат. III нац. науч.-практ. конф. – Саратов: Амирит, 2018. – С. 147–154.
33. Кассал Б.Ю. Росто-весовая характеристика нельмы из реки Иртыш // Байкальский зоологический журнал. 2019. № 3 (26). С. 64–69.
34. Кассал Б.Ю. Ихтиофауна водоемов Средне-Иртышского ихтиологического района // Экологические чтения – 2020: мат. XI Нац. науч.-практ. конф (Омск, 5 июня 2020 г.). – Омск: ОмГАУ, 2020. – С. 269–274.
35. Кассал Б.Ю. Факторы вымирания муксуна *Coregonus muksun* в Обь-иртышском бассейне // Современные проблемы охотоведения: Матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-лет. учебно-опыт. охот. хоз-ва «Голоустное» им. О.В. Жарова; X междунар. науч.-практ. конф. «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии» (Иркутск, 26–30 мая 2021 г.). – Молодежный: ИрГАУ, 2021. – С. 322–325.
36. Князев И.В., Бруснынина И.Н. О мониторинге сиговых рыб в пойме Нижней Оби // IV Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Л., 1990. – С. 88–89.
37. Князев И. В., Бруснынина И.Н. Численность и биомасса сиговых рыб в пойменном водоеме Нижней Оби // Экология. 1992. № 5. С. 65–70.
38. Коновалова Т.А. Муксун Обь-иртышского рыбохозяйственного района // Современное общество: образование и наука: сб. тр. по матер. междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2016. – С. 38–39.
39. Коротаев В.Н. Обь (физико-географический очерк) // Большая российская энциклопедия. Т 19. – М.: БРЭ, 2009. – С. 28.
40. Красноперева Т.А. Анализ некоторых биологических показателей муксуна (*Coregonus muksun*, Pallas, 1814) Обь-иртышского рыбохозяйственного бассейна // Современные направления развития науки в животноводстве и ветеринарной медицине. Мат. Международ. науч.-практ. конф. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2019. – С. 222–227.
41. Крохалевский В.Р. Обь-иртышский бассейн: состояние и проблемы использования сырьевых ресурсов // Рыбоводство и рыболовство. 1996. №1. С. 23–26.
42. Крохалевский В.Р., Матковский А.К. Проблемы управления промыслом с помощью общего допустимого улова и квот вылова в водоемах Сибири // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16, №4. С. 506–522.
43. Матковский А.К. Деграционные процессы в популяции муксуна реки Оби и необходимые меры по восстановлению его численности // Биология, биотехника разведения и состояние запасов

сиговых рыб. VII международ.науч.-производ. совещ. «Проблемы современного товарного сиговодства Зауралья». – Тюмень, 2010. – С. 176–181.

44. *Матковский А.К.* Результаты антропогенного воздействия на ихтиофауну Обь-иртышского бассейна // Человек и север. Антропология, археология, экология. Матер. всерос. науч. конф. – Тюмень: ФИЦ Тюменский НЦ СО РАН, 2018. – С. 539–543.

45. *Меньшиков М.И.* Рыбы бассейна Оби: Автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 1948. – 18 с.

46. *Миллер Г.-Ф.* Путешествие по воде вниз по Томи и Оби от Томска до Нарыма. 1740 г. // История Сибири. РГАДА.

47. *Москаленко Б.К.* Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд. ВНИОРХ. Нов. серия. 1958. Т. 1. С. 60–83.

48. *Москаленко Б.К.* Сиговые рыбы Обского бассейна. – М.: Пищевая пром-ть, 1971. – 181 с.

49. *Москаленко Б.К.* Сиговые рыбы Обского бассейна. – Тюмень, 1955. – 105 с.

50. *Никонов Г.И.* Биология муксуна бассейна Тазовской губы // Рыбное хозяйство Обь-иртышского бассейна. – Свердловск: Ср.-Урал. кн. изд-во, 1977. – С. 9–18.

51. *Павлов Д.С., Мочек А.Д.* Биологическое значение русловых ям в связи со стратегией сохранения рыбных ресурсов Обь-иртышского бассейна // Экология рыб Обь-иртышского бассейна. – М.: ТНИ КМК, 2006. – С. 371–376.

52. *Панишев Е.* Наводнения в истории Тобольска. Исторические сведения об уровне р. Иртыш // Тобольск.ru, 18 июня 2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://tobolsk.ru/subjectively/37888/> (дата обращения: 05.10.2021).

53. *Панкин В.В.* Изучение численности нерестовых стад сиговых, заходящих на нерест в Томскую область // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования. – Томск, 1998. – С. 184.

54. *Петрова Н.А.* Ихтиофауна реки Иртыш в пределах Омской области // Вопросы ихтиологии. 1987. Т. 29, №1. С. 24–29.

55. *Петрова Н.А., Касьянов В.П.* Некоторые данные о заходе муксуна в бассейн Иртыша // Рыбное хозяйство на водоемах Западной Сибири. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1981. – Вып. 171. – С. 56–59.

56. *Пирожников П.Л.* Некоторые данные по биологии муксуна // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. 1953. Т. 5. С. 339–348.

57. *Попков В.К.* Водотоки бассейна Средней Оби. Особенности распределения и миграций рыб на Средней Оби. Рыбохозяйственный потенциал средней Оби // Экология рыб Обь-иртышского бассейна. – М.: ТНИ КМК, 2006. – С. 109–115; 232–233; 398–401.

58. *Попов П.А.* Муксун – *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) // Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов. – Новосибирск: НГУ, 2007. – С. 134–150.

59. *Ракиеров П.К.* Промысловый лов рыбы в водоемах Омской области. Омск: Обл. кн. изд-во, 1955. 40 с.

60. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2: Средняя Об. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 351 с.

61. *Решетников Ю.С.* Экология и систематика сиговых рыб. – М.: Наука, 1980. – 300 с.

62. *Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л.* Пелядь: систематика, экология, продуктивность. – М.: Наука, 1989. – 303 с.

63. Рыбоохрана России. В ближайшие годы муксун может исчезнуть // Ханты-Мансийск, 19.09.2013 URL: [https://www.fishnet.ru/news/syrievaya\\_baza/v-blizhayshie-gody-muksun-mozhet-ischeznut/](https://www.fishnet.ru/news/syrievaya_baza/v-blizhayshie-gody-muksun-mozhet-ischeznut/) (дата обращения: 05.10.2021)

64. *Селюков А.Г.* Морфофункциональный статус рыб Обь-иртышского бассейна в современных условиях. – Тюмень: ТюмГУ, 2007. – 184 с.

65. *Селюков А.Г.* Репродуктивная система сиговых рыб как индикатор состояния экосистемы Оби. Ч. 2: Половые циклы муксуна // Вопросы ихтиологии. 2002. Т. 42, № 2. С. 225–235.

66. *Слепокурова Н.А., Замятин З.А., Бабин В.Е.* Роль салм дельты р. Оби для нагула сиговых рыб // Рыбное хозяйство Обь-иртышского бассейна: Тр. Обь-Тазовского отд. СибрыбНИИпроект. Нов.серия. – Свердловск, 1977. – С. 84–91.

67. Уровень воды в р. Обь за последние 100 лет // официальный портал г. Нижневартовска, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://beta.nv86.ru/upload/iblock/672/67229838eb8fc00946e213b84983335c.jpg> (дата обращения: 05.10.2021).

68. *Чаликов Б.Г.* К биологии муксуна бассейна реки Обь в связи с вопросом его охраны // Материалы по изучению Сибири. – Томск, 1931. – Т. 3. – С. 316–344.

69. *Чертыковцев П.И.* К воспроизводству сиговых рыб реки Таз // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия. – Борок, 2002. – С. 157.

70. *Шишмарев В.М.* Особенности гибридов между сигом-пыжьяном и пелядь в бассейне реки Северной Сосьвы // Закономерности роста и морфологические особенности рыб в различных условиях существования: Тр. Института экологии растений и животных. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976. – С. 23–26.

71. Экологическая обстановка в г. Новокузнецке. Муниципальный сайт города Новокузнецка. 13 декабря 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.admnkz.ru/actionDocument.do?id=51922> (дата обращения: 05.10.2021).

72. Юхнева В.С. Эмбриональное развитие муксуна // Тр. Обь-Тазовского отдел. ВНИОРХ. – Тюмень, 1963. – Т. 3. – С. 138–147.

73. Borvinskaya E.V., Sukhovskaya I.V., Kochneva A.A., Vasilyeva O.B., Nazarova M.A., Smirnov L.P. & Nemova N.N. Seasonal variability of some biochemical parameters in the whitefish (*Coregonus muksun* and *Coregonus lavaretus*) // Contemporary Problems of Ecology. 2016. №9. P. 195–202. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1995425516020013>

74. Matkovskiy A.K. The influence of the hydrological regime on populations of whitefish in the Ob basin // 12 th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid fishes (25–30 August, 2014, Irkutsk, Listvyanka, Russia). – Irkutsk, 2014. – P. 50.

75. Politov D.V., Gordon N.Y., Afanasiev K.I., Altukhov Yu.P., Bickham J.W. Identification of Palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers // J. Fish Biology. 2000. V. 57. P. 51–71. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02244.x>

76. Water Resources. Справочник водных ресурсов. Реки. Обь. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://waterresources.ru/reki/ob/> (дата обращения: 05.10.2021).

Статья поступила в редакцию 4.11.2021; после доработки 6.12.2021; принята к публикации 10.12.2021

#### Сведения об авторе

Кассал Борис Юрьевич – к.в.н., доцент, Омское региональное отделение ВОО «Русское географическое общество», Омск, Россия (Omsk Regional Branch of the All-Russian Public Organization “Russian Geographical Society”, Omsk, Russia); [BY.Kassal@mail.ru](mailto:BY.Kassal@mail.ru); ORCID – <https://orcid.org/0000-0001-8797-9597>

Корреспондентский адрес: Россия, 644099, г. Омск, ул. Музейная, 3, ОРО ВОО РГО; тел. (3812)27-50-38

## Results of a secular study of some features of the biology of the muksun population *Coregonus muksun* of the Ob-Irtysh basin

Boris Yu. Kassal

Omsk Regional Branch of the All-Russian non-governmental organization “Russian Geographical Society” (Omsk, Russia)

Muksun spawned in the Ob River and its tributaries and overwintered in the river and in the Ob Bay, making various migrations. Under the influence of anthropogenic factors, there was a decrease in the number, to the threat of almost complete disappearance of the population. A retrospective systemic analysis of the peculiarities of the existence of the muksun population should become the basis for a strategy for its restoration and rational use.

**Keywords:** Ob-Irtysh basin; muksun; population; migration; breeding sites.

#### References

1. Andriyenko Ye.K., Zakharenko A.A. Podderzhaniye chislennosti promyslovogo stada moksuna v Obskom bassejne [Maintaining the size of the commercial muksun herd in the Ob basin]. Presnovodnaya akvakul'tura: Sostoyaniye, tendentsii i perspektivy razvitiya: materialy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii [Freshwater aquaculture: State, trends and development prospects: materials of reports of the scientific-practical conference]. FGUP Gosrybtsentr, Tyumen', 2010. P. 4–5. (in Russ.)

2. Annotirovannyi katalog kruglorotykh i ryb kontinental'nykh vod Rossii [Annotated catalog of cyclostomes and fishes of continental waters of Russia]. Nauka, Moscow, 1998. 220 p. (in Russ.)

3. Arkhiv urovnya i temperatury vody v r. Ob' [Archive of the level and temperature of water in the river Ob]. URL: <http://www.sokik.ru/hydrometer.html> (date: 02.12.2021). (in Russ.)

4. Atlas presnovodnykh ryb Rossii: V dvukh tomakh. T.1. [Atlas of freshwater fish of Russia: In two volumes]. Nauka, Moscow, 2002. 379 p. (in Russ.)

5. Baldina S.N., Gordon N.Yu., Politov D.V. Mitochondrial DNA genetic differentiation of the muksun *Coregonus muksun* (Pallas) and related Siberian species of Coregonidae, Salmoniformes). *Russian Journal of Genetics*. 2008. V.44. P. 777–785. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1022795408070041>



6. Bashmakov V.N. K biologii muksuna reki Obi [On the biology of the muksun of the Ob River]. *Tr. Barabinskogo otd. VNIORKH. V.III. [Proceedings of the Baraba branch of the All-Union Research Institute of Lake and River Fisheries]*. Glavsibrybprom, Novosibirsk, 1949. P. 91–108. (in Russ.)
7. Berg L.S. Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran [Fish of fresh waters of the USSR and neighboring countries]. AN SSSR, Moscow, 1948. 468 p. (in Russ.)
8. Bogdanov V.D. Ekologiya molodi i vosproizvodstvo sigovykh ryb Nizhney Obi [Ecology of juveniles and reproduction of coregonids of the Lower Ob]. DPhil Dissertation abstract. Moscow, 1997. 38 p. (in Russ.)
9. Bogdanov V.D., Bogdanova Ye.N., Gos'kova O.A., Kizhevato YA.A., Mel'nichenko I.N. Rybokhozyaystvennyy potentsial Sredney Obi Fishery potential of the Middle Ob]. *In: Ekologiya ryb Ob'-Irtyskogo basseyna [Fish ecology of the Ob-Irtysk basin]*. TNI KMK, Moscow, 2006. P. 395–400. (in Russ.)
10. Borvinskaya E.V., Sukhovskaya I.V., Kochneva A.A., Vasilyeva O.B., Nazarova M.A., Smirnov L.P. & Nemova N.N. Seasonal variability of some biochemical parameters in the whitefish (*Coregonus muksun* and *Coregonus lavaretus*). *Contemporary Problems of Ecology*. 2016. №9. P. 195–202. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1995425516020013>
11. Chalikov B.G. K biologii muksuna basseyna reki Ob' v svyazi s voprosom yego okhrany [On the biology of muksun in the Ob river basin in connection with the issue of its protection]. *In: Materialy po izucheniyu Sibiri. [Materials for the study of Siberia]*. Tomsk, 1931. V 3. P. 316. (in Russ.)
12. Chertykovtsev P.I. K vosproizvodstvu sigovykh ryb reki Taz [To the reproduction of whitefishes of the Taz River]. *In: Biologiya vnutrennikh vod: problemy ekologii i bioraznoobraziya [Biology of Inland Waters: Problems of Ecology and Biodiversity]*. Borok, 2002. P. 157. (in Russ.)
13. Ekologicheskaya obstanovka v g. Novokuznetske. Munitsipal'nyy sayt goroda Novokuznetska. [Ecological situation in Novokuznetsk]. 13 dekabrya 2014. URL: <http://www.admnkz.ru/actionDocument.do?id=51922> (date: 05.10.2021). (in Russ.)
14. Gundrizer A.N., Ioganzen B.G., Krivoshechekov G.M. Ryby Zapadnoy Sibiri [Fish of Western Siberia]. Tomsk, 1984. 122 p. (in Russ.)
15. Gundrizer A.N. Vliyaniye khozyaystvennoy deyatel'nosti na rybnyye zapasy basseyna r. Tomi [The impact of economic activities on fish stocks in the river basin Tomi]. *In: Ekologiya promyshlennogo goroda (Metod.razrabot.) [Ecology of an industrial city (Method. Development)]*. Tomsk, 1992. P. 37–43. (in Russ.)
16. Gundrizer A.N., Yurakova T.V., Petlina A.P. Promyslovoye i ekologicheskoye sostoyaniye muksuna Sredney Obi [Commercial and ecological state of muksun of the Middle Ob]. *In: Prirodokompleks Tomskoy oblasti [Natural complex of the Tomsk region]*. Tomsk, 1990. – P. 114–117. (in Russ.)
17. Ioganzen B.G. Etyudy po geografii i genezisu ikhtiofauny Sibiri [Sketches on the geography and genesis of the ichthyofauna of Siberia]. *Uchenyye zapiski Tomskogo universiteta [Scientific notes of Tomsk University]*. 1946. No. 1. P. 23–24. (in Russ.)
18. Ioganzen B.G. Rybokhozyaystvennyye rayony Zapadnoy Sibiri i ikh biologo-promyslovaya kharakteristika [Fishery regions of Western Siberia and their biological and commercial characteristics]. *Trudy Tomskogo universiteta [Proceedings of Tomsk University]*. 1953. V.125. P. 744. (in Russ.)
19. Ioganzen B.G., Krivosheyev G.M. Sel'skokhozyaystvennoye rybovodstvo Sibiri [Agricultural fish farming in Siberia]. Zap.-Sib.kn.izd-vo, Novosibirsk, 1970. 160 p. (in Russ.)
20. Kabitskaya YA.A., Konovalova T.A., Boyko Ye.G. Sovremennyye podkhody k izucheniyu populyatsii muksuna Ob'-Irtyskogo rybokhozyaystvennogo rayona [Modern approaches to the study of the muksun population of the Ob-Irtysk fishery region]. *Molodoy uchenyy [Young scientist]*. Tyumen', 2016. No. 6.5 (110.5). P. 73–78. URL: <https://moluch.ru/archive/110/27440/> (date: 05.10.2021). (in Russ.)
21. Karasev G.L. Zoogeograficheskoye rayonirovaniye territorii Zapadno-Sibirskogo regiona po faune ryb [Zoogeographic zoning of the territory of the West Siberian region according to fish fauna]. *In: Ekologiya ryb Ob'-Irtyskogo basseyna [Ecology of fish in the Ob-Irtysk basin]*. TNI KMK, Moscow, 2006. P. 52. (in Russ.)
22. Karasev S.G. Ekologiya i morfologicheskiye osobennosti ryb basseyna Nizhnego Tobola [Ecology and morphological features of fish in the Lower Tobol basin]. PhD Dissertation abstract. Surgut, 2003. 19 p. (in Russ.)
23. Kassal B.Yu. Avtorskiye ikhtologicheskiye issledovaniya Srednego Priirtysh'ya [Author's ichthyological studies of the Middle Irtysh region]. *Izvestiya Omskogo regional'nogo otdeleniya VOO "Russkoye geograficheskoye obshchestvo" [Izvestiya of the Omsk regional branch of the All-Union Public Organization "Russian Geographical Society"]*. V.12(21). Amfora, Omsk, 2012. P. 77–81. (in Russ.)
24. Kassal B.Yu. Cenosis state of fish fauna in Mid-Irtysh ichthyological sub-district. *Baikal Zoological Journal*. 2017. №1 (20). P. 24–37. (in Russ.)
25. Kassal B.Yu. Faktory vymiraniya muksuna *Coregonus muksun* v Ob'-Irtyskom basseyne [Extinction factors of the muksun *Coregonus muksun* in the Ob-Irtysh basin]. *Sovremennyye problemy okhotovedeniya: Mater. mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 60-let. uchebno-opyt. okhot. khoz-va "Goloustnoye" im. O.V. Zharova; X mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. "Klimat, ekologiya, sel'skoye khozyaystvo Yevrazii"*. Proceedings of Intern. conference. Molodezhnyy: IrGAU, 2021. P. 322–325. (in Russ.)

26. Kassal B.Yu. Gidrobionty Sredne-Irtyshskogo rayona [Hydrobionts of the Sredne-Irtysh region]. Trudy Zoologicheskoy Komissii. Yezhegod [Proceedings of the Zoological Commission. Yearbook]. V.3: sb. nauch. tr. OOO "Izdatel-Poligrafist", Omsk, 2006. P. 30–42. (in Russ.)
27. Kassal B.Yu. Ikhtiofauna vodoyemov Sredne-Irtyshskogo ikhtologicheskogo rayona [Ichthyofauna of reservoirs of the Middle Irtysh ichthyological region]. Ekologicheskiye chteniya – 2020 [Environmental Readings – 2020]. Mat. XI Nats. nauch.-prakt.konf (Omsk, June 5, 2020). [Proceedings of Rus. conference]. OmGAU, Omsk, 2020. P. 269–274.
28. Kassal B.Yu. Inhabitation of nelma *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas, 1773) in the Ob-Irtysh basin. *Baikal Zoological Journal*. 2019. No. 3 (26). P. 64–69. (in Russ.)
29. Kassal B.Yu. Problema vyzhivaniya zapadnosibirskogo osetra v Ob'-Irtyshskom bassejne [The problem of the survival of the West Siberian sturgeon in the Ob-Irtysh basin]. Sostoyaniye i puti razvitiya akvakul'tury v Rossiyskoy Federatsii v svete importozameshcheniya i obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti strany [The state and ways of development of aquaculture in the Russian Federation in the light of import substitution and ensuring the country's food security]. Mat. III nats. nauch.-prakt. konf. [Proceedings of Rus. conference]. Amirit, Saratov, 2018. P. 147–154. (in Russ.)
30. Kaydanova T.I. Issledovaniye kariotipov dvukh vidov sigovykh ryb [Study of karyotypes of two species of coregonid fish]. *Izvestiya GOSNIORKH [Izvestia GOSNIORKH]*. 1978. V.130. P. 50–55.
31. Knyazev I. V., Brusynina I.N. CHislennost' i biomassa sigovykh ryb v pojmennom vodoeme Nizhnej [Obi Abundance and biomass of whitefishes in the floodplain water body of the Lower Ob]. *Ekologiya [Ecology]*. 1992. No. 5. P. 65–70. (in Russ.)
32. Knyazev I.V., Brusynina I.N. O monitoringe sigovykh ryb v poyme Nizhney Obi [Monitoring of coregonid fish in the floodplain of the Lower Ob]. IV Vsesoyuz.soveshch. po biologii i biotekhnike razvedeniya sigovykh ryb [IV All-Union Meeting on Biology and Biotechnology of Whitefish Breeding]. [Proceedings of Intern. conference]. Leningrad, 1990. P. 88–89. (in Russ.)
33. Konovalova T.A. Muksun Ob'-Irtyshskogo rybokhozyaystvennogo rayona [Muksun Ob-Irtysh fishery region]. *Sovremennoye obshchestvo: obrazovaniye i nauka: sb.tr. po mat. mezhdunarod. nauch.-prakt.konf.* [Proceedings of Intern. conference]. OOO "Konsaltingovaya kompaniya Yukom", Tambov, 2016. P. 38–39. (in Russ.)
34. Korotayev V.N. Ob' (fiziko-geograficheskiy ocherk) [Ob (physical and geographical sketch)]. *Bol'shaya rossiyskaya entsiklopediya [Big Russian Encyclopedia]* V.19. BRE, Moscow, 2009. P. 28. (in Russ.)
35. Krasnoperova T.A. Analiz nekotorykh biologicheskikh pokazateley muksuna (*Soregonus muksun*, Rallas, 1814) Ob'-Irtyshskogo rybokhozyaystvennogo basseyna [Analysis of some biological indicators of muksun (*Coregonus muksun*, Pallas, 1814) of the Ob-Irtysh fishery basin]. *Sovremennyye napravleniya razvitiya nauki v zhivotnovodstve i veterinarnoy meditsine. Mat. Mezhdunarod. nauch.-prakt.konf.* [Proceedings of Intern. conference]. GAU Severnogo Zaural'ya, Tyumen', 2019. P. 222–227. (in Russ.)
36. Krokhalievskiy V.R. Ob'-Irtyshskiy basseyn: sostoyaniye i problemy ispol'zovaniya syr'yevykh resursov [Ob-Irtysh basin: state and problems of using raw materials]. *Rybovodstvo i rybolovstvo [Aquaculture and Fisheries]*. 1996. №1. P. 23–26. (in Russ.)
37. Krokhalievskiy V.R., Matkovskiy A.K. Problemy upravleniya promyslom s pomoshch'yu obshchego dopustimogo ulova i kvot vylova v vodoyemakh Sibiri [Problems of fishery management with the help of the total allowable catch and catch quotas in the water bodies of Siberia]. *Voprosy rybolovstva [Problems of Fisheries]*. 2015. V.16. №4. P. 506–522. (in Russ.)
38. Matkovskiy A.K. Degradatsionnyye protsessy v populyatsii muksuna reki Obi i neobkhodimyye mery po vosstanovleniyu yego chislennosti [Degradation processes in the muksun population of the Ob River and the necessary measures to restore its numbers]. *Biologiya, biotekhnika razvedeniya i sostoyaniye zapasov sigovykh ryb. VII mezhdunarod. nauch.-proizvod.soveshch. "Problemy sovremennogo tovarnogo sigovodstva Zaural'ya"*. [Proceedings of Intern. conference]. Tyumen', 2010. P. 176–181. (in Russ.)
39. Matkovskiy A.K. Rezul'taty antropogennogo vozdeystviya na ikhtiofaunu Ob'-Irtyshskogo basseyna [The results of anthropogenic impact on the fish fauna of the Ob-Irtysh basin]. *Chelovek i sever. Antropologiya, arkhologiya, ekologiya. Mat.vseros. nauch.konf.* [Proceedings of Russ. conference]. FITS Tyumenskiy NTS SO RAN, Tyumen', 2018. P. 539–543. (in Russ.)
40. Matkovskiy A.K. The influence of the hydrological regime on populations of whitefish in the Ob basin. *Proceedings of 12th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid fishes (25–30 August, 2014, Irkutsk, Listvyanka, Russia)*. Irkutsk, 2014. P. 50. (in Russ.)
41. Men'shikov M.I. Ryby basseyna Obi [Fish of the Ob basin]. PhD Dissertation abstract. Moscow, 1948. 18 p. (in Russ.)
42. Miller G.-F. Puteshestviye po vode vniz po Tomi i Obi ot Tomsk do Naryma. 1740 g. [Travel by water down the Tom and Ob from Tomsk to Narym. 1740]. *Istoriya Sibiri [History of Siberia]*. RGADA (in Russ.)
43. Moskalenko B.K. Biologicheskiye osnovy ekspluatatsii i vosproizvodstva sigovykh ryb Obskogo basseyna [Biological bases of exploitation and reproduction of coregonids of the Ob basin]. *Tr. Ob'-Tazovskogo otd. VNIORKH. Nov. seriya*. 1958. V.1. P. 60–83. (in Russ.)
44. Moskalenko B.K. Sigovyye ryby Obskogo basseyna [Whitefish of the Ob basin]. Tyumen', 1955. 105 p. (in Russ.)

45. Moskalenko B.K. Sigovyeye ryby Obskogo basseyna [Whitefish of the Ob basin]. Pishchevaya prom-t', Moscow, 1971. 181 p. (in Russ.)
46. Nikonov G.I. Biologiya muksuna basseyna Tazovskoy guby [Biology of muksun in the basin of the Taz Bay]. In: Rybnoye khozyaystvo Ob'-Irtyskogo basseyna [Fisheries of the Ob-Irtysk basin]. Sr.-Ural.kn.izd-vo, Sverdlovsk, 1977. P. 9–18. (in Russ.)
47. Panishev Ye. Navodneniya v istorii Tobol'ska. Istoricheskiye svedeniya ob urovne r. Irtysh [Floods in the history of Tobolsk. Historical information about the level of the river Irtysh]. Tobol'sk.ru, 18.06.2016. URL: <https://tobolsk.ru/subjectively/37888/> (date: 05.10.2021). (in Russ.)
48. Pankin V.V. Izucheniye chislennosti nerestovykh stad sigovykh, zakhodyashchikh na nerest v Tomskuyu oblast' [Study of the number of spawning stocks of whitefishes entering the Tomsk region for spawning]. In: Sostoyaniye vodnykh ekosistem Sibiri i perspektivy ikh ispol'zovaniya [The state of aquatic ecosystems in Siberia and the prospects for their use]. Tomsk, 1998. P. 184. (in Russ.)
49. Pavlov D.S., Mochek A.D. Biologicheskoye znachenie ruslovykh yam v svyazi so strategiyey sokhraneniya rybnykh resursov Ob'-Irtyskogo basseyna [Biological significance of channel holes in connection with the strategy of preserving fish resources of the Ob-Irtysk basin]. In: Ekologiya ryb Ob'-Irtyskogo basseyna [Ecology of fish in the Ob-Irtysk basin]. TNI KMK, Moscow, 2006. P. 371–376. (in Russ.)
50. Pelyad': sistematika, ekologiya, produktivnost' [Peled: taxonomy, ecology, productivity]. Reshetnikov Yu.S., Mukhachev I.S. (eds.). Nauka, Moscow, 1989. 303 p. (in Russ.)
51. Petrova N.A. Ikhtiofauna reki Irtysh v predelakh Omskoy oblasti [Ichthyofauna of the Irtysh River within the Omsk Region]. *Voprosy ikhtiologii [Ichthyology issues]*. 1987. V.29. №1. P. 24–29. (in Russ.)
52. Petrova N.A., Kas'yanov V.P. Nekotoryye dannyye o zakhode muksuna v basseyn Irtysha [Some data on the entry of muksun into the Irtysh basin]. *Rybnoye khozyaystvo na vodoyemakh Zapadnoy Sibiri [Fisheries in the reservoirs of Western Siberia]*. Sb. nauch. tr. GosNIORKH. 1981. №171. P. 56–59. (in Russ.)
53. Pirozhnikov P.L. Nekotoryye dannyye po biologii muksuna [Some data on the biology of muksun]. *Trudy Vsesoyuznogo gidrobiologicheskogo obshchestva [Proceedings of the All-Union Hydrobiological Society]*. 1953. V.5. P. 339–348. (in Russ.)
54. Politov D.V., Gordon N.Y., Afanasiev K.I., Altukhov Yu.P., Bickham J.W. Identification of Palearctic coregonid fish species using mtDNA and allozyme genetic markers. *J. Fish Biology*. 2000. V.57. P. 51–71. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02244.x>
55. Popkov V.K. Vodotoki basseyna Sredney Obi. Osobennosti raspredeleniya i migratsiy ryb na Sredney Obi. Rybokhozyaystvennyy potentsial sredney Obi [Watercourses of the Middle Ob basin. Distribution and migration features of fish in the Middle Ob. Fishery potential of the middle Ob]. In: Ekologiya ryb Ob'-Irtyskogo basseyna [Ecology of fish in the Ob-Irtysk basin]. TNI KMK, Moscow, 2006. P. 109–115; 232–233; 398–401. (in Russ.)
56. Popov P.A. Muksun – *Coregonus muksun* (Pallas, 1814) [Muksun – *Coregonus muksun* (Pallas, 1814)]. In: Ryby Sibiri: rasprostraneniye, ekologiya, vylov [Fish of Siberia: distribution, ecology, catch: Monograph]. NGU, Novosibirsk, 2007. P. 134–150. (in Russ.)
57. Rakiyev P.K. Promyslovyy lov ryby v vodoyemakh Omskoy oblasti [Commercial fishing in the reservoirs of the Omsk region]. Obl.kn.izd-vo, Omsk, 1955. 40 p. (in Russ.)
58. Reshetnikov Yu.S. Ekologiya i sistematika sigovykh ryb [Ecology and taxonomy of coregonids]. Nauka, Moscow, 1980. 300 p. (in Russ.)
59. Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost' [Surface water resources of the USSR: Hydrological study]. V.15: Altay i Zapadnaya Sibir'. V. 2: Srednyaya Ob'. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1967. 351 p. (in Russ.)
60. Rybookhrana Rossii. V blizhayshiyey gody muksun mozhet ischeznut'. Khanty–Mansiysk, 19.09.2013. [Fish protection of Russia. In the coming years, muksun may disappear]. URL: [https://www.fishnet.ru/news/syrievaya\\_baza/v-blizhayshie-gody-muksun-mozhet-ischeznut/](https://www.fishnet.ru/news/syrievaya_baza/v-blizhayshie-gody-muksun-mozhet-ischeznut/) (date: 05.10.2021). (in Russ.)
61. Selyukov A.G. Morfofunktsional'nyy status ryb Ob'-Irtyskogo basseyna v sovremennykh usloviyakh. [Morphological and functional status of fish in the Ob–Irtysk basin in modern conditions]. TyumGU, Tyumen', 2007. 184 p. (in Russ.)
62. Selyukov A.G. Reproduktsionnaya sistema sigovykh ryb kak indikator sostoyaniya ekosistemy Obi. CH. 2: Polovyye tsikly muksuna [The reproductive system of whitefishes as an indicator of the state of the Ob ecosystem. Part 2: Sexual cycles of muksun]. *Voprosy ikhtiologii [Ichthyology issues]*. 2002. V.42. №2. P. 225–235. (in Russ.)
63. Shishmarev V.M. Osobennosti gibridov mezhdru sigom–pyzh'yanom i pelyad'yu v basseyne reki Severnoy Sos'vy [Peculiarities of hybrids between whitefish–pyzhyan and peled in the basin of the Northern Sosva River]. In: Zakonomernosti rosta i morfologicheskoye osobennosti ryb v razlichnykh usloviyakh sushchestvovaniya: Tr. Instituta ekologii rasteniy i zhivotnykh. UNTS AN SSSR, Sverdlovsk, 1976. P. 23–26. (in Russ.)
64. Slepokurova H.A., Zamyatin Z.A., Babin V.Ye. Rol' salm del'ty r. Obi dlya nagula sigovykh ryb [The role of the salm river delta Ob for feeding whitefish]. In: Rybnoye khozyaystvo Ob'-Irtyskogo basseyna: Tr. Ob'-Tazovskogo otd. SibrybNIIProyekt. Nov.seriya. Sverdlovsk, 1977. V.4.1. P. 84–91. (in Russ.)

65. Uroven' vody v r. Ob' za posledniye 100 let [The water level in the river. Ob over the past 100 years]. Ofitsial'nyy portal Nizhneartovska, 2019. URL: <https://beta.nv86.ru/upload/iblock/672/67229838eb8fc00946e213b84983335c.jpg> (date: 05.10.2021). (in Russ.)
66. Vasiliev V.S., Ivankova G.S., Maslov L.M., Popov M.A., Samoilenko B.D., Skabichevsky A.P., Fedorov V.G., Chistyakov L.D. Sanitarnaya kharakteristika reki Irtysha v rayone g. Omska po dannym fiziko-khimicheskikh, bakteriologicheskikh i biologicheskikh issledovaniy [Sanitary characteristics of the Irtysh river in the region of Omsk according to the data of physicochemical, bacteriological and biological research]. Minzdrav SSSR, Omsk, 1957. 147 p. (in Russ.)
67. Volgin M.V. Nablyudeniya za proizvoditelyami muksuna i syrka na Sredney i Verkhney Obi [Observations of muksun and cheese producers in the Middle and Upper Ob]. *Tr. TomGU [Proceedings of Tomsk State University]*. 1953. V.125. P. 69. (in Russ.)
68. Vorob'yeva A.I., Logachev Ye.D., Tarasevich D.N. Problemy chistoy vody i mediko-sanitarnoye sostoyaniye vodoyemov [Problems of clean water and the medical and sanitary state of water bodies]. *In: Rybnoye khozyaystvo i itogi biologicheskikh rybokhozyaystvennykh issledovaniy v Zapadnoy Sibiri za 1971-1975 gg [Fisheries and the results of biological fishery research in Western Siberia for 1971–1975]*. TomGU, Tomsk, 1979. P. 54–57. (in Russ.)
69. Votinov N.P. Muksun kak ob'yekt iskusstvennogo razvedeniya i akklimatizatsii [Muksun as an object of artificial breeding and acclimatization]. *Iskusstvennoye razvedeniye osetrovyykh i sigovykh ryb v Ob'-Irtyshskom bassejne [Artificial breeding of sturgeon and whitefishes in the Ob-Irtysh basin]*. *Tr. Ob'-Tazovskogo otd. GOSNIORKH*. 1963. V.3. P. 115–137. (in Russ.)
70. Water Resources. Spravochnik vodnykh resursov. Reki. [Ob' Handbook of water resources. Rivers. Ob]. URL: <https://waterresources.ru/reki/ob/> (date: 05.10.2021). (in Russ.)
71. Yen'shina S.A. K voprosu o vliyaniy promysla tsennykh poluprokhodnykh vidov ryb v Tomskoy oblasti na ikh zapasy [To the question of the influence of the fishing of valuable semi-anadromous fish species in the Tomsk region on their stocks]. Abstract title. *Biologicheskkiye resursy i problemy razvitiya akvakultury na vodoyemakh Urala i Zapadnoy Sibiri [Biological resources and problems of aquaculture development in the reservoirs of the Urals and Western Siberia]: Proceedings of Vseros. konf. SibrybNIIProyekt, Tyumen', 1996*. P. 40–42. (in Russ.)
72. Yen'shina S.A. K voprosu yestestvennogo vosproizvodstva sigovykh v Verkhney Obi [On the issue of natural reproduction of whitefishes in the Upper Ob]. *In: Problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya rybnyykh resursov Sibiri [Problems and prospects for the rational use of fish resources in Siberia]*. Krasnoyarsk, 1999. P. 36–41. (in Russ.)
73. Yermolenko L.N. Geneticheskaya divergentsiya trekh rodov sigovykh ryb (Coregonidae) [Genetic divergence of three genera of coregonids (Coregonidae)]. *Genetika [Russian Journal of Genetics]*. 1992. V.28. No. 6. P. 122–127. (in Russ.)
74. Yukhneva V.S. Embrional'noye razvitiye muksuna [Embryonic development of muksun]. *Tr. Ob'-Tazovskogo otdel. VNIORKH [Proceedings of the Ob-Taz department. VNIORKH]*. Tyumen', 1963. V. 3. P. 138–147. (in Russ.)
75. Zaytsev V.F., Yegorov Ye.V., Matkovskiy A.K., Interesova Ye.A., Shipovalov L.A. *Iskusstvennoye vosproizvodstvo muksuna Coregonus muksun (Coregonidae) v bassejne reki Irtysh. Problemy i perspektivy [Artificial reproduction of muksun Coregonus muksun (Coregonidae) in the Irtysh river basin. Problems and prospects]*. *Voprosy rybolovstva [Problems of Fisheries]*. 2019. V.20. №4. P. 482–496. (in Russ.)
76. Zubkov A. A., Lukin A. A., Gusev Ye. V., Chernyayev Ye. V. *Istoriya inzhenerno-geologicheskogo obespecheniya poligonov zakhoroneniya zhidkikh radioaktivnykh otkhodov Sibirskogo khimicheskogo kombinata [History of engineering and geological support of landfills for burial of liquid radioactive waste of the Siberian Chemical Combine]*. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2005. V. 308, №2. P. 194–200. (in Russ.)

**ССЫЛКА:**

**Кассал Б.Ю. Результаты векового изучения некоторых особенностей биологии популяции муксуна *Coregonus muksun* Обь-иртышского бассейна // Экология гидросферы. 2021. №1 (6). С. 8–27. URL: <http://hydrosphere-ecology.ru/250>**

**Kassal B.Yu. Results of a secular study of some features of the biology of the muksun population *Coregonus muksun* of the Ob-Irtysh basin. *Hydrosphere Ecology*. 2021. №1 (6). P. 8–27. URL: <http://hydrosphere-ecology.ru/250>**

**DOI – [https://doi.org/10.33624/2587-9367-2021-1\(6\)-8-27](https://doi.org/10.33624/2587-9367-2021-1(6)-8-27)**