

На правах рукописи



БУРБАХ АННА СЕРГЕЕВНА

**ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ
ЕВРОПЕЙСКОЙ КОРЮШКИ (*OSMERUS EPERLANUS EPERLANUS* L.) В
ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ КУРШСКИЙ ЗАЛИВ – РЕКА НЕМАН**

03.02.06 Ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Калининград – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Калининградский государственный технический университет», (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор,
Шibaев Сергей Вадимович

Официальные оппоненты:

Герасимов Юрий Викторович, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук» (ФГБУН ИБВВ РАН), заместитель директора по научной работе

Лукин Анатолий Александрович, доктор биологических наук, профессор, Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Главрыбвод» (ФСГЦР филиал ФГБУ «Главрыбвод»), начальник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН)

Защита состоится «01» июля 2021 г. в 11.00 часов на заседании диссертационного совета Д307.007.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет» по адресу: 236022, Калининград, Советский проспект, д.1, ауд. 255/256.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет».

<http://www.klgtu.ru/science/diss/soviets/dissertatsii/>

E-mail: olga,anohina@klgtu.ru

Факс: 8 (4012) 99-53-46

Автореферат разослан «_____» _____ 2021 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Анохина Ольга Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Европейская корюшка является важным объектом промысла в Калининградской области. Она обитает в Балтийском море, совершает нерестовые миграции через Куршский залив в реки, где и осуществляется ее воспроизводство. Традиционно промысел, начиная с 1930-х годов, велся в Куршском заливе с использованием ставных неводов, которые в советское время принадлежали четырем рыболовецким колхозам. Основу уловов до 1970-х гг. составлял снеток (пресноводная жилая форма корюшки), но потом он исчезает из промысловой статистики. До 1990 г. статистика включала в себя литовский и российский вылов, в том числе уловы в Балтийском море. После распада СССР происходит соответственно и разделение вылова. С 1993 г. вводится система регулирования через общий допустимый улов (ОДУ), которая существовала на протяжении почти 20 лет.

В последние десятилетия произошли существенные изменения биологического и организационного характера, определившие перестройку всего промысла корюшки. В связи с естественными климатическими процессами, лов корюшки в значительных объемах переместился из Куршского залива в реки бассейна, где ведется с использованием других типов орудий лова, в 2012 г. регулирование промысла трансформировалось за счет перехода от общего допустимого улова (ОДУ) к рекомендованному вылову (РВ). Это повлекло за собой, с одной стороны, повышение эффективности освоения рекомендованного вылова (РВ), а с другой привело к неограниченному увеличению количества неводных бригад на реках. В речных уловах в значительной степени встречается снеток, который рыбаками часто регистрируется как корюшка. И, наконец, строительство Балтийской АЭС на реке Неман может иметь негативные последствия для нерестового хода и воспроизводства корюшки.

Все это обуславливает необходимость специального изучения нерестовой части популяции корюшки в транзитной системе Куршский залив – реки бассейна, как основы ее охраны и рационального использования.

Степень ее разработанности темы. Изучению биологии и нерестового хода корюшки в Куршском заливе посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов (Гайгалас, 1968, 1978, 1980; Манюкас, 1959; Науменко, 1988; Носкова, 1968, 1971; Kesminas, 2005; Репе́ска, 1994, 1999; Шибает, 2012; Рябчун, 2020). Нерестовая миграция корюшки в реках бассейна Куршского залива практически не изучалась, имеются лишь некоторые работы литовских ученых (Svagždys, 2009).

Цель и задачи работы. Цель диссертационной работы – характеристика нерестовой части популяции и промысла корюшки в транзитной системе Куршский залив – река Неман.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Описать транзитную систему Куршский залив-река Неман с точки зрения рыбохозяйственного значения для промысла корюшки.
2. Исследовать основные биологические параметры нерестовой части популяции корюшки и ее пресноводной формы снетка.

3. Изучить нерестовый ход корюшки в реках, выявить его особенности в зависимости от гидрометеорологических факторов.
4. Дать характеристику организации промысла корюшки в реках.
5. Определить видовой состав промысловых уловов в период нерестовой миграции корюшки в реки бассейна Куршского залива.
6. Разработать методику видовой идентификации корюшки и снетка.
7. Разработать промысловую модель эксплуатации и дать рекомендации по оптимизации промысла корюшки в реках бассейна Куршского залива.

Научная новизна. В работе оценены биологические параметры нерестовой части популяции корюшки, идущей на нерест в реки бассейна Куршского залива. Изучены закономерности нерестового хода корюшки и его зависимость от гидрометеорологических факторов. Описана характеристика организации ее промысла в реках и предложены пути его оптимизации. Разработана методика видовой идентификации корюшки и снетка в период мониторинга промысла. Рассмотрена возможность перехода к регулированию рыболовства через промысловое усилие и ведения двухвидового корюшко-снеткового промысла в реках.

Теоретическая и практическая значимость работы. Основана необходимость выделения транзитной системы Куршский залив – реки бассейна, обладающей специфической пространственно-временной структурой ихтиоценоза и определяющей условия нерестовых миграций и особенности организации рыболовства. Установлены основные биологические параметры нерестовой части популяции, особенности миграций. Впервые дана характеристика организации рыболовства в транзитной зоне и выявлены факторы, определяющие эффективность промысла корюшки. Показана целесообразность изменения системы управления рыболовством путем перехода на нормирование промыслового усилия и перехода от моно- к двухвидовому корюшко-снетковому промыслу. Построена промысловая модель и определены граничные ориентиры управления, обеспечивающие устойчивое рыболовство.

Методология и методы исследования. В ходе исследований были применены системный анализ, стандартные ихтиологические методики и собственные разработки автора. Анализ полученных данных проводился с использованием математической статистики и регрессионного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

- биологические параметры нерестовой части популяции корюшки и снетка в транзитной системе Куршский залив – река Неман,
- методика видовой идентификации корюшки и снетка в условиях мониторинга промысла,
- возможность организации двухвидового корюшко-снеткового промысла в транзитной системе.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждена значительным объемом собранного и обработанного фактического материала за период с 2012 по 2020 гг. Полученные данные были обработаны с использованием методов математической статистики и математического моделирования.

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях: XIII международная заочная научно-практическая конференция «Научная дискуссия: Вопросы математики, физики, химии, биологии» (Москва, 2014 г.), Третья международная научно-практическая конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (Калининград, 2015 г.); II научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 70-летию атомной отрасли России «Экологическая безопасность АЭС» (Калининград, 2015 г.); III научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 70-летию атомной отрасли России «Экологическая безопасность АЭС» (Калининград, 2016 г.); VI Международный Балтийский морской форум (Калининград, 2018 г.); VII Балтийский морской форум (Калининград, 2019 г.).

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 13 работ, из них 3 статьи – в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки.

Личное участие автора. Автор принимала участие в полевых исследованиях в период с 2014 по 2020 гг., включая работы по постановке сетных орудий лова и проведению неводных заметов. Лично проводила камеральную обработку, определяла возраст, плодовитость, формировала электронную базу данных с применением ИАС «Рыбвод», выполняла математические расчеты, участвовала в подготовке статей и написании диссертации. Автором лично поставлены цели и задачи диссертационной работы, сформулированы выводы.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 128 страницах машинописного текста. Работа содержит 73 рисунка, 26 таблиц, состоит из введения, 7 глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Библиографический список включает в себя 119 источников, 22 из которых на иностранном языке.

1 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для данной работы послужили результаты комплексных рыбохозяйственных исследований реки Неман и мониторинга нерестового хода корюшки на местах промысла в реках бассейна Куршского залива в период с 2012 по 2020 гг. Пробы отбирались из контрольных (сети ставные, мальковая волокуша с шагом ячеи 4 мм) и промысловых (речные закидные невода с шагом ячеи 11-12 мм, длиной 36, 40, 60, 90 и 120 м) орудий лова. Массовые промеры проведены для 46,4 тыс. экземпляров, из них для 36,2 тыс. экземпляров массовые промеры проводились с определением пола и стадии зрелости, что в дальнейшем позволило определить период интенсивности нерестового хода. Биологический анализ выполнен для 6,3 тыс. особей. Пробы на плодовитость отбирались у самок с IV стадией зрелости (259 шт.). Использовались стандартные методики сбора и обработки биологического материала (Правдин, 1966).

Для определения возраста в качестве регистрирующих структур использовались отолиты (Чугунова, 1959). Обратные расчисления длины рыб по радиусам годовых колец отолитов проводились по методике С.В. Шибаева (1986, 2004). Всего возраст был определен для 2,8 тыс. экз., обратные расчисления выполнены для 166

экз. В основу исследований особенностей роста корюшки по данным обратных расчетов было положено формальное представление этого процесса с использованием уравнения Бергаланфи (Бергаланфи, 1938), параметры которого определялись методом Форда-Уолфорда (1946).

Оценка оптимальных параметров промысла осуществлялась с применением когортного анализа (Pore, 1972) и модифицированной аналитической модели Рикера (Ricker, 1944; Шибаев, 2015).

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЫ КАК СПЕЦИФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЙ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ И ВЕДЕНИЯ ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ

В настоящей работе вводится понятие «транзитная система Куршский залив-река Неман». К транзитной системе относится нижняя часть Немана (рукав Скирвит, река Витине, река Атмата) и река Матросовка. При этом она не всегда ограничивается именно этой акваторией, т.к. через нее корюшка мигрирует к местам нереста, который может проходить как выше по течению, так и на этой территории в зависимости от наступления нерестовых температур и продолжительности нерестового хода. В данной зоне в весенний период формируется специфический временный ихтиоценоз, представленный корюшкой и снетком, которые являются объектами промышленного рыболовства, организованного здесь иначе, чем в Куршском заливе. Гидрометеорологические условия в этой зоне определяют продолжительность и интенсивность нерестового хода, и, как следствие, эффективность ведения промысла.

Общая протяженность реки Неман составляет 937 км. Площадь всего бассейна – 98,2 тыс. км². Начинается река в Республике Беларусь, в среднем течении Неман протекает по территории Республики Литвы, в нижнем – по границе между Калининградской областью и республикой Литва, где впадает в Куршский залив Балтийского моря. В районе литовского города Русне Неман делится на два рукава. Первый рукав - река Скирвит, второй рукав – река Атмата – продолжает течение основной реки. В 48 км от устья Немана на запад отделяется река Матросовка. Ширина русла реки Матросовка составляет 60-70 м, глубина 1,5-3,0 м, скорость течения не превышает 0,7 м/с. В русле много перекатов и отмелей (Маркова, 1999).

Экологические условия в транзитной зоне благоприятны как для воспроизводства корюшковых (корюшка и снеток), так и нагула молоди на ранних стадиях развития.

Ихтиофауна реки Неман представлена собой комплекс жилых видов рыб, к которым относятся плотва, окунь пресноводный, уклея, лещ, щука, ерш пресноводный, но их численность и биомасса довольно низкая. В отдельные периоды река становится транзитной зоной для нерестовой миграции целой группы видов рыб, обитающих в Балтийском море и Куршском заливе. Ранней весной (март) в Неман на нерест заходят корюшка и снеток. Позднее (апрель-май) совершают нерестовые миграции лещ, плотва, густера, судак, окунь пресноводный и минога. Поздней весной и осенью – рыбец. Осенью в реке нерестятся лосось атлантический и кумжа,

зимой - налим (Gaigalas, 2001, Kesminas, 2005, Шибяев и др., 2012). Вместе с тем, в период нерестового хода корюшки в транзитной зоне формируется специфический состав ихтиофауны, структура которого обуславливает особенности путинного лова. В составе промысловых уловов в реке Скирвит - 10 км от устья - обнаружено 22 вида рыб. По численности в уловах преобладает корюшка – 74% и снеток (25%), в промысловой статистике большая часть которого указывается как корюшка. Реже встречаются ерш и колюшка трехиглая (1%), остальные виды встречались в уловах случайно (Рисунок 1).

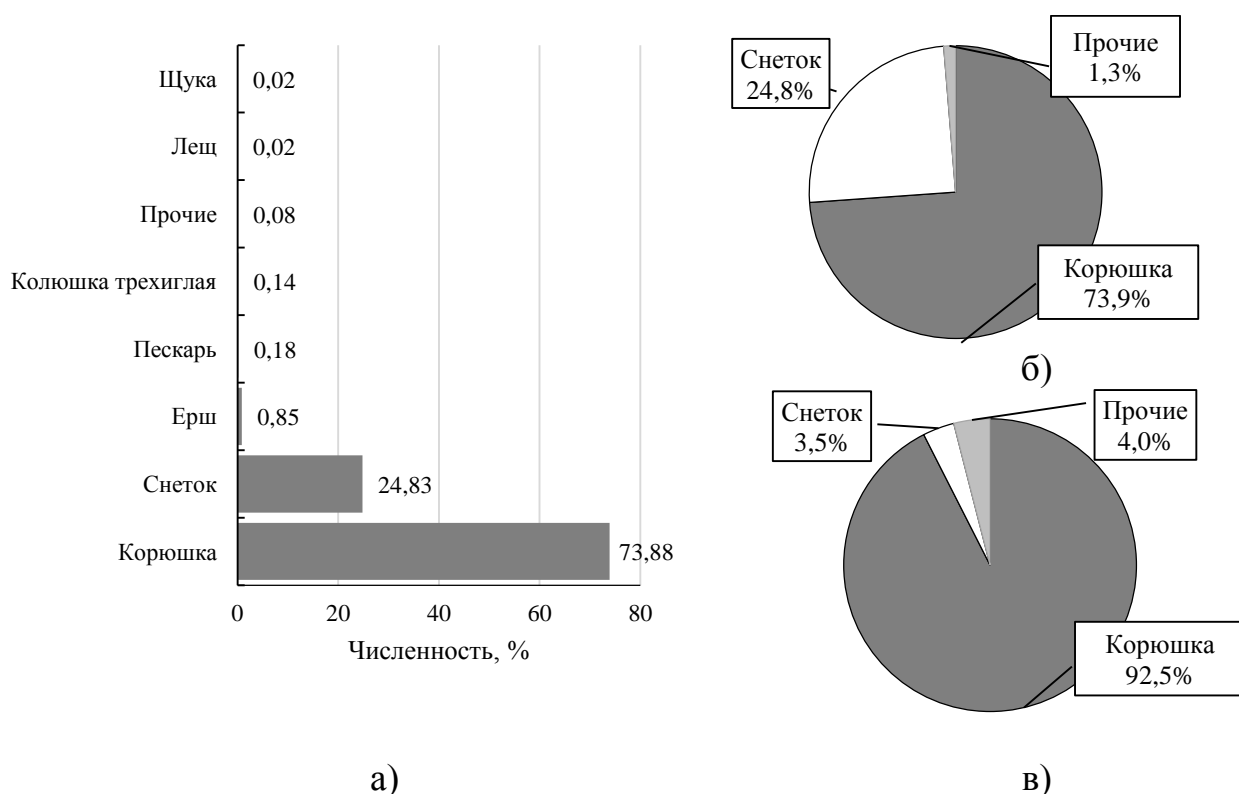


Рисунок 1 - Видовая структура рыб в промысловых уловах в реке Неман (рукав Скирвит), 2011-2020 гг.: (а) по численности; (б) обобщенная видовая структура по численности; (в) обобщенная видовая структура по биомассе

Такая структура ихтиоценоза сохраняется в течение достаточно короткого времени – до 1-1,5 месяцев, после окончания нерестового хода корюшки и снетка, происходит восстановление типичного видового состава. Знание видовой структуры в определенный период времени позволяет оценить степень специализации промысла по отношению к целевому виду. Прилов сопутствующих видов возможен только до или после окончания корюшковой путины, что требует четкого определения ее сроков, исходя из учета гидрометеорологических условий и фактической структуры промысловых уловов в данный момент времени.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ В ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ КУРШСКИЙ ЗАЛИВ – РЕКА НЕМАН

В транзитной речной системе пользователи ведут промысел на реках Неман, которая в нижней части распадается на рукава – Скирвит – по сути являющийся

нижней частью основного русла Немана, и Матросовка. Рукава Немана Витине, Пакальне и Атмата, расположенные с литовской стороны, служат дополнительными путями захода на нерест в основную реку. На российской стороне реки Неман (рукав Скирвит) бригады располагаются в основном до литовского города Русне. Литовские рыбаки на данном участке имеют такое же расположение. С 2018 г. на реке Неман появилась постоянная бригада в 20 км от устья (п. Левобережное), что позволяет рыбакам ловить рыбу, заходящую на нерест через реку Атмату, и является максимально удаленной от устья точкой промысла российских рыбаков.

Помимо рек Скирвит и Неман промысел корюшки на российской стороне хорошо развит на реке Матросовка – это левый крупный рукав Немана. Здесь бригады располагаются от устья до поселка Заповедное (Рисунок 2) (Бурбах и др., 2019). В связи с увеличением количества пользователей и нехваткой тоневых участков с 2020 года к списку рек, где организован промысел, добавляется река Дейма (Бурбах и др., 2021).

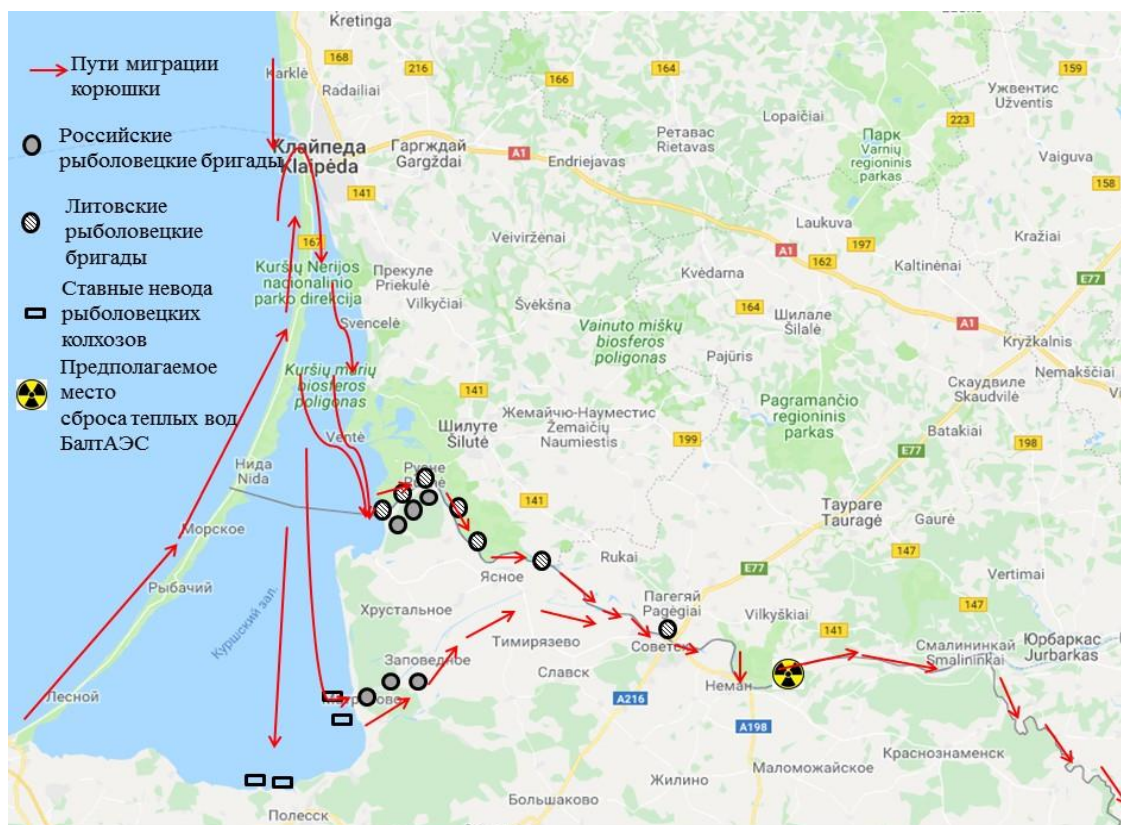


Рисунок 2 - Размещение рыболовецких бригад на реках и пути нерестовой миграции корюшки

Общее количество бригад, занятых на промысле в реках, колеблется в пределах от 17 (2011 год) до 69 (2018 год). Каждая бригада использует один обычно безмотенный невод длиной 120, 90, 36 или 40 м, высотой 6-9 м, с шагом ячеи 11-12 мм. В последние годы отмечено, вновь входящие в промысел пользователи предпочитают использовать невода с меньшими размерами (длиной 36 и 40 м), что связано с их меньшей стоимостью и не требуют применения специального оборудования (турачки, трактора). За сутки каждая бригада выполняет в среднем 11-18 притонений, которое производится по течению в направлении берега. Каждый замет

длится от 30 минут до 1 часа. Средний суточный вылов на одну бригаду колеблется в пределах 60-500 кг.

Период промысла изменяется в очень широких пределах в зависимости от погодных условий конкретного года. Вместе с тем, продолжительность интенсивного промысла насчитывает всего 5-7 дней, хотя при медленном прогреве воды может растягиваться до 10 дней. Признаком окончания нерестового хода корюшки является увеличение прилова ерша до 5-10%.

В суточном аспекте пик хода на реке Неман (рукав Скирвит) и в устьевых участках реки Матросовки приходится на ночное время с 23.00 до 05.00 часов, днем нерестовой ход ослабевает или прекращается. Отмечено, что в устьевой части реки Матросовки корюшка также идет ночью, а на участках выше Приморского канала интенсивный ход наблюдается в дневное время, реже в ночные и предутренние часы, однако, причина этого явления пока не ясна.

После перестройки (с 1993 г.) регулирование промысла корюшки осуществлялось на основе оценки общего допустимого улова (ОДУ), и промышленная квота была распределена между четырьмя рыболовецкими колхозами по историческому принципу. Такая система не вполне соответствовала биологии вида: из-за резких колебаний интенсивности нерестового хода корюшки, квота часто недоосваивалась. В 2012 г была внедрена система регулирования рыболовства через установление рекомендованного (возможного) вылова (РВ/ВВ). В результате доступ к лову получили все желающие пользователи на основании договоров пользования водными биоресурсами, и добыча корюшки осуществляется по «олимпийской системе». Это позволило повысить эффективность рыболовства. Так, если до 2012 года освоения ОДУ составляло в среднем 38%, то с 2012 года этот показатель возрос до 81%. Вместе с тем, встала проблема неограниченного роста количества пользователей, которая при существующей законодательной базе не может быть решена.

Корюшка, отлавливаемая в реках и в самом Куршском заливе, является одной популяцией, поэтому для этих промысловых районов устанавливается единая величина РВ. С биологической точки зрения это является совершенно правильным, но с точки зрения управления рыболовством это вносит определенные затруднения в получение достоверной информации о результатах и эффективности промысла в реках и заливе. В связи с этим, для понимания роли рек в формировании общего улова корюшки был проведен мониторинг промышленного лова непосредственно в рыболовецких бригадах, расположенных в транзитной зоне, а также привлечены данные по промысловым журналам и 5-ти суточным отчетам пользователей, в которых имеется информация о типах используемых орудий лова, в частности о закидных неводах.

В 1990-е гг. вылов корюшки колебался в широких пределах – от 24 до 541 т, составляя в среднем 188 т. Максимальный вылов в тот период был отмечен в 1992 г. (541 т), в последующие годы происходит снижение уловов. Это может объясняться как биологическими причинами, так и сложностями, которые были в отрасли в тот период. С 2000-х гг. намечается тенденция перемещения промысла в

транзитную систему, вылов в которой иногда обеспечивает более 50% всего объема. Так, в 2015 и 2016 гг. в реках были максимальные уловы (257 и 286 т соответственно), наименьшие уловы и освоение РВ отмечены в 2014 и 2017 гг. (Рисунок 3).

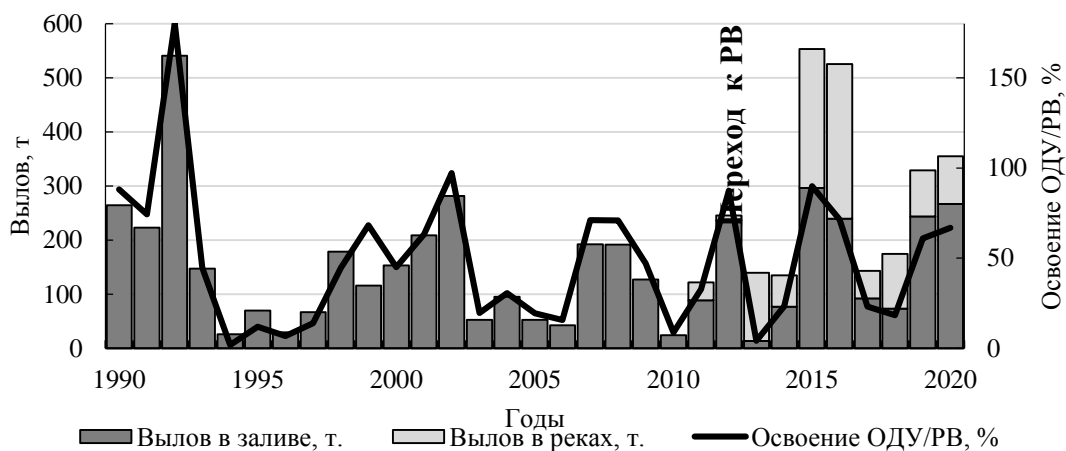


Рисунок 3 – Динамика вылова и эффективность промысла корюшковых (корюшка и снеток))

Специфика нерестового хода корюшки и существующая система регулирования приводят к тому, что в отдельные годы величина вылова существенно превышает установленные ограничения, особенно данное явление характерно для тех периодов, когда промысел ведется преимущественно в реках. При достижении вылова, равного 70% от рекомендуемого, начинается процедура прекращения промысла, которая может занимать до нескольких недель, в то время как период активного промысла корюшки длится всего 5-15 дней. В этой связи встает вопрос о необходимости специального подхода к регулированию рыболовства, например, через ограничение промыслового усилия, которое применяется в Литве. При этом, несмотря на превышение РВ/ВВ в отдельные годы, данное обстоятельство не оказывает отрицательного воздействия на запас корюшки. Периодические колебания запаса и уловов, которые имеют естественные причины, проявляются приблизительно каждые пять лет, что согласуется с жизненным циклом данного вида.

4 ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВОГО ХОДА КОРЮШКИ В ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ И ФАКТОРЫ ЕГО ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ



Сроки нерестовой миграции корюшки в транзитной системе Куршский залив-река Неман находятся в диапазоне с конца февраля до середины апреля и зависят от гидрометеорологических условий. Наиболее раннее начало миграции корюшки отмечено в 2015, 2016 и 2020 гг., что было связано с благоприятными погодными условиями и быстрым прогревом воды до нерестовых температур по сравнению с другими годами. В 2013 и 2018 гг. сроки миграции вышли за рамки средних величин и пришлись на конец марта – середину апреля (таблица 1). Начало и конец нерестового хода характеризуются невысокими уловами (5-10% от общего), в период интенсивного хода добывается от 35 до 75% всего вылова за путину.

Учитывая крайне высокую межгодовую вариабельность уловов в реках, были проанализированы основные гидрометеорологические факторы, которые могут

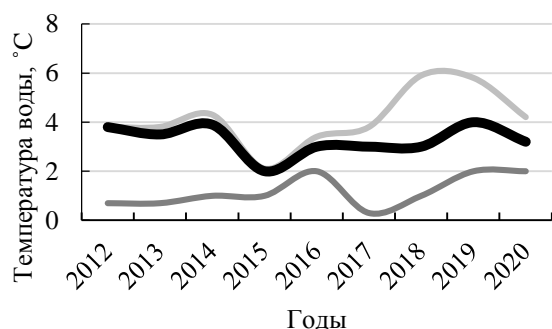
оказывать влияние на нерестовой ход корюшки. К ним относятся: температура воды в начале и конце нерестового хода, скорость прогрева воды, день захода рыбы в реки (продолжительность светового дня), ветровая обстановка, дальность нерестового хода.

Таблица 1 - Динамика нерестового хода корюшки в транзитной системе Куршский залив-река Неман

Год	Вылов в реках, т	Февраль 27-28	Март											Апрель								
			1	3	11	14	16	18	20	23	25	28	31	1	6	9	10	12	14	16	18	
2012	10																					
2013	126																					
2014	58																					
2015	257																					
2016	286																					
2017	51																					
2018	101																					
2019	85																					
2020	88																					

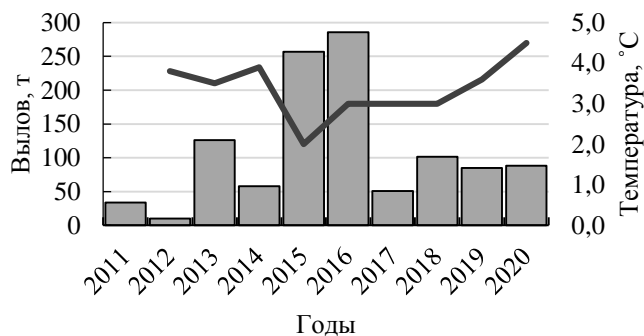
Примечание:  - периоды интенсивного хода корюшки
 - границы нерестовой миграции

В исследованный почти десятилетний период корюшка появляется в реке при температуре 1,0-1,5°C, заканчивается нерестовая миграция при температуре воды около 4-6°C, период интенсивного хода наблюдается при температуре 3,0-3,8°C (Рисунок 4).



— Температура в начале нерестовой миграции
 — Температура в конце нерестовой миграции
 — Температура в период интенсивного хода

а)



— Вылов в реках, т
 — Температура в пик нерестового хода, °C

б)

Рисунок 4 - Температурный режим (а) в период нерестовой миграции корюшки и (б) его влияние на вылов корюшки в реках бассейна Куршского залива

При этом установлено, что температура влияет скорее не на величину вылова и продолжительность миграции, а на время захода и прекращение миграции, это в свою очередь определяет результаты промысла. Так, в 2012, когда средняя температура в период интенсивного хода была 3,5°C, вылов в реках составил 252 т, а в 2014 году при таком же значении температуры вылов был 54 т. При среднем значении температуры 3°C в период интенсивного хода уловы различаются, составив 275 и 50 т в 2016 и 2017 гг. соответственно.

Другим важным фактором, определяющим нерестовую миграцию, является скорость прогрева воды. При медленном прогреве нерестовый ход плавный и продолжительный, соответственно и уловы на усиление невысокие, но при этом общий вылов выше, чем в годы, когда период прогрева короткий. Наиболее продолжительные миграции отмечены в 2015 и 2016 гг. (23 и 30 дней соответственно), тогда же были и максимальные уловы в реках и составили 257 (2015 г.) и 286 т (2016 г.) (Рисунок 5). В то же время, скорость прогрева оказывает воздействие в комплексе с другими гидрометеорологическими факторами, что не позволяет напрямую провести корреляционный анализ. Так в 2018 гг. продолжительность нерестового хода составила 22 дня, а вылов оказался невысоким.

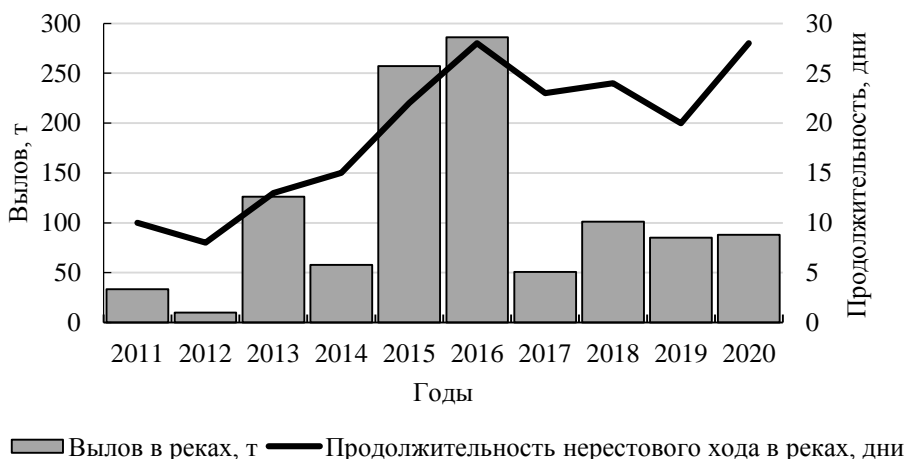


Рисунок 5 - Зависимость между выловом корюшки и продолжительностью нерестовой миграции

Исследование временной динамики нерестового хода показало, что дата его начала не всегда коррелируется с температурой воды, а имеет собственное детерминирующее значение.

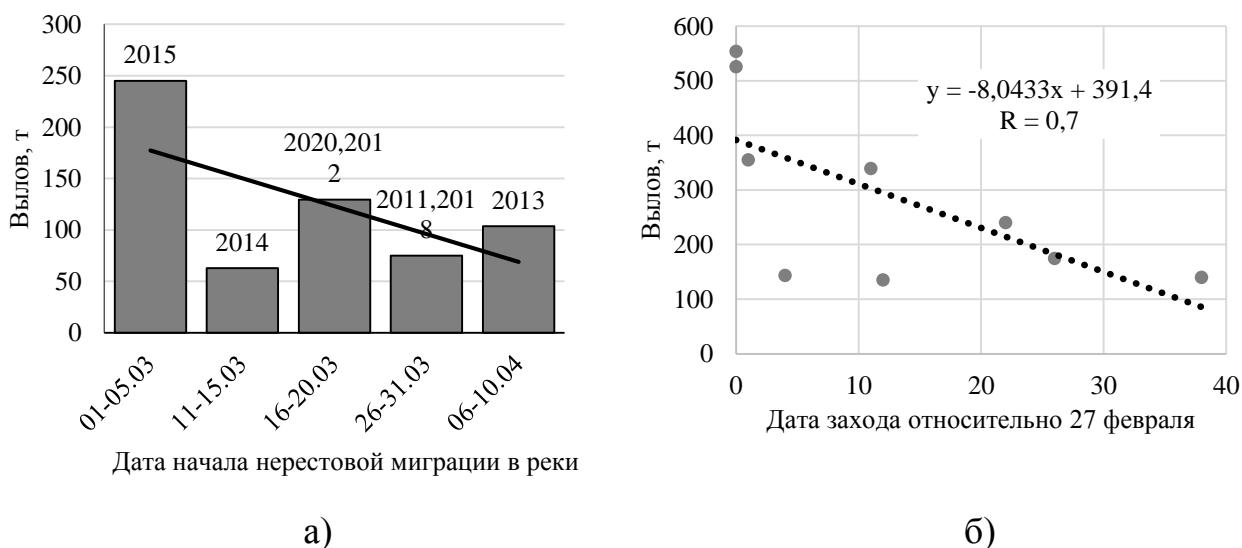


Рисунок 6 - Зависимость между выловом корюшки и днем захода в реки бассейна Куршского залива: (а) в зависимости от даты захода; (б) относительно даты самого раннего захода

Установлено, что при более раннем заходе – величина вылова выше (коэффициент корреляции – 0,7, что говорит о высокой зависимости). И наоборот, чем позднее температура воды достигает оптимальной для начала нерестового хода, тем меньше оказывается величина улова (Рисунок 6).

Одной из важнейших характеристик нерестового хода корюшки является его протяженность. Знание ее имеет важное значение для решения следующих задач: 1) определение расположения нерестилищ; 2) выявление мест возможной дислокации промысла вверх по течению реки Неман; 3) оценка возможного влияния строящейся Балтийской АЭС на эффективность естественного воспроизводства корюшки. Установлено, что основные нерестилища корюшки находятся в дельте реки Неман - рукава Скирвит, Атмата, Витине, которые расположены на протяжении 20 км, и реке Матросовке (40 км от устья), а также за пределами дельты на участке реки Неман. Максимальная точка подъема корюшки была отмечена в 2012 году (120 км от устья реки), в среднем же корюшка поднимается до 40 км. Регрессионный анализ позволил установить, что величина вылова корюшки находится в экспоненциальной зависимости от расстояния от устья с высокой степенью корреляции $r=0,84$ (Рисунок 7).

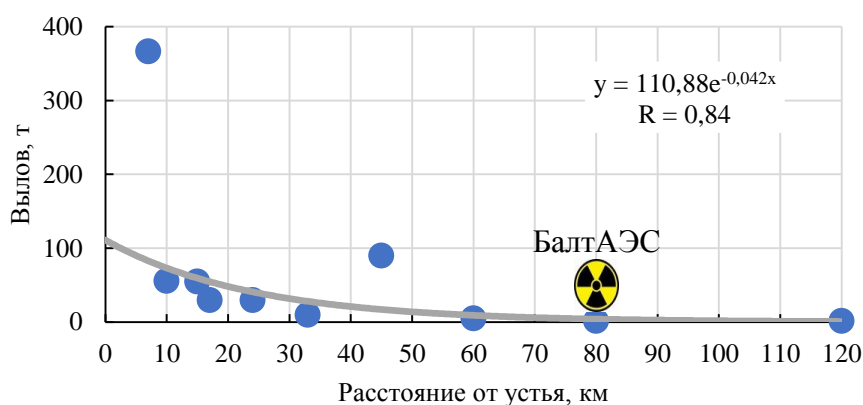


Рисунок 7 - Величина вылова корюшки на разном расстоянии от устья реки Неман в 2012 году

В связи с тем, что точку сброса технологических вод со строящейся Балтийской АЭС планируется расположить на 80-м км реки, можно предположить, что в этой зоне будет образован тепловой барьер, препятствующий нерестовой миграции корюшки вверх по течению. Использование полученной зависимости (Рисунок 7) позволяет рассчитать, что доля рыб, которые не смогут преодолеть температурный барьер, составит 0,5% от общего нерестового запаса. Это может служить оценкой возможного негативного влияния Балтийской АЭС.

5 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НЕРЕСТОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ КОРЮШКИ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ В РЕКАХ

Изучение биологических параметров нерестовой части популяции корюшки в реках до настоящего времени подробно не проводилось, вместе с тем их знание

является необходимым, для построения промысловых моделей, оценки граничных ориентиров промысла, расширения знаний по биологии вида. Учитывая это, были исследованы размерно-возрастная структура в разные периоды миграции, половая и репродуктивная структуры, рост и его изменчивость с помощью обратных расчетов, а также определен коэффициент общей смертности, необходимый для моделирования популяции.

В среднем размеры корюшки в уловах варьировали в пределах от 9 до 22 см при модальной группе 12-16 см, средняя масса изменялась от 10 до 83 г. Несмотря на тот факт, что нерестовой ход корюшки занимает относительно короткое время, оказалось, что структура нерестовой части популяции подвержена закономерным колебаниям в зависимости от периода миграции. Обычно в начале доминируют крупные особи, затем происходит снижение средних размеров, к концу хода возрастает доля мелких особей (Рисунок 8). Поскольку в разные периоды миграции структура популяции неодинакова, это необходимо учитывать при организации мониторинга нерестового хода корюшки: взятие единоразовых проб недостаточно для оценки размерно-возрастной структуры нерестового запаса. Сбор данных должен проводиться в течение всего нерестового хода или же быть приурочен к его пику, который точно предсказать достаточно трудно. В особенности это важно при проведение виртуально-популяционного анализа (VPA), для которого необходимы данные по возрастной структуре уловов.

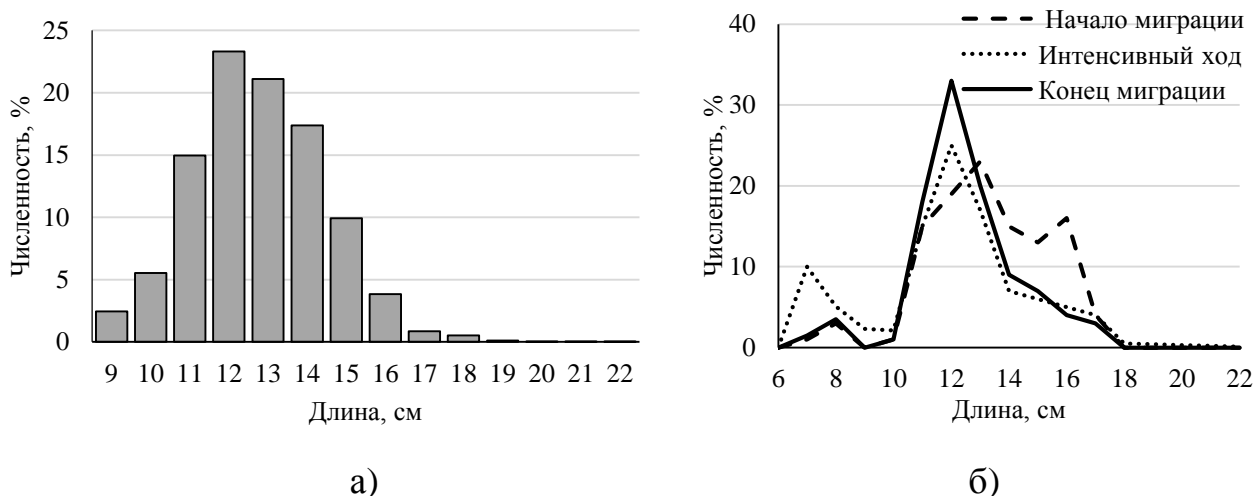


Рисунок 8 - Размерная структура нерестовой части популяции корюшки: обобщенная в период с 2012 по 2018 гг.(а); в разные периоды нерестового хода корюшки в 2013 г. (б)

Для выявления закономерностей линейного и весового роста корюшки, были использованы два способа: описание роста с помощью уравнения Бергаланфи по наблюдаемым данным и использование той же функции для аппроксимации результатов обратных расчетов, выполненных на основании промеров отолитов. Применение метода обратных расчетов в свою очередь позволило: 1) получить данные по размерным показателям неполовозрелой части популяции корюшки, которая не присутствует в нерестовой части популяции, 2) оценить межгодовую из-

менчивость роста и 3) получить дополнительную информацию для видовой идентификации одноразмерных корюшки и снетка (Рисунок 9). Сопоставление результатов различных способов оценки размерно-весовых показателей свидетельствует о том, что рост корюшки довольно стабилен. Это позволяет: 1) сделать вывод, что достаточно большие межгодовые изменения численности корюшки не выходят за пределы емкости среды и 2) применять рассчитанный по наблюдаемым данным размерно-возрастной ключ в течение некоторого периода времени без его уточнения.

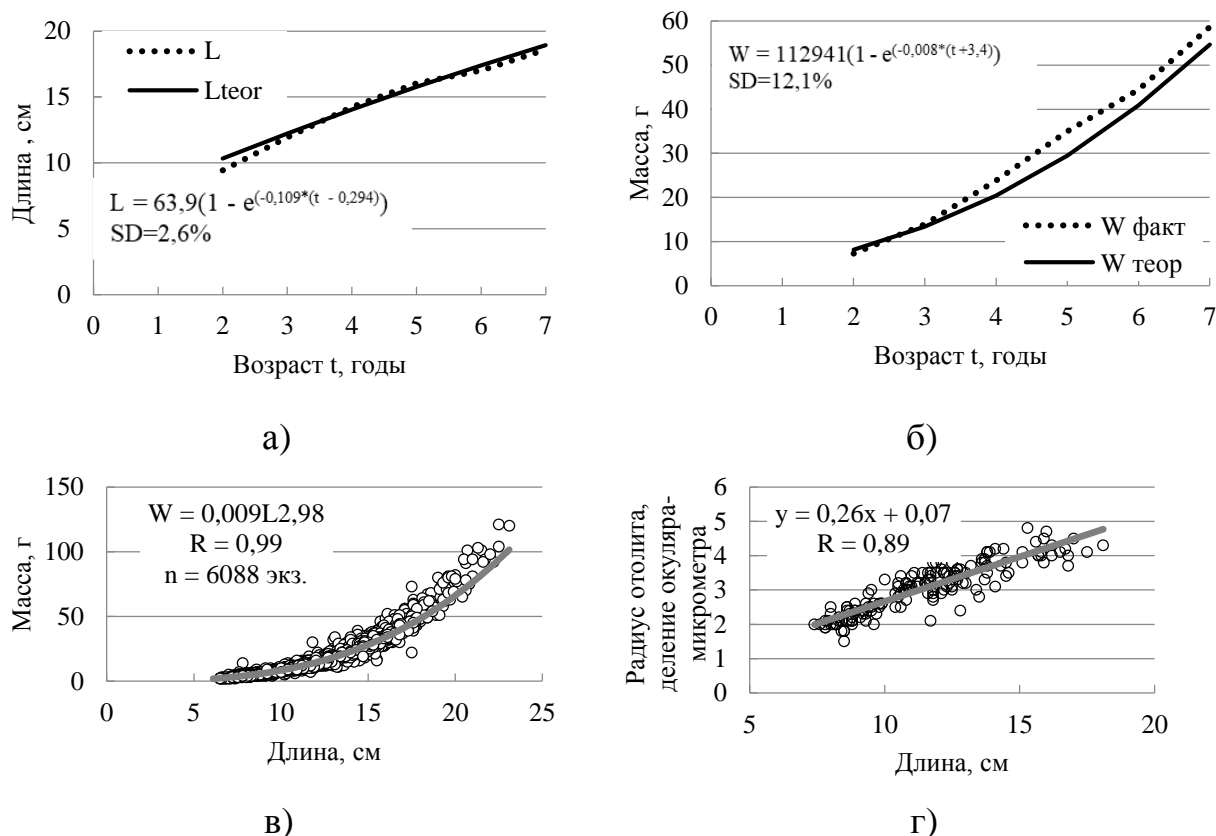


Рисунок 9 – Характеристика роста корюшки в реках бассейна Куршского залива по наблюдаемым данным и обратным расчислениям: наблюдаемые данные и теоретический рост: линейный (а); весовой (б); зависимость длина-масса (в); зависимость между радиусом отолигов и длиной рыбы (г)

Трансформация размерной структуры в возрастную показала, что уловы корюшки в реках представлены особями в возрасте от 2 до 7 лет, доминируют рыбы в возрасте 3-4 лет (65,9%). Доля старших возрастных групп невелика, лишь в уловах 2018 г. доля рыб в возрасте 6 лет составила 14,3% (Рисунок 10).

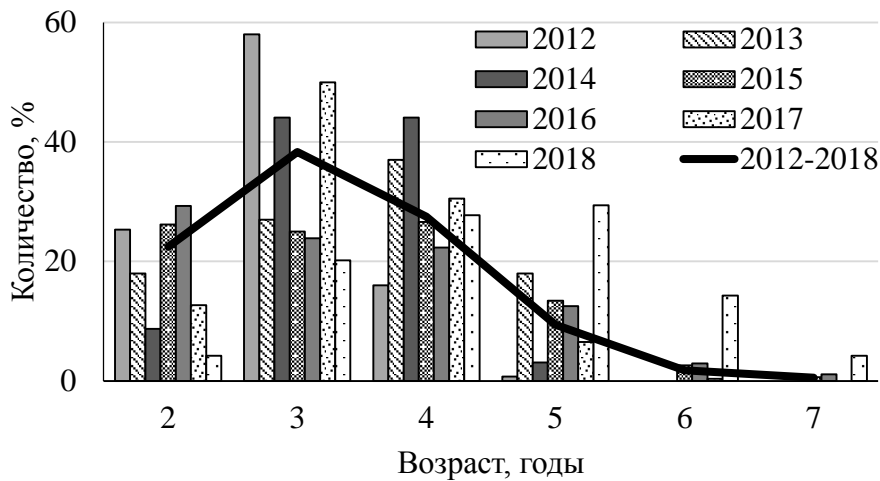


Рисунок 10 – Динамика изменения возрастной структуры корюшки в реке Неман за период 2012-2018 гг.

С целью оценки граничных ориентиров промысла, за который принимался показатель нерестового запаса (SSB), был проведен анализ воспроизводительной способности популяции корюшки, которая определяется несколькими факторами: соотношение полов, темп полового созревания и плодовитость. Корюшка Куршского залива Балтийского моря становится половозрелой на втором году жизни. Соотношение самок и самцов в нерестовой части популяции равно 1:1, но в течение периода миграции оно изменяется: в начале преобладают самцы (1,5:1), затем количество самок возрастает, а самцов – снижается (1:2), в конце хода отмечается преобладание самцов над самками (1,5:1).

Плодовитость корюшки, заходящей на нерест в реки, колеблется в пределах 2,1-46,0 тыс. шт., что согласуется с литературными данными (Манюкас, 1959). Абсолютная индивидуальная плодовитость (Ea) находится в зависимости от массы самки и хорошо описывается линейной функцией с коэффициентом корреляции $R=0,90$ (Рисунок 11).

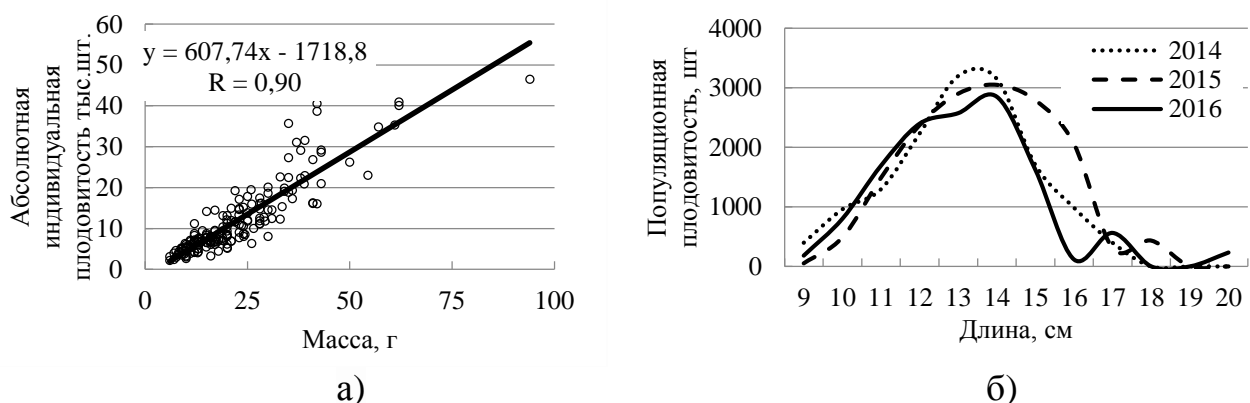


Рисунок 11 – Репродуктивные особенности нерестовой части популяции корюшки: зависимость абсолютной индивидуальной плодовитости от массы самки (а); популяционная плодовитость корюшки Куршского залива (б)

С целью расчета популяционной плодовитости (Ep) была использована модифицированная формула В.С. Ивлева (Ивлев, 1953). Согласно проведенным расче-

там, максимальный вклад в воспроизводство популяции корюшки вносят рыбы размером 11-14 см в возрасте 3-4 года, что закономерно объясняется их большим количеством, минимальный вклад принадлежит рыбам с наименьшими и наибольшими размерами (Бурбах и др., 2016).

Оценка коэффициента общей смертности (Z) корюшки проведена несколькими методами по возрастной структуре (метод Баранова (Баранов Ф.И., 1918), метод Бивертон-Холта (Biverton, Holt, 1957), метод Гейнке, метод аппроксимации (Шибяев, 2015)). Все эти методы дали несколько различающиеся значения $Z=0,4-1,1$ 1/год, в среднем $Z=0,8$ 1/год.

Оценка численности популяции корюшки проводилась методом виртуально-популяционного анализа (VPA) (вариант – когортный анализ Поупа (Pope, 1972, Бабаян, 1988) с использованием данных по возрастному составу и коэффициентам смертности. Ввиду того, что величина естественной смертности неизвестна настройка VPA велась путем варьирования задаваемых коэффициентов естественной (M) и промысловой (F) смертностей в пределах оцененного значения Z . Результаты расчетов показали, что независимо от значений коэффициентов смертности колебания рассчитанной численности в большинстве случаев находятся в противофазе с колебаниями величин уловов, что невозможно по определению (Рисунок 12).

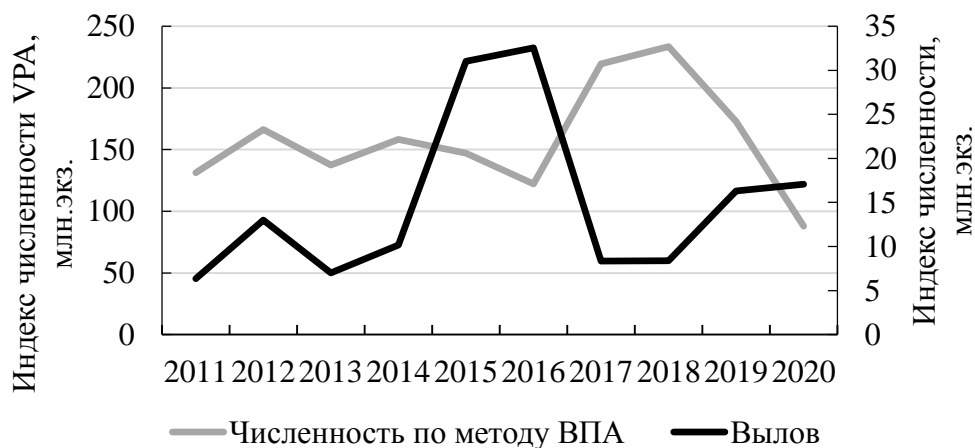


Рисунок 12 – Результат настройки ВПА (когортный анализ Поупа) при $F=0,53$; $M=0,33$

Отсюда следует вывод, что уловы корюшки определяются не столько численностью запаса, а сколько промысловыми условиями в каждом году. Именно поэтому зачастую наблюдалась картина, когда величина ОДУ/РВ либо существенно недоосваивалась, либо значительно превышалась в отдельные годы, но это не оказывало отрицательного воздействия на популяцию в последующие годы.

6 РОЛЬ СЕТКА В ФОРМИРОВАНИИ ИХТИОЦЕНОЗА В ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ КОРЮШКИ

Важной особенностью динамики структуры уловов во время корюшковой пугины является четкое проявление мелкогазмерных групп, которые, как было установлено на основании анализа контрольных обловов мелкаячейным неводом, представлены жилой формой корюшки – сетком. На протяжении достаточно продолжительного периода времени этот вид играл заметную роль в промысле Куршского

залива. Так, до 1990-х гг. основу уловов корюшковых составлял именно снеток, доля которого в среднем доходила до 60%. Затем с середины 1990-х гг. он практически исчезает из статистики, и лишь в отдельные годы улов снетка достигает до 10% (Рисунок 13).

Мониторинг корюшковой путины в реках, проводимый в настоящих исследованиях с 2012 года, показывает, что снеток является важным компонентом уловов и в отдельные годы его значение достигает 40% в вылове неводами с шагом ячеи 11-12 мм. Рыбаки чаще всего сдают снетка под видом мелкой корюшки или же выпускают его в водоем, путем оставления невода в воде после замета на кольях. Учитывая, что ячея 11-12 мм в применяемых неводах не является для снетка препятствием, он свободно уходит из невода, и в улове остается только корюшка.

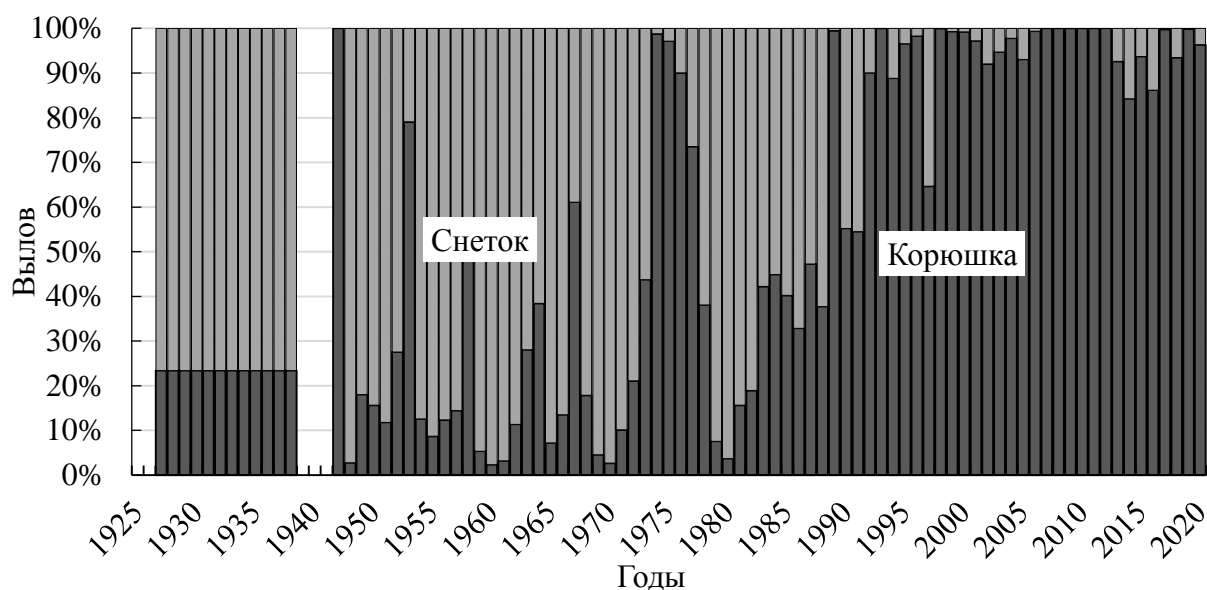
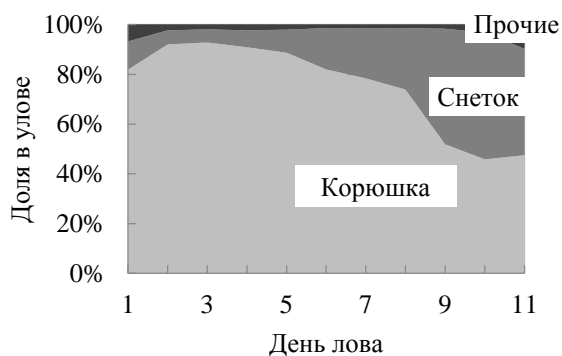


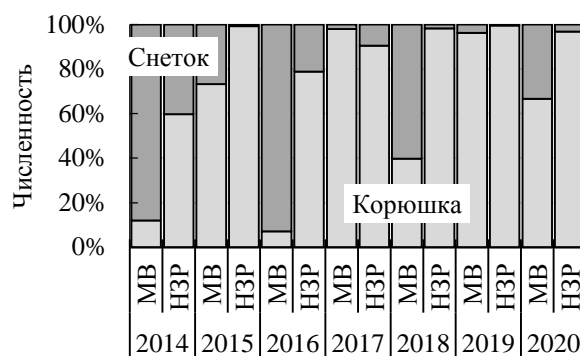
Рисунок 13 - Видовая структура промысловых уловов корюшковых по данным промысловой статистики

С целью оценки фактической видовой и размерной структуры ихтиоценоза рыб в период нерестового хода параллельно с промысловым ловом в реках, были проведены контрольные обловы мелкочейным неводом с шагом ячеи 4 мм. Установлено, что в период корюшковой путины в промысловых уловах до момента пока температура воды не повысится до 3,5-4,5°C доминирует корюшка, после этого в уловах появляется значительное количество снетка. Вслед за ним мигрируют ерш и трехглая колюшка (группа «прочие» на рисунке 14) (Бурбах и др., 2016).

В структуре ихтиоценоза мигрирующих рыб в контрольных уловах мелкочейным неводом часто доминирует снеток, составляя до 90%. Это приводит к тому, что в промысловых орудиях большая часть улова в годы с высокой долей снетка проскакивает через ячею 11-12 мм и, таким образом, предопределяет низкую эффективность лова (Рисунок 14).



а)



б)

Рисунок 14 - Видовая структура уловов: по дням лова, 2013 г. (а); видовая структура в контрольных (МВ – мальковая волокуша яч. 4 мм) и промысловых уловах (НЗР – невод речной закидной яч. 11-12 мм) (б)

Таким образом, снеток является вторым значимым компонентом корюшковой путины. При этом возникает проблема видовой идентификации, для чего были определены два признака, которые могут использоваться для разделения данных видов: 1) наличие специфических паразитов 2) размер рыбы (Бурбах и др., 2018).

Первый признак определялся в процессе биологического анализа рыбы. Фиксировалось наличие или отсутствие в плавательном пузыре рыбы нематоды *Cystidicola farionis* при определенном размере рыбы. Развитие нематоды происходит с участием промежуточного хозяина – реликтового рачка-бокоплава *Pontoporeia affinis*, который обитает в Балтийском море, является излюбленным объектом питания корюшки (Бауэр, 1977; Евдокимова и др., 2014; Евдокимова и др., 2018).

Вторым признаком является размер рыбы. Снеток достигает половозрелости в возрасте 1 года при длине 4-5 см, средняя же его длина в уловах составляет 6-9 см. Размерные структуры снетка и корюшки перекрываются в диапазоне длин 8-9 см, для рыб этих размеров и возникает проблема видовой идентификации. Используя данные по зараженности рыб нематодой, была определена видовая структура этих размерных групп. Оказалось, что размерные группы 6-8 см представлены только снетком, а размерная группа 9 см состоит более чем на 90% из корюшки (Рисунок 15). Учитывая достаточно высокую погрешность промысловой статистики, в последующем можно принять, что все рыбы длиной менее 9 см относятся к снетку, а более крупные - к корюшке, это можно использовать при регулировании рыболовства и оценке объемов вылова.

Помимо двух указанных признаков, обнаружено различие в индивидуальной плодовитости одноразмерных корюшки и снетка, знание которых может служить дополнительным идентификатором при мониторинге промысла (Бурбах и др., 2018).

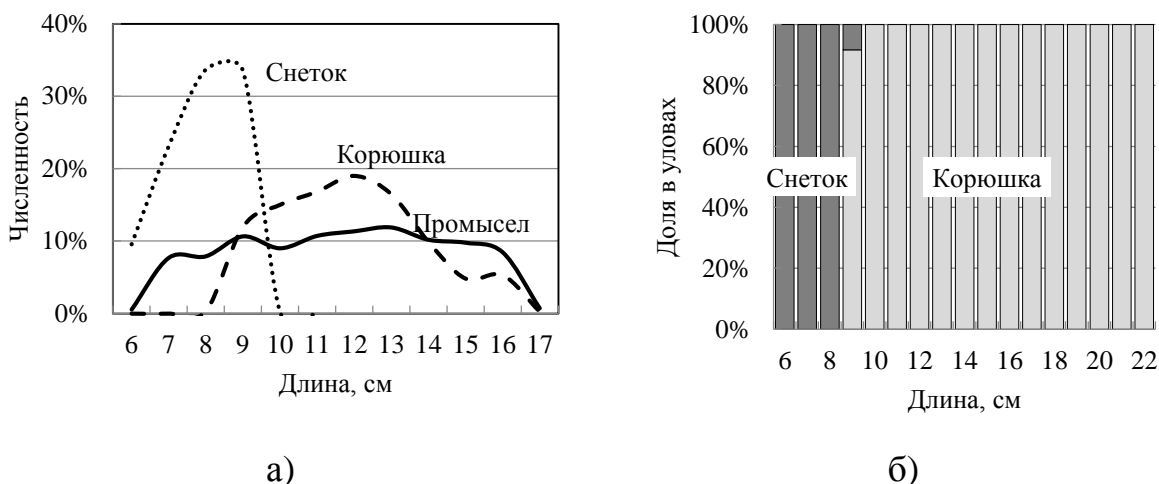


Рисунок 15 – Идентификация корюшки и снетка по размеру рыбы: (а) размерная структура контрольных и промысловых уловов корюшки и снетка; (б) размерно-видовая структура промысловых уловов (пересчитанная с учетом зараженности нематодой *Cystidicola farionis*)

В реках в период корюшковой путины средняя длина снетка колебалась от 6 см до 9 см, средняя масса изменялась от 5 до 9 г. Снеток встречался в уловах в возрасте 1-3 лет, рыбы в возрасте 3 лет были отмечены в 2012 и 2017 гг., их доля составила 3,9% (Рисунок 16).

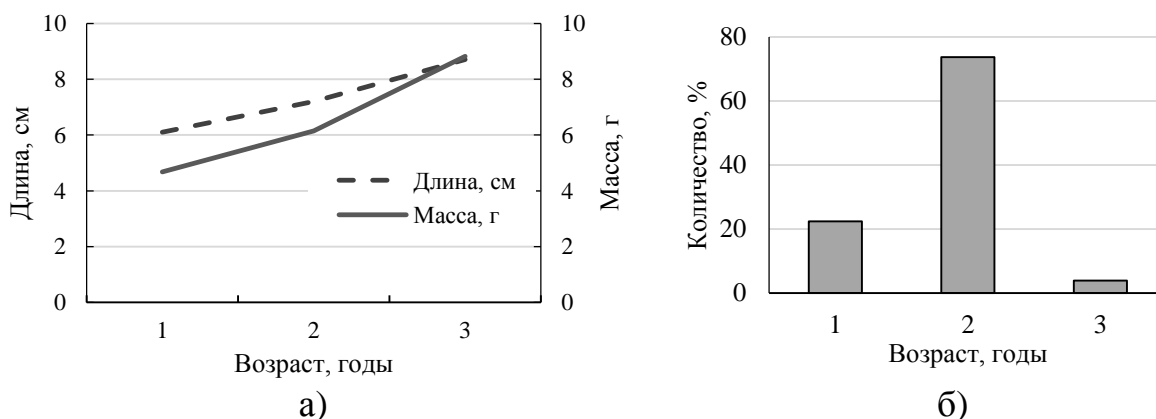


Рисунок 16 – Биологические параметры снетка в уловах в транзитной системе Куршский залив-река Неман: (а) линейный и весовой рост; (б) возрастная структура

Сравнение размерно-весовых показателей снетка отдельно в реке Скирвит (рукав реки Неман) и реке Матросовка показало, что в отличие от корюшки, нерестовая часть популяции снетка, заходящая на нерест в реку Матросовка, несколько крупнее по обоим параметрам, чем снеток, нерестящийся в реке Неман.

7 ПЕРСПЕКТИВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ В РЕКАХ БАСЕЙНА КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Полученные в результате настоящих исследований данные позволяют разработать мероприятия по оптимизации промысла корюшки в реках, которое может осуществляться по двум направлениям – нормирование промыслового усилия и организация двухвидового промысла.

Установлено, что переход от ОДУ к РВ в 2012 г. способствовал повышению эффективности освоения рекомендуемой величины улова, что очень важно в условиях невозможности точного определения запаса. Вместе с тем, такая система регулирования позволяет вести промысел любому количеству пользователей, которое к настоящему времени достигло 69. Это приводит к возникновению проблемы размещения рыболовных бригад на достаточно ограниченной акватории и затруднению контроля. Анализ эффективности ведения промысла показал, что наибольшая производительность была достигнута при количестве неводных бригад 20-25 единиц, а при их увеличении она резко снизилась (Рисунок 17).



Рисунок 17 – Эффективность промысла в реках

Вероятно, эти величины могут служить целевыми ориентирами нормирования интенсивности промысла. Однако, для перехода к регулированию промысла посредством ограничения промыслового усилия потребуются изменения ныне действующей законодательной базы рыболовства, и займет определенное время, а также принимая во внимание тот факт, что регулирование промысла в реках бассейна и Куршском заливе носит трансграничный характер.

Второе направление оптимизации промысла корюшки в реках связано с тем, что в уловах в значительной степени появляется снеток, но применяемый размер ячеи 11-12 мм не позволяет его облавливать в том количестве, в котором он присутствует в ихтиоценозе. С целью повышения эффективности промысла целесообразно вести лов неводами с шагом ячеи 6 мм, что позволит эффективно облавливать оба вида, при этом использование же специальных сетковых неводов с ячеей 6 мм в реках параллельно с корюшковыми невозможно по чисто техническим причинам. Последующая сортировка по размерам позволит разделить улов корюшки и снетка, и обеспечить контроль вылова каждого вида.

Установлено, что доля снетка в промышленных орудиях лова в среднем составляет 10,7%, а средний улов корюшки равен 209 т. Нетрудно посчитать, что за счет пересортицы, когда снеток, регистрируется, как мелкая корюшка, его фактический улов может составлять 28,5 т. В тоже время по данным контрольных обловов мелкоячееным неводом установлено, что доля неучтенного снетка составляет около 34,4%. Таким образом, использования неводов с ячеей 6 мм, обеспечивающей удержание как корюшки, так и снетка, возможный улов последнего мог бы составить в среднем около 205 т.

Вместе с тем, необходимо учитывать, что установление меньшего размера ячеи может привести к подрыву воспроизводительной способности популяции корюшки. С целью оценки возможного негативного влияния изменения селективности промысла, была построена модель Бивертон-Холта (1969) и проанализировано изменение биомассы нерестового запаса в зависимости от шага ячеи в орудиях лова. В случае изменения шага ячеи с 11 до 6 мм, величина нерестового запаса (*SSB*) составит около 45% девственной, что достаточно близко к граничному ориентиру *SSB*50% и допустимо для такого короткоциклового вида, как корюшка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования нерестовой части популяции корюшки, заходящей на нерест в реки бассейна Куршского залива, позволяют сделать следующие выводы:

1) В транзитной зоне Куршский залив – реки бассейна в весенний период формируется специфический временный ихтиоценоз, знание параметров которого является важным условием ведения рационального рыболовства.

2) Нерестовая часть популяции корюшки представлена рыбами длиной 9-22 см, массой 10- 83 г в возрасте 2-7 лет, соотношение самок и самцов в среднем 1:1. Особи размером 11-14 см в возрасте 3-4 лет вносят наибольший вклад в воспроизводство корюшки. Снеток встречается длиной от 6 до 9 см, массой от 5 до 9 г в возрасте 1-3 года.

3) Нерестовая миграция корюшки в транзитной системе начинается в конце февраля-начале марта. Начало миграции зависит от погодных условий, в большей степени от температуры. Характер миграции и величина вылова зависят от скорости прогрева воды (плавный прогрев способствует продолжительному нерестовому ходу, невысоким уловам на усилие, но при этом высокому общему вылову) и фотопериодизма: чем раньше начинается миграция, тем выше величина вылова.

4) Перемещение промысла в транзитную систему с 2011 г. в большей степени связано с гидрометеорологическими факторами, в отдельные годы вскрытие залива ото льда происходит позже, и становится невозможным размещение ставных неводов в заливе. Изменение системы регулирования промысла корюшки с применением системы рекомендованного вылова привело к увеличению эффективности освоения квот с 31 до 80%.

5) Современное законодательство не позволяет регулировать промысловое усилие, а отнесение вида к видам для которых устанавливается рекомендованный вылов (РВ) привело к увеличению количества бригад до 69. В следствии этого вылов на бригаду сократился в 4 раза в период с 2011 по 2020 гг.

6) В промысловых уловах в реках бассейна Куршского залива в период нерестовой миграции корюшки отмечено 23 вида рыб. Корюшка доминирует по численности и биомассе. Снеток является вторым значимым компонентом корюшковой путины. В отдельные годы его доля в промысловых уловах достигает 35% неводами с шагом ячеи 11-12 мм.

7) Видовая идентификация одноразмерных корюшки и снетка в диапазоне длин 6-9 см возможна на основании наличия специфических паразитов. К корюшке

относятся рыбы, зараженные нематодой *Cystidicola farionis*, длиной более 9 см, рыбы меньшего размера (6-8 см) – снеток.

8) Оптимизация промысла возможна за счет нормирования промыслового усилия на уровне 20-30 неводных бригад и перехода на двухвидовой корюшково-снетковый промысел с использованием мелкоячейных неводов с шагом ячеи 6 мм. Согласно анализу промысловой модели уменьшение шага ячеи до 6 мм не приведет к подрыву воспроизводительной способности популяции.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1 Бурбах, А.С. Воспроизводительная способность корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реке Неман Куршского залива / А.С. Бурбах, С.В. Шibaев, А.В. Соколов // Известия КГТУ. - №43. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ». - 2016. - С. 99-106.

2 Бурбах, А.С. Эволюция промысла корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) и снетка (*Osmerus eperlanus eperlanus morpha spirinhus* L.) в реках Куршского залива бассейна Балтийского моря / А.С. Бурбах, С.В. Шibaев, А.В. Соколов, О.А. Новожилов // Рыбное хозяйство. - 2019. - № 3. - С. 85-89.

3 Бурбах, А.С. Результаты исследования нерестового хода корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реке Дейме бассейна Куршского залива (Калининградская область) / А.С. Бурбах, С.В. Шibaев // Известия КГТУ. - №60. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ». - 2021. – С. 22-31.

Статьи, опубликованные в других изданиях

4 Шibaев, С.В. Биологические показатели корюшки (*Osmerus eprlanus eperlanus* L.) реки Неман в период нерестовой миграции /С.В. Шibaев, А.В. Соколов, А.С. Анурьева, О.А. Новожилов, Е.В. Лунева // Известия КГТУ. - №32. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». - 2014. - С. 99-106.

5 Шокель, К.Ю. Биологические характеристика корюшки (*Osmerus eprlanus eperlanus* L.) реки Неман в период нерестовой миграции /К.Ю. Шокель, А.С. Анурьева // Научная дискуссия: Вопросы математики, физики, химии, биологии. XIII международная заочная научно-практическая конференция: сборник статей. - Международный центр образования и науки. - М. - 2014. - С. 81-88.

6 Анурьева, А.С. Биология европейской корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) реки Неман / А.С. Анурьева, К.Ю. Шокель, А.В. Соколов// Научно-практический журнал “Высшая школа”. - №1. Инфинити. – Уфа. - 2015. - С. 56-62.

7 Анурьева, А. С. Размерно-возрастная структура нерестового стада европейской корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) р. Неман / /А.С. Анурьева, К.Ю. Шокель, С.В. Шibaев// Научно-практический журнал “Высшая школа”. - №5. - Инфинити. – Уфа. - 2015. - С. 64-68.

8 Анурьева, А.С. К изучению плодовитости корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реке Неман / А.С. Анурьева, К.Ю. Шокель, С.В. Шibaев // «Водные биологические ресурсы, аквакультура и экология водоемов: III Международная научная конференция (26-27 мая): труды. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ». - 2015. - С. 13-15.

9 Анурьева, А.С. Миграция корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реке Неман в зоне возможного влияния Балтийской атомной станции / А.С. Анурьева, А.В. Соколов, С.В. Шibaев, Е.В. Лунева // Экологическая безопасность АЭС: II научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 70-летию атомной отрасли России. – Калининград: Аксиос. – 2015. – С. 24-28.

10 Бурбах, А.С. Видовая структура промысловых уловов закидных неводов во время корюшковой путины на реке Неман (рукав Скирвит) / А.С. Бурбах, С.В. Шibaев, О.А. Новожилов // Экологическая безопасность АЭС: III научно-практическая конференция с международным участием. - Калининград: Аксиос. - 2016. – С.41-44.

11 Евдокимова, Е.Б. Фауна паразитов корюшки и снетка Куршского залива в устье реки Неман / Е.Б. Евдокимова, Е.В. Авдеева, А.С. Бурбах, С.К. Заостровцева, А.Д. Карбан // Известия КГТУ. - №50. - Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ». - 2018. - С. 57-65.

12 Бурбах, А.С. Видовая идентификация европейской корюшки и снетка в промысловых уловах в период нерестового хода в реках бассейна Куршского залива. / А.С. Бурбах, С.В. Шibaев // Балтийский морской форум: материалы VI Международного Балтийского морского форума. - 2018. - С. 72-77.

13 Бурбах, А.С. Рост корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реках бассейна Куршского залива Балтийского моря / А.С. Бурбах, С.В. Шibaев // Балтийский морской форум. Калининград, 07-12 октября 2019 г. С. 101-107.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

<i>F</i>	промысловая смертность, 1/год
<i>M</i>	естественная смертность, 1/год
<i>r</i>	коэффициент корреляции
<i>SSB</i>	величина нерестового запаса
<i>Z</i>	коэффициент общей смертности, 1/год
Балтийская АЭС	Балтийская атомная электростанция
<i>ВПА (VPA)</i>	виртуально-популяционный анализ (Virtual population analysis)
ИАС «Рыбвод»	информационно-аналитическая система «РЫБВОД»
МВ	мальковая волокуша
НЗР	невод закидной речной
ОДУ	общий допустимый улов
РВ	рекомендованный вылов
РФ	Российская Федерация