

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата биологических наук

Научный руководитель
доктор биологических наук,
профессор
С.В. Шмбаев

Калининград – 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	10
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЫ КАК СПЕЦИФИЧЕЧКОЙ СИСТЕМЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЙ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ И ВЕДЕНИЯ ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ.....	13
2.1 Физико-географическая характеристика.....	13
2.2 Гидрологическая характеристика.....	14
2.3 Гидробиологическая характеристика.....	16
2.4 Ихтиофауна.....	18
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ В ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ КУРШСКИЙ ЗАЛИВ – РЕКА НЕМАН.....	22
3.1 Динамика уловов и система регулирования промысла в современный период.....	22
3.2 Пространственная дислокация промысла.....	26
4 ХАРАКТЕРИСТИКА НЕРЕСТОВОГО ХОДА КОРЮШКИ В ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ И ФАКТОРЫ ЕГО ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ.....	32
4.1 Нерестовая миграция и места нереста.....	32
4.2 Влияние гидрометеорологических факторов на динамику нерестового хода и речной вылов.....	34
5 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НЕРЕСТОВОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИИ КОРЮШКИ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ В РЕКАХ.....	47
5.1 Динамика изменения размерной структуры нерестовой части популяции корюшки в период нерестовой миграции.....	48
5.2 Рост корюшки.....	59
5.2.1 Линейный и весовой рост корюшки.....	59
5.2.2 Темп линейного роста корюшки по данным обратных расчислений.....	72
5.3 Возрастная структура.....	77
5.4 Репродуктивные особенности популяции корюшки.....	79
5.5 Оценка численности корюшки.....	86
5.5.1 Оценка общей смертности.....	86

5.5.2 Оценка численности корюшки с применением модели когортного анализа Поупа (Pore, 1972)	89
6 РОЛЬ СЕТКА В ФОРМИРОВАНИИ ИХТИОЦЕНОЗА В ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЕ В ПЕРИОД НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ КОРЮШКИ	94
6.1 Роль сетка в уловах	94
6.2 Видовая идентификация корюшки и сетка в промысловых уловах	96
6.3 Линейный и весовой рост сетка.....	99
7 ПЕРСПЕКТИВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ В РЕКАХ БАССЕЙНА КУРШСКОГО ЗАЛИВА	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	111
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	113
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	115

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Корюшка европейская 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.

На протяжении исторического периода вылов корюшки колебался в широких пределах, причины этих колебаний были связаны, как с естественными факторами, так и с особенностями организации промысла [64]. В период до Второй мировой войны (1927-1938 гг.) промысел корюшковых (корюшка и снеток) был организован только в Куршском заливе ставными и закидными мелкочейными неводами. Уловы варьировали от 3389 до 8833 т, что составляло от 55 до 60% общего улова, при этом ловился мелкий снеток. После войны уловы корюшковых снизились и не превышали 500 т, что можно объяснить реорганизацией промысла в тот период, заключающаяся в использовании крупночейных орудий лова [19].

К середине прошлого столетия уловы несколько возросли, в первую очередь за счет возвращения к массовому использованию мелкочейных тралов, закидных и ставных неводов, при этом они колебались в пределах от 788 до 2414 т. Эти величины вылова значительно уступали тем, которые были в довоенный период. Такая ситуация сохранялась на протяжении 40 лет. К середине 1990-х годов произошло резкое снижение уловов, что было связано с развалом рыбодобывающего флота и отрасли в целом, хотя литовские рыбаки отмечали повышение уловов в прибрежной части Балтийского моря.

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 промысла и статистики. С 1993 г. в России вводится система регулирования промыслом через общий допустимый улов (ОДУ), которая существовала на протяжении почти 20 лет (Рисунок 1) [111].

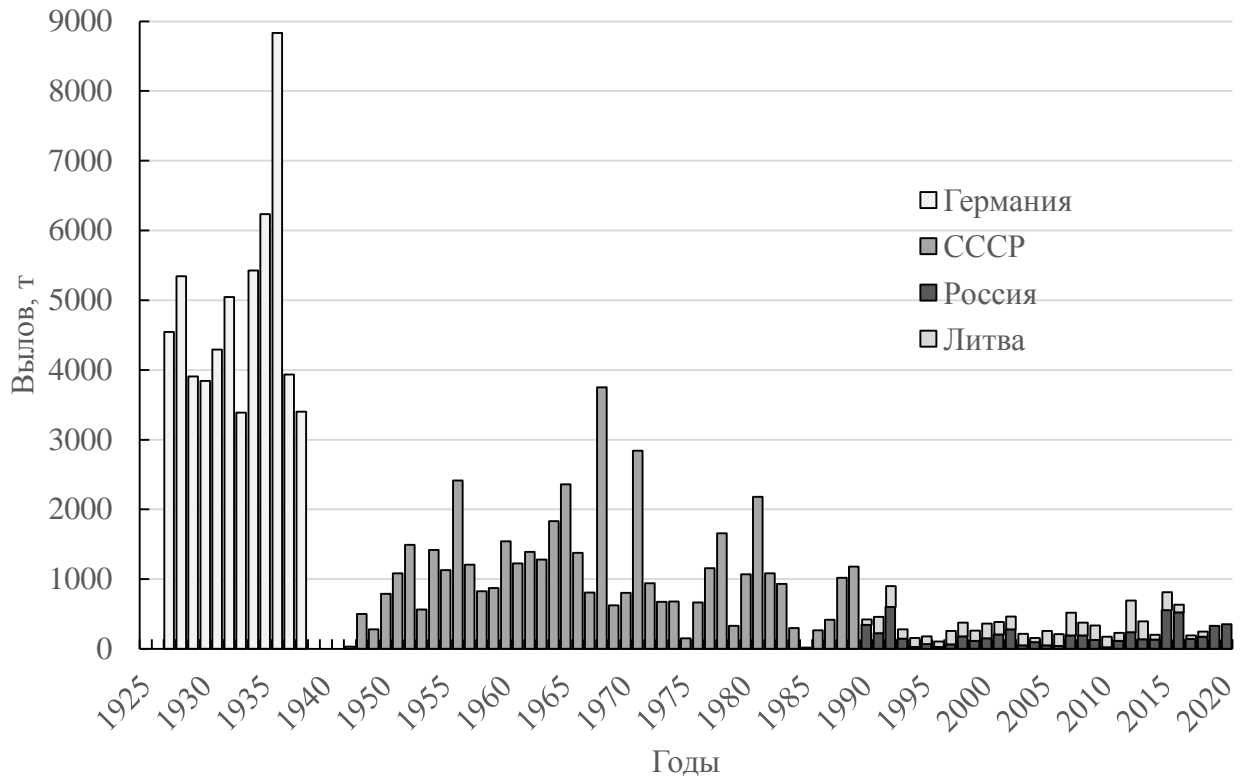


Рисунок 1 - Динамика вылова корюшковых (корюшка и снеток) в бассейне Куршского залива

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 бассейне, 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. Изучению биологии и нерестового хода корюшки в Куршском заливе посвящено множество работ отечественных и зарубежных авторов [20, 21, 50, 58, 61, 62, 69, 90, 102, 105, 111, 110]. Нерестовая миграция корюшки в реках бассейна Куршского залива практически не изучалась, имеются лишь некоторые работы литовских ученых [115].

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

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 сетка.
- 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 сетка.
- 7) Разработать промысловую модель эксплуатации и дать рекомендации по оптимизации промысла корюшки в реках бассейна Куршского залива.

Декларация личного участия. Автор принимала участие в полевых исследованиях в период с 2014 по 2020 гг., выполняла постановку и снятие сетных орудий лова, проводила неводные заметы. Лично проводила камеральную обработку, определяла возраст по отолитам, рассчитывала плодовитость, формировала электронную базу данных с применением ИАС «Рыбвод» [93], выполняла математические расчеты участвовала в подготовке

статей и написании диссертации. Автором лично поставлены цели и задачи диссертационной работы, сформулированы выводы.

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 сетка в период мониторинга промысла. Рассмотрена возможность перехода к регулированию рыболовства через промысловое усилие и ведения двухвидового корюшко-сеткового промысла в реках.

Теоретическая и практическая значимость работы. Основана на необходимости 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-сетковому 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.

Основные положения, выносимые на защиту:

- биологические параметры нерестового стада корюшки и сетка в транзитной системе Куршский залив – река Неман,

- методика видовой идентификация корюшки и сетка в условиях мониторинга промысла,

- возможность организации двухвидового корюшко-сеткового 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 материалы были обработаны с использованием методов математической статистики и математического моделирования.

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на XIII международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: Вопросы математики, физики, химии, биологии» (Москва, 2014 г.), Третьей международной научно-практической конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (Калининград, 2015 г.); II научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию атомной отрасли России «Экологическая безопасность АЭС» (Калининград, 2015 г.); III научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию атомной отрасли России «Экологическая безопасность АЭС» (Калининград, 2016 г.); VI Международном Балтийском морском форуме (Калининград, 2018 г.); VII Международном Балтийском морском форуме (Калининград, 2019 г.).

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

Объем и структура работы. 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.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю д-ру биол. наук, профессору С.В. Шibaеву, канд. биол. наук, доценту О.А. Новожилову, канд. биол. наук, профессору К.В. Тылику, канд.

биол. наук, доценту Ю.К. Алдушиной, старшему преподавателю Т.С. Гулиной, канд. биол. наук, доценту **А.В. Соколову** сотрудникам кафедры ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» за всестороннюю помощь в работе и ценные рекомендации, Лысанскому Игорю Николаевичу, ведущему специалисту по охране окружающей среды отдела безопасности и охраны труда филиала АО «Концерн Росэнергоатом «Дирекция строящейся Балтийской атомной станции».

1 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для диссертационной работы послужили результаты комплексных рыбохозяйственных исследований, проведенных кафедрой ихтиологии и экологии ФГОУ ВО «КГТУ» в период с 2012 по 2020 гг., в которых автор принимала непосредственное участие. Работа проводилась на разных участках реки Неман в зависимости от задач исследований (Рисунок 1):

1) Нерестовой ход корюшки изучался в мониторинговом режиме (с 2012 по 2020 гг.) в нижнем течении реки Неман, в реке Матросовка, вытекающей из реки Неман ниже г. Советска и в реке Дейма (2020 г.) Места сбора ихтиологических материалов также были связаны с размещением рыболовецких бригад в текущем году.

2) Определение дальности нерестовой миграции и выявление возможности влияния строящейся Балтийской АЭС выполнялись на основании контрольных обловов в районе предполагаемого забора и сброса воды Балтийской АЭС (Большое Село), на участках Советск – Неман, устье р. Шешупе – Большое Село.

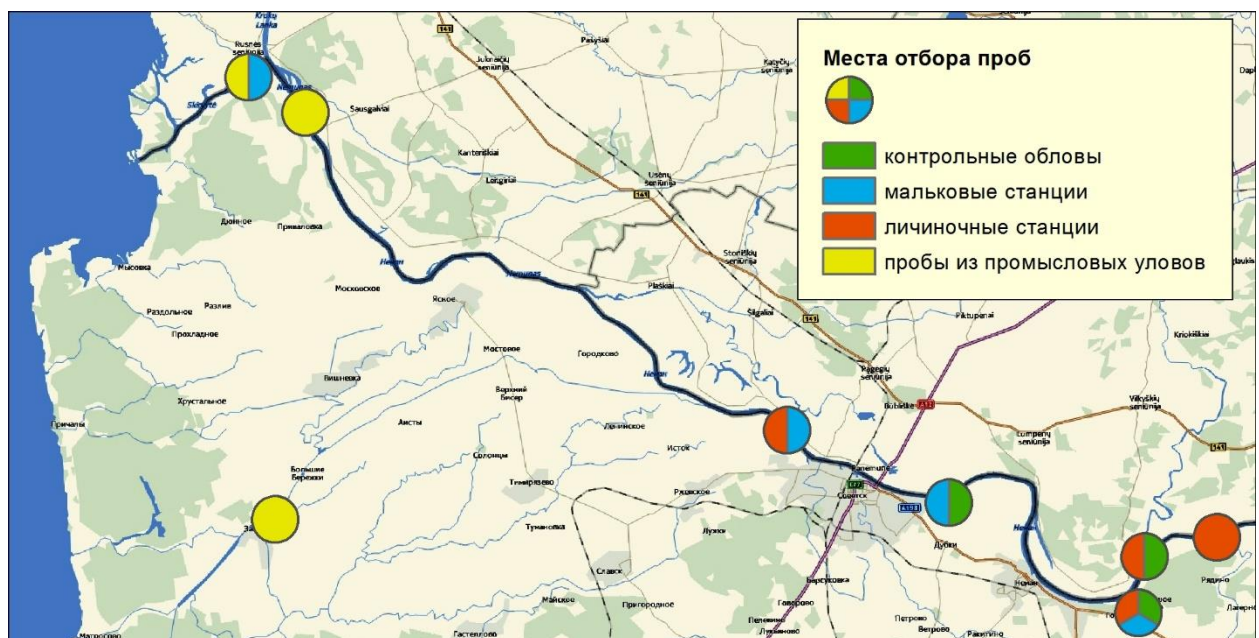


Рисунок 2 - Карта-схема мест расположения станций проведения контрольных обловов, а также мест установки личиночных и мальковых орудий лова

Анализ промысловых уловов проводился по материалам статистики по пятидневкам (данные Западно-Балтийского территориального управления Федерального агентства по рыболовству).

Пробы отбирались из контрольных: сети ставные с шагом ячеи 12-50 мм, мелкочейный невод (мальковая волокуша - МВ) с шагом ячеи 4 мм; и промысловых (безмотенные речные закидные невода с шагом ячеи 11-12 мм, длиной 36, 40, 60, 90 и 120 м) орудий лова. Объем собранного и обработанного материала приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Объем собранного и обработанного материала, 2012-2020 гг.

Вид работ	Объем материала
Контрольные обловы, шт.	720
Промысловые обловы, шт.	312
Массовые промеры, тыс. экз.	46,4
Массовые промеры с определением пола и стадии зрелости, тыс. экз.	36,2
Полный биологический анализ, тыс. экз.	6,4
Определение плодовитости, шт.	259
Определение возраста, тыс. экз.	2,8
Обратные расчисления, шт.	166

При сборе и обработке данных контрольных обловов использовались стандартные методики сбора и обработки биологического материала [65]. Массовые промеры проводились с определением пола и стадии зрелости, что в дальнейшем позволило определить период нерестового хода. Пробы на плодовитость отбирались у самок со стадией зрелости IV.

Для определения возраста в качестве регистрирующих структур использовались отоциты [85]. Обратные расчисления длины рыб по радиусам годовых колец отоцитов проводились по методике С.В. Шибаева [89, 87, 93]. В основу исследований особенностей роста корюшки по данным обратных расчислений было положено формальное представление этого процесса с использованием уравнения Берталанфи [99], параметры которого определялись методом Форда-Уолфорда [118].

Возрастная структура популяции была получена путем пересчета размерной структуры с использованием размерно-возрастного ключа.

Обработка и анализ информации по проведенным контрольным обловам, материалам массовых промеров и биологического анализа осуществлялись с

использованием информационно-аналитической системы «Рыбвод» [93, 94] и программы для работы с электронными таблицами MS Excel.

Оценка численности проводилась с применением виртуально-популяционного анализа (VPA) [109]. Оптимальные параметры промысла определялись по модифицированной модели Бивертон-Холта [112] с применением граничных ориентиров параметров промысла.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНЗИТНОЙ СИСТЕМЫ КАК СПЕЦИФИЧЕЧКОЙ 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 реки Неман (рукав Скирвит, река Витине, река Атмата) и река Матросовка. При этом транзитная система не всегда ограничивается именно этой территорией, т.к. корюшка мигрирует к местам нереста, который может проходить как выше по течению, так и на этой акватории в зависимости от наступления нерестовых температур и продолжительности нерестового хода. В данной системе в весенний период формируется специфический 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.

2.1 Физико-географическая характеристика

«Большая часть Куршского залива - примерно три четверти (центральная и южная части залива) принадлежит России» [27, с.14].

«Длина береговой линии Куршского залива составляет 611,8 км. Объем воды равен 6,2 км³, основная доля которой находится в южной части. Глубина залива в южной и западной частях составляет 4-6 м, в южной и восточной - преобладают глубины до 2 м. Средняя глубина Куршского залива составляет 3,7 м, максимальная достигает 18 м в Клайпедском проливе за счет дноуглубительных работ. Площадь зеркальной поверхности 1584 км².» [27, с. 15; 29].

Общая протяженность реки Неман составляет 937 км, площадь всего бассейна 98,2 тыс. км². Начинается Неман в Республике Беларусь, в среднем

течении он протекает по территории Республики Литвы, в нижнем – по территории Калининградской области, где впадает в Куршский залив Балтийского моря. Максимальная ширина реки в межень достигает 180-350 м, во время половодья – 1,0-1,5 км. Глубина на плесах составляет 3-4 м, на перекатах 1,5-2,5 м. Средняя скорость течения на перекатах 0,8-1,0 м/с, на плесах – 0,6-0,8 м/с [10].

Бассейн реки имеет широкую гидрографическую сеть. Река Неман принимает много притоков на всем своем протяжении, каждый приток при этом имеет свои притоки второго, третьего и более высоких порядков. Почти все реки в дельте Немана соединены между собой каналами. В 48 км от устья от 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 [51]. В 1 км от устья у литовского города Русне Неман делится на два рукава. Первый рукав река Северная (Скирвит), второй рукав – река Атмата – продолжает течение основной реки.

2.2 Гидрологическая характеристика

«Куршский залив является промежуточным бассейном-отстойником между реками в него впадающими и Балтийским морем. Средний уровень воды в заливе выше среднего уровня воды в Балтийском море на 12 см. Динамика уровня в Куршском заливе зависит от взаимодействия двух факторов – колебания уровня воды Балтийского моря и годовым стоком» [27, с. 16].

«Уровень воды в заливе весной определяется стоком пресных вод в период половодья, а в остальные сезоны – ходом уровня моря. Уровень воды, особенно в весенний период, является важной характеристикой водоема. Его величина, вместе с другими факторами, обуславливает качество нерестилищ промысловых видов рыб – судака, щуки, леща, европейской корюшки. Для свободного прохода производителей к местам нереста необходим высокий уровень воды, он же препятствует обсыханию икры» [27, с. 16].

«Донные осадки, которыми покрыто дно залива, не очень разнообразны. Основной вид - пески, которыми покрыта большая площадь северной части

Куршского залива, а также восточное, западное и южное побережье. Илы покрывают дно наиболее глубоководные зоны южной и северной части залива. Характерной особенностью грунтов Куршского залива является примесь ракушки. В целом донные осадки Куршского залива богаты органическими веществами, особенно илистые грунты, что является благоприятным фактором для развития донных беспозвоночных животных» [27, с.15].

«По термическому режиму залив разделяют на три больших района: южный, центральный и северный. Разница температуры воды между которыми не превышает 2°C. С продвижением с юга на север наблюдается снижение температур. На температуру центрального района влияет сток реки Неман, северный район находится под влиянием морских вод, летом охлаждающих его, зимой – отепляющих» (Таблица 2) [27, с.19].

Таблица 2 – Средняя температура воды в Куршском заливе по районам [27, с.19]

Район залива	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Южный	0,2	0,1	3,0	7,3	14,0	15,7	19,6	20,3	15,4	7,7	2,6	1,0
Центральный	0,2	0,0	2,4	6,7	13,2	15,3	19,0	20,3	15,3	7,8	2,7	1,1
Северный	0,3	0,1	1,8	5,3	13,0	14,9	18,8	20,2	15,2	7,9	3,3	2,0

«Гидрологическая весна наступает при прогреве воды до 4°C; весна и лето отмечаются при переходе температуры через 15°C в сторону увеличения или уменьшения, обычно это происходит в мае и сентября соответственно. Льдом Куршский залив обычно покрывается в декабре» [27, с.19].

Для залива характерно явление «изотермии, когда разница между поверхностным и придонным слоем обычно не превышает 1°C. Весной и летом поверхностные воды теплее, чем придонные, а зимой и осенью наоборот» [27, с.19].

Прогревание воды в реках Неман и Матросовка весной начинается в марте и продолжается до июля-августа, летом температура воды может превышать 28-30°C. Понижение температуры происходит плавно, главным образом в ночное время, при этом в дневное время она остается без изменений или даже повышается на 0,1-0,3°C [10].

Первые ледовые образования появляются в начале декабря, в холодные годы – в конце октября-начале ноября. Ледостав устанавливается к середине декабря. Ледовый режим отличается большой неустойчивостью и ледовые условия в разные зимы неодинаковы. В наиболее мягкие зимы устойчивый ледостав на мелких реках в средней и, особенно, в нижней части бассейна не образуется. В суровые зимы неподвижный лед удерживается до конца марта. Неоднократные возвраты тепла препятствуют быстрому замерзанию рек. Случается, что в течение одной зимы лед в отдельных местах появляется и исчезает несколько раз. Из-за неустойчивости температурного режима зимой возможны заторы. Во время оттепелей происходит неравномерное разрушение ледяного покрова, при похолоданиях образовавшиеся льдины смерзаются, создавая очаги и предпосылки не только для зимних, но и для весенних заторов [10].

Вскрытие рек ото льда начинается в марте, нередко сопровождается образованием мощных и продолжительных заторов льда. Продолжительность ледового периода зависит от суровости зимы и интенсивности весенних процессов. Максимальная продолжительность ледостава составляет более 5 месяцев, минимальная – 1 месяц, средняя – 3,5 месяца [10].

2.3 Гидробиологическая характеристика

Фитопланктон. В течение последних десятилетий соотношение групп водорослей в заливе претерпело заметные изменения. В 1970-е годы в фитопланктоне доминировали диатомовые (*Bacillariophyta*), субдоминировали сине-зеленые (*Cyanophyta*) водоросли. Начиная с 1990-х годов, количественное развитие сине-зеленых значительно возросло. В настоящее время это доминирующая группа, как по численности, так и по биомассе [31].

«В Куршском заливе отмечается от 438 до 1036 видов водорослей, 45 видов из которых являются токсичными [38, 44, 45, 63, 71, 70, 79, 97, 108, 113]. В фитопланктоне российской части Куршского залива обнаружено 469 видов. Наибольшим разнообразием отличались зеленые, сине-зеленые и диатомовые водоросли [31]. Развитие сине-зеленых водорослей летом происходит

«взрывообразно», когда биомасса фитопланктона может резко увеличиваться в течение нескольких дней, что является признаком высокой трофности водоема. Среднегодовая биомасса в заливе превышает нижнюю границу, характерную для гипертрофных водоемов (более 60 г/м³ и 20 г/м³ соответственно)» [31].

Зоопланктон. «Наибольшее значение как кормовые объекты в Куршском заливе имеют коловратки (*Rotatoria*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие ракообразные» [56, с. 32] (*Copepoda*). В южной части в основном встречаются пресноводные формы, в северной – отмечаются и морские, что связано с гидрологическим режимом, здесь имеется значительный заток морских вод [40, 45, 46, 55, 56, 57, 113, 116, 119].

«В современный период в южной части залива обнаружено 136 видов и подвидов зоопланктона. Доминирующими видами являются: коловратки *Keratella quadrata*; ветвистоусые ракообразные: *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*; веслоногие ракообразные: *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus graciloides*» [56, с. 32-33].

«Состав зоопланктона в реках не так разнообразен, в заливе большему разнообразию способствует соленость. Всего в речной системе в составе зоопланктона отмечено около 75 видов. Как и в заливе, здесь доминирует те же три группы, только в другой последовательности: ветвистоусые (*Cladocera*) – 31 вид, веслоногие (*Copepoda*) – 26, коловратки (*Rotatoria*) – 18. Летом зоопланктон представлен в основном представлен группой ветвистоусых ракообразных» [95, с. 120-121].

Зообентос. Наибольший интерес для рыб представляет собой макрозообентос, размер которого превышает несколько миллиметров. В Куршском заливе обитает около 200 видов донных организмов [6, 22, 67].

«К макрозообентосу относятся три систематические группы: личинки комаров-звонцов (*Chironomidae*), малощетинковые черви (*Oligochaeta*) и моллюски (*Mollusca*)» [67, с. 34].

В составе зообентоса в реке Неман и Матросовка обнаружено более 250 видов. Наибольшее видовое разнообразие имеют комары-звонцы. Средняя численность зообентоса в реке Неман составляет – 2500 экз./м², биомасса – 165

г/ м² [52, 95]. В реке Матросовка численность и биомасса несколько ниже – ниже 500 экз./м² и 9 г/ м² соответственно. Видовое разнообразие зообентоса подвержено сезонным изменениям. Весной он в основном представлен личинками комаров-звонцов, затем первая генерация вылетает и происходит снижение качественного состава. К середине лета происходит развитие второй генерации и видовой состав снова расширяется. В конце лета эта генерация вылетает и в осенний период зообентос представлен в основном водными организмами: водяные жуки, клопы, олигохеты, пиявки, ракообразные. Численность зообентоса так же подвержена сезонным колебаниям. По биомассе же в течение всего года доминируют моллюски [52, 95].

2.4 Ихтиофауна

В Куршском заливе до 50-х гг. было отмечено 43 вида рыб, в настоящее время количество видов возросло до 54 [50, 76, 82, 110].

«В связи с различными гидрологическими условиями в заливе, обнаруживаются различия в составе ихтиофауны в российской и литовской частях. Как отмечалось выше, северная часть (литовская) более соленая, соответственно ихтиофауна здесь обогащается за счет балтийских морских видов. Южная часть (российская) практически пресноводная и морские виды не встречаются. В нашей части обнаружено 43 вида круглоротых и рыб, в литовской – 54. Большая часть пресноводных видов рыб залива выходит на нагул в прибрежную часть Балтийского моря, проявляя себя как полупроходные виды» [82, с. 41].

«За последние 50 лет в ихтиофауне не встречаются некоторые виды: балтийский осетр, стерлядь и синец. Иногда в уловах можно встретить пелядь, белого и пестрого толстолобиков и осетровых, видовая принадлежность которых достоверно не установлена, они, скорее всего, являются объектами аквакультуры и попадают в залив из рыбоводных хозяйств через реки бассейна. Нередко встречаются гибриды: лещ и густера, рыбец (сырть) и елец, плотва и укляя, плотва и красноперка» [76, 77, 82, с. 41].

В речной системе реки Неман, за счет особенного географического положения и обширной акватории, обитает сложный комплекс ихтиофауны. По литературным данным [35, 101] в середине прошлого столетия в уловах было отмечено более 40 видов. В последние 20 лет количество встречаемых видов рыб и круглоротых снизилось до 34 [77, 102, 105]. «Распространение и видовой состав рыб на многих участках реки Неман зависят от скорости течения, условий нереста и нагула и ряда других биотических и абиотических факторов. В верхнем участке реки в основном обитают жилые виды: плотва, окунь пресноводный, укляя, лещ, щука, ерш пресноводный, но их численность и биомасса довольно низкая» [39, с. 123]

В отдельные периоды реки 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 и минога. Поздней весной и осенью – рыбец. Осенью в реке нерестятся лосось и кумжа, зимой – налим [102, 105, 90]. 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 23 вида рыб» [15].

В видовой структуре промысловых уловов в период проведения работ (2012-2018 гг.), как по численности, так и по биомассе, отмечено абсолютное доминирование корюшки, доля прочих видов по численности не превышала 5%, по биомассе – 11%. Большая часть снетка, отмечаемого в уловах, в статистике указывается как корюшка (Рисунок 3). Остальные виды встречаются в уловах случайно [15].

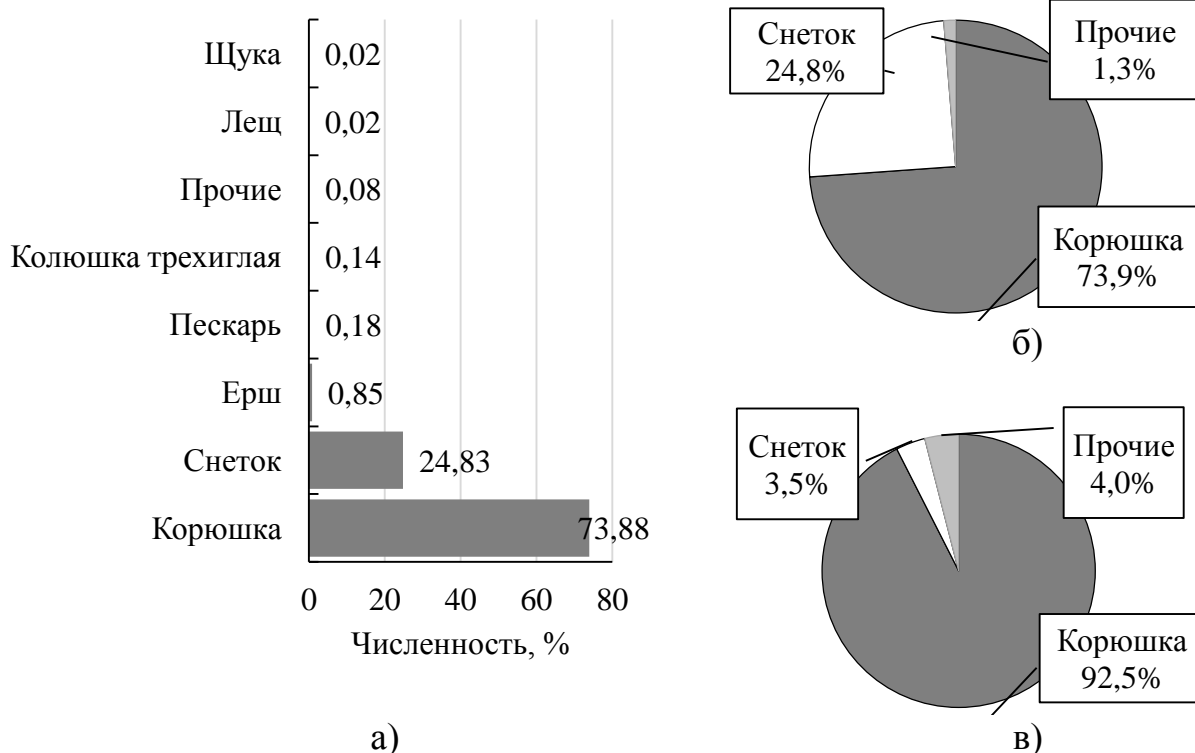


Рисунок 3 - Видовая структура рыб в промысловых уловах в реке Неман (рукав Скирвит), 2011-2020 гг.: (а) по численности; (б) обобщенная видовая структура по численности; (в) обобщенная видовая структура по биомассе

Из категории прочих видов большой удельный вес имели: по численности – ерш (58,0%), по массе – лещ (77,0%). 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. В частности, признаком окончания хода корюшки может служить увеличение доли снетка и ерша.

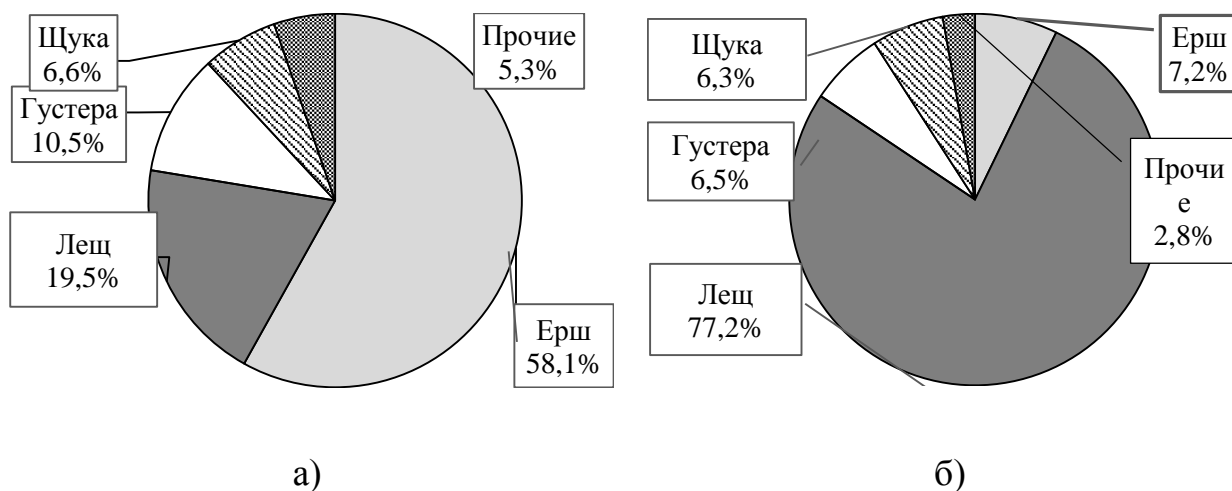


Рисунок 4 - Видовая структура рыб (без корюшки): (а) по численности и (б) биомассе в промысловых уловах в реке Неман (рукав Скирвит)

Такая структура ихтиоценоза сохраняется в течение достаточно короткого времени – до 1-1,5 месяцев, а затем трансформируется после окончания нерестового хода корюшки и снетка. Знание ее позволяет оценить степень специализации промысла по отношению к целевому виду.

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

3.1 Динамика уловов и система регулирования промысла в современный период

В современный период уловы не достигают тех значений, которые отмечались в начале прошлого столетия (максимальный исторический вылов совместно корюшки и снетка составляет 8833 т). Анализ динамики вылова корюшки после распада СССР, когда происходит разделение промысла на литовский и российский уловы, показывает, что в 1990-е гг. уловы колебались 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 [19, 64].

В начале 2000-х вылов корюшки колебался в пределах 50-280 т, данная тенденция сохраняется до 2010 г. 2010 год оказывается переломным в истории промысла корюшки. В 2010 зима была очень холодной и продолжительной, залив долгое время не вскрывался ото льда, соответственно промысел с применением ставных неводов оказался невозможным. Как результат общий вылов в 2010 году составил 23 т – это минимальное значение за последние 30 лет. При этом, независимо от состояния добывающей базы и организации промысла для корюшковых (корюшка и снеток) характерны периодические колебания запаса и уловов, которые имеют естественные причины. В динамике уловов достаточно четко проявляется приблизительно пятилетние периоды чередования высокой численности корюшковых, что согласуется с жизненным циклом данного вида [19, 64] (Рисунки 1, 5).

С 2011 г. намечается тенденция перемещения промысла в реки бассейна Куршского залива, что стало возможно, по нескольким причинам. Во-первых, в отдельные годы происходит позднее вскрытие льда в самом заливе, а во-вторых, изменение системы регулирования промысла.

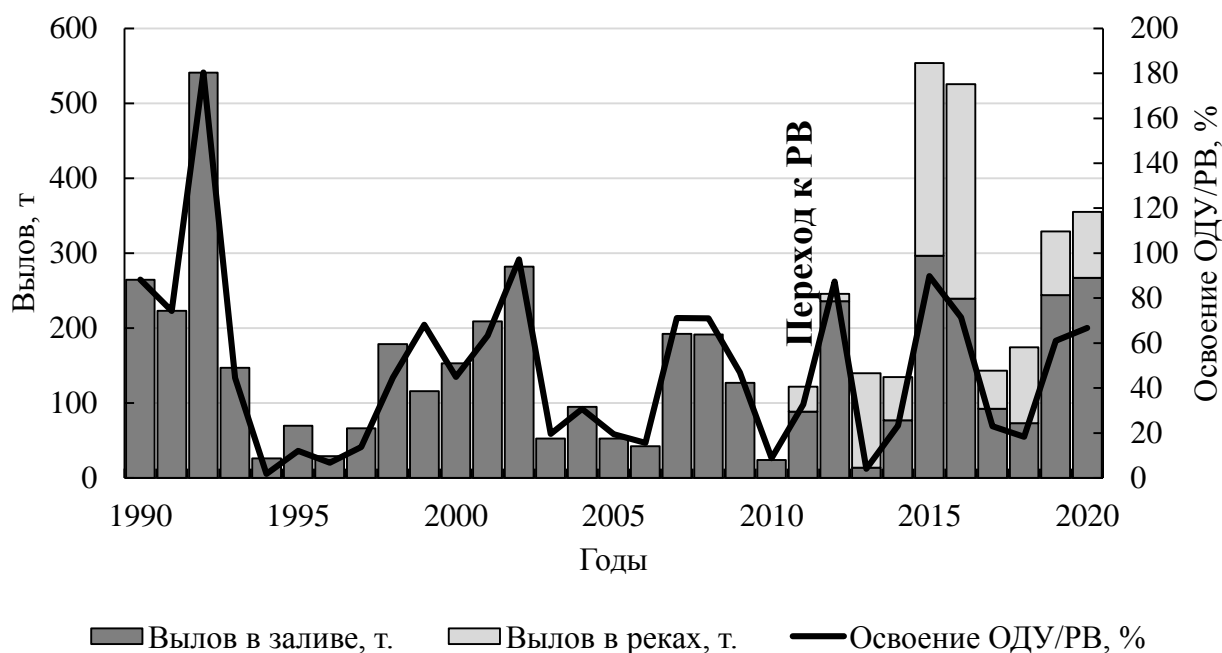


Рисунок 5 – Многолетняя динамика промысловых уловов корюшки и освоение ОДУ/РВ

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. «Особенно это проявляется в годы, когда вскрытие залива ото льда происходит позже, и оказывается невозможным разместить ставные невода в заливе для освоения рекомендованного вылова. Корюшка проходит в реки, где промысел ведут речными закидными неводами мелкие пользователи, у которых, однако, не имеется достаточного объема квоты» [19].

«В 2012 году происходит изменение в системе регулирования, и корюшку переводят в категорию видов водных биоресурсов, по которым общий допустимый улов (ОДУ) не устанавливается, а определяется рекомендованный (возможный) вылов (ВВ/РВ)». «Объемы возможного вылова корюшки регулируются с одной стороны Российским законодательством, с другой – на двухсторонней основе в рамках Смешанной российско-литовской комиссии по рыбному хозяйству» [19] В результате перехода к рекомендованному вылову (РВ/ВВ) доступ к лову получают все желающие пользователи на основании

договоров пользования водными биоресурсами, и ее добыча осуществляется по «олимпийской системе». Новая система регулирования позволила повысить эффективность рыболовства. Так, если до 2012 года освоения общего допустимого улова (ОДУ) составляло в среднем 38%, то с 2012 года этот показатель возрос до 81% (Рисунок 6). Вместе с тем, встала проблема неограниченного роста количества пользователей, которая при существующей законодательной базе не может быть решена [19].

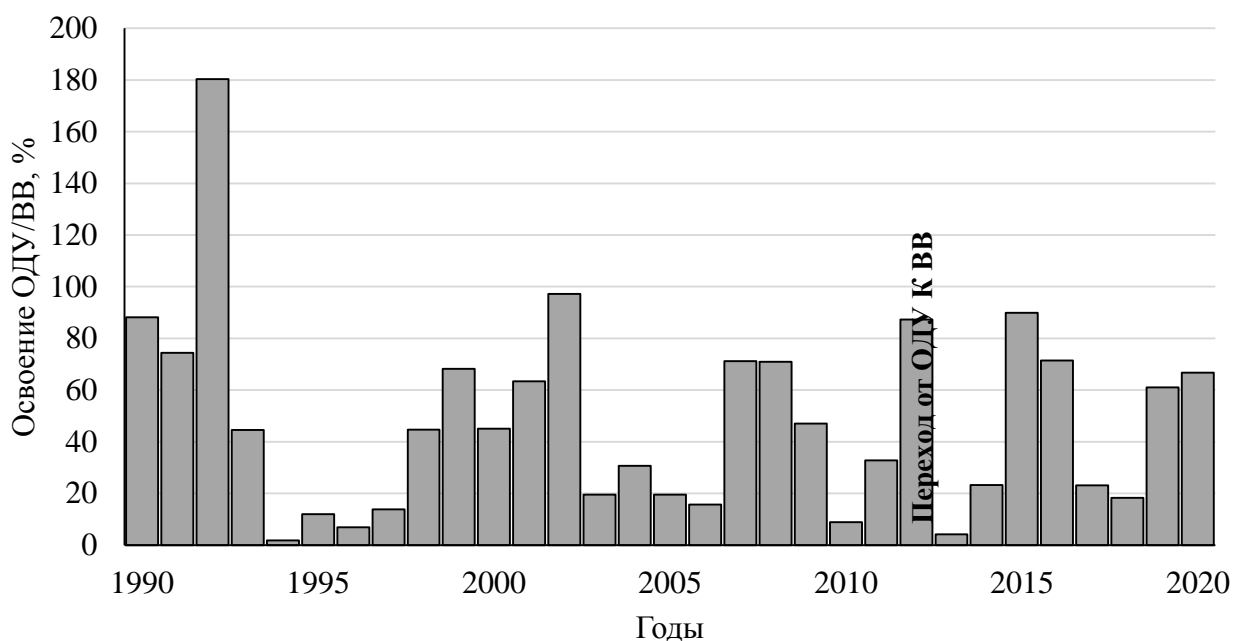


Рисунок 6 – Многолетняя динамика освоения ОДУ/РВ, установленных по корюшке

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» [19, 80], в то время, как период активного промысла корюшки длится всего 5-15 дней [19]. 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 рекомендованного вылова (РВ/ВВ) в отдельные годы, данное обстоятельство не оказывает отрицательного воздействия на запас корюшки.

В зависимости от погодных условий наблюдается существенная изменчивость в сроках захода корюшки в реку Скирвит, продолжительности и дальности нерестового хода. Динамика вылова по отдельным годам проанализирована по данным промысловой статистики и наших мониторинговых работ на речном промысле.

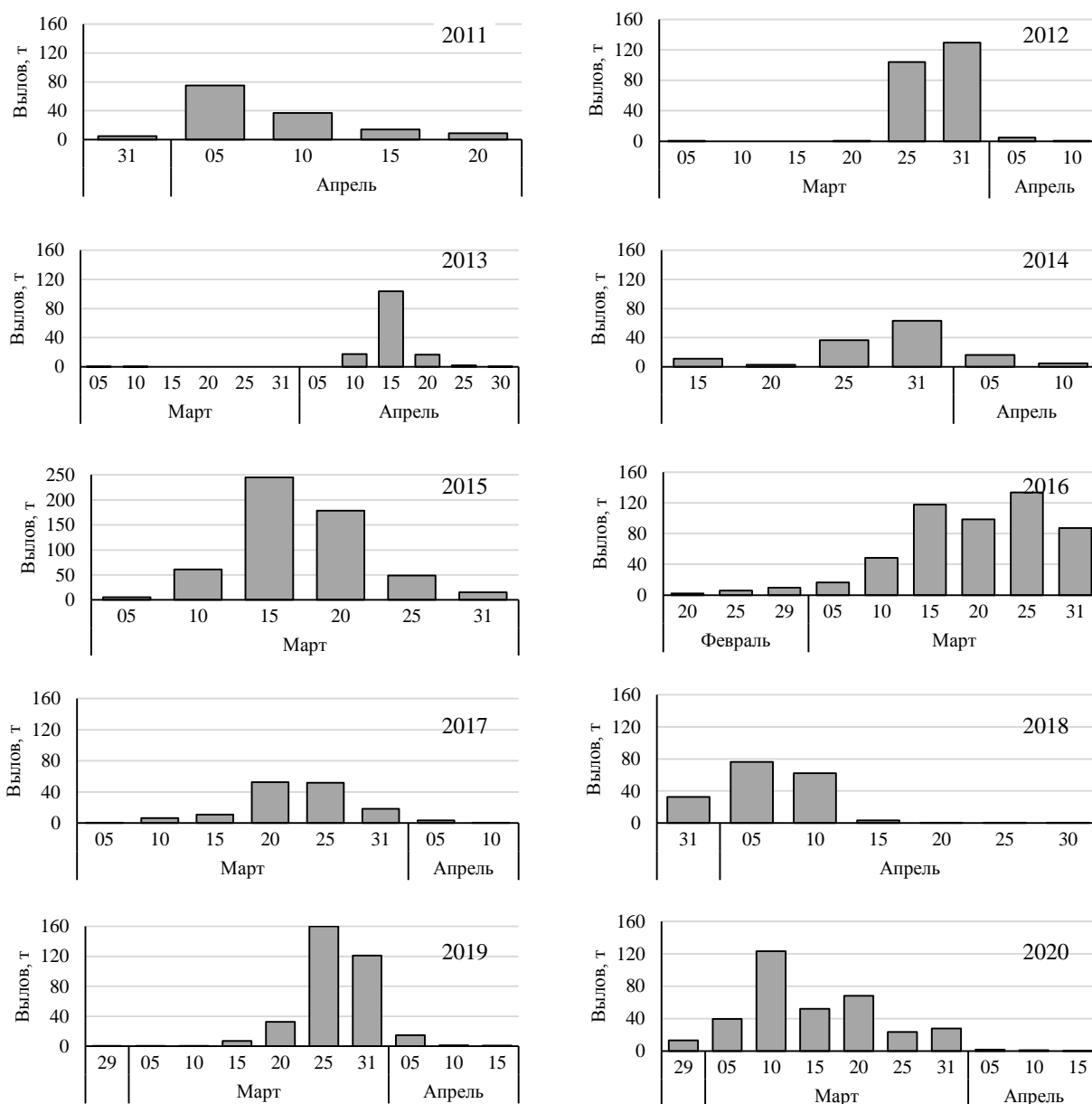


Рисунок 7 - Динамика вылова корюшки в р. Неман согласно статистической отчетности по пятидневкам (РФ)

В начале нерестового хода уловы корюшки колеблются в пределах 0,1-2 т, в пик нерестового хода рыбаками вылавливается от 35 до 75% всего вылова за путину (Рисунок 7).

3.2 Пространственная дислокация промысла

Промысел корюшки в большей степени до 2011 г. был организован в Куршском заливе рыболовецкими колхозами с применением ставных неводов с шагом ячеи 5 мм и ловушками двухкучцовыми с шагом ячеи 5 мм. Согласно Правилам рыболовства орудия лова располагают на расстоянии 500 м вправо и влево от устьев рек Скирвит, Матросовка, Дейма (Рисунки 8, 11).



Рисунок 8 - Спутниковый снимок ставного невода в устье реки Матросовка

«В реках (а именно река Неман с рукавами) доля вылова до 2011 г. была незначительна, и-то, по большей части лов велся литовскими рыбаками. После распада СССР основные тони на реках бассейна Куршского залива оказались на литовской стороне. Российские рыбаки традиционно располагались только в нижнем течении реки, в основном на рукаве Скирвит. Еще немаловажной особенностью является то, что литовские рыбаки, наблюдая за ходом корюшки, перемещались вслед за ней вверх по течению» [19]. «В то время, как российские рыбаки не имели подготовленных тоней на реке Неман и поэтому перехватив часть корюшки в реке Скирвит, вынуждены прекращать лов» [90, с. 95].

Развитие промысла в транзитной системе Куршский залив-река Неман получило в 2011 г. В первые годы начала интенсивного промысла на реках (2011-2013 гг.) большинство пользователей применяли невода длиной 120 и 90 м, высотой 12 м, для замета которых применялась тяговая сила в виде трактора. Сейчас все больше рыбаки используют невода длиной 36 и 40 м, высотой 6-9м, которые стоят дешевле и их значительно проще вытаскивать на берег при помощи «турачек» или без них, а продолжительность замета уменьшается в 2 раза (с 60 до 30 минут) (Рисунок 9).



Рисунок 9 - Промысловый лов корюшки закидным неводом

Период промысла изменяется в очень широких пределах в зависимости от многих условий: температурный фактор, ледовый и ветровой режим, нерестовых концентраций корюшки, организации промысла [17, 69]. Вместе с тем, продолжительность интенсивного промысла насчитывает всего 5-7 дней, хотя при медленном прогреве воды может растягиваться до 10 дней.

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 ослабеваает 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.

Корюшка, отлавливаемая в реках и в самом Куршском заливе, является одной популяцией, поэтому для этих промысловых районов устанавливается

единая величина рекомендованного вылова (РВ/ВВ). 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.

Максимальный вылов в реках бассейна Куршского залива в период с 2011 по 2020 был в 2015 и 2016 гг. и составил 267 и 286 т соответственно, в процентном же соотношении максимальная доля вылова в транзитной системе отмечена в 2013 г., когда в реках было выловлено 90% всего объема добытой корюшки. В среднем за 10 лет интенсивного промысла в реках, доля вылова здесь составляет 40-50% (Рисунок 10).

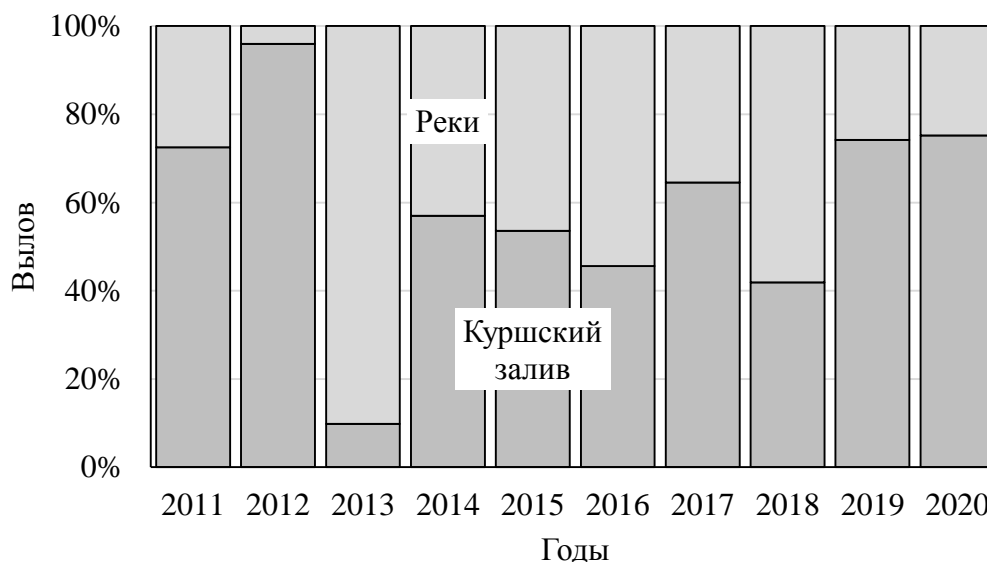


Рисунок 10 - Соотношение вылова корюшки в Куршском заливе и в реках бассейна

В связи с нарастающей ролью рек в вылове корюшки многие пользователи стали пытаться добывать ее именно там. Размещение рыболовецких бригад в

большей степени зависит от наличия доступных тоней с точки зрения транспортного сообщения и морфологических характеристик участка.

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 (Рисунок 11) [19].

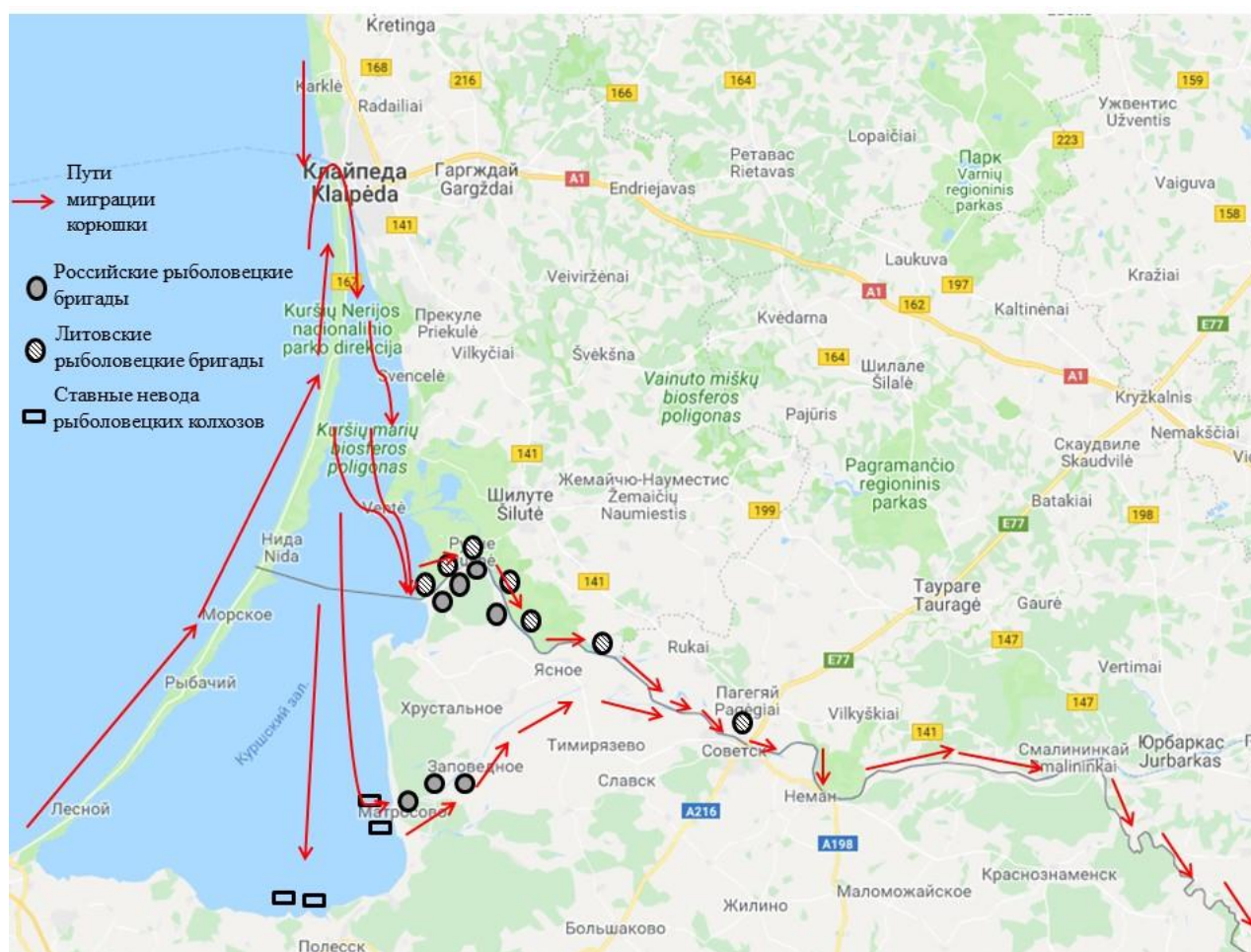


Рисунок 11 - Размещение рыболовческих бригад на реках и пути нерестовой миграции корюшки [19]

Помимо реки 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 11) [19].

С 2020 года география промысла корюшки расширяется и появляется бригада на реке Дейма в 30 км от устья между поселками Ясенское и Забарье Гвардейского района (Рисунок 12). Данное расположение тони имеет логистическое преимущество по сравнению с другими промысловыми тонями, но при выборе участков у рыбаков возникали трудности, т.к. не везде оказался возможен подъезд к берегу из-за высоких обрывов, а также было затруднительно организовать промысел закидными неводом из-за большой глубины, сильного течения и загрязнения русла остатками деревьев и затопленными предметами, в том числе крупногабаритными. Рыбаки планируют дальнейшее развитие промысла в этом районе, т.к. в 2020 году он оказался эффективным [17].

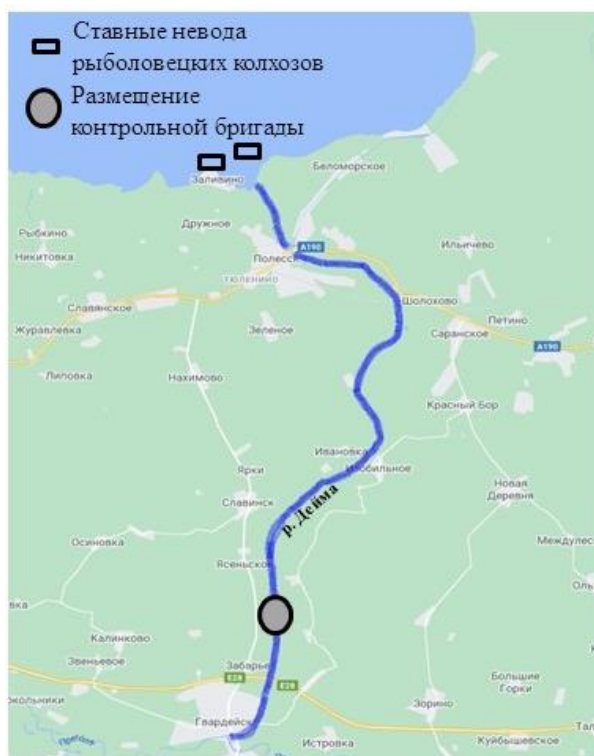


Рисунок 12 - Размещение рыболовецких бригад на реке Дейма, 2020 г.

Общее количество бригад, занятых на промысле в реках, колеблется в пределах от 17 (2011 год) до 69 (2018 год). Каждая бригада использует один невод и выполняет за сутки в среднем 11-18 притонений.

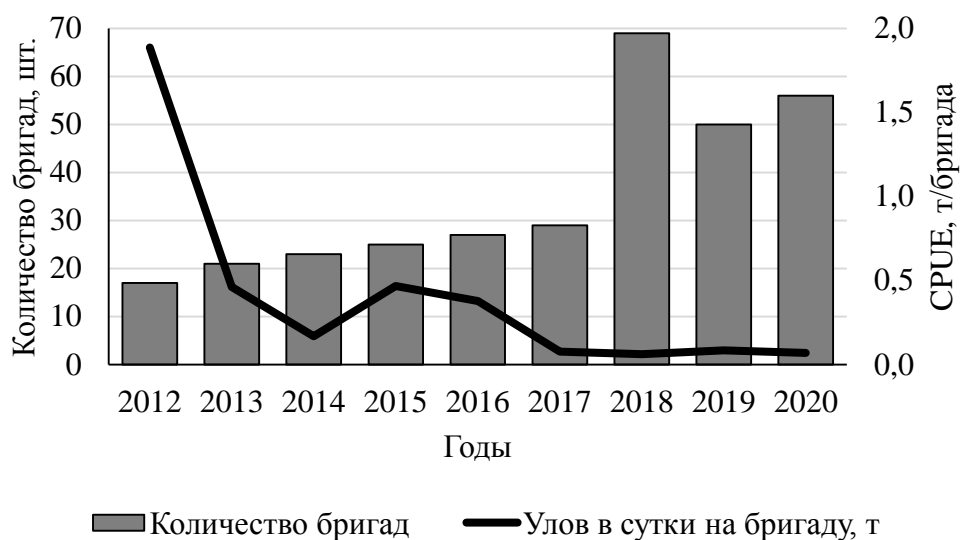


Рисунок 13 –Вылова в реках при разном промысловом усилии

Эффективность промысла с увеличением количества бригад снижается (Рисунок 13), получается увеличение количества пользователей приводит к тому, что вылов на каждую бригаду становится меньше, а затраты на промысел остаются прежними.

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

4.1 Нерестовая миграция и места нереста

Преднерестовый ход половозрелых особей из Балтийского моря по Клайпедскому проливу в Куршский залив начинается в конце ноября, достигает максимума во второй половине декабря-января и заканчивается обычно в конце февраля. Основная масса преднерестовой корюшки в зимние месяцы концентрируется в районах залива, расположенных севернее поселка Морское и устья реки Скирвит. «Нерестовый ход корюшки из Куршского залива в рукава дельты реки Неман и другие реки восточного берега начинается весной сразу после вскрытия водоемов и при незначительном прогреве воды в устьевых пространствах рек» [20, 21] (Рисунок 14).

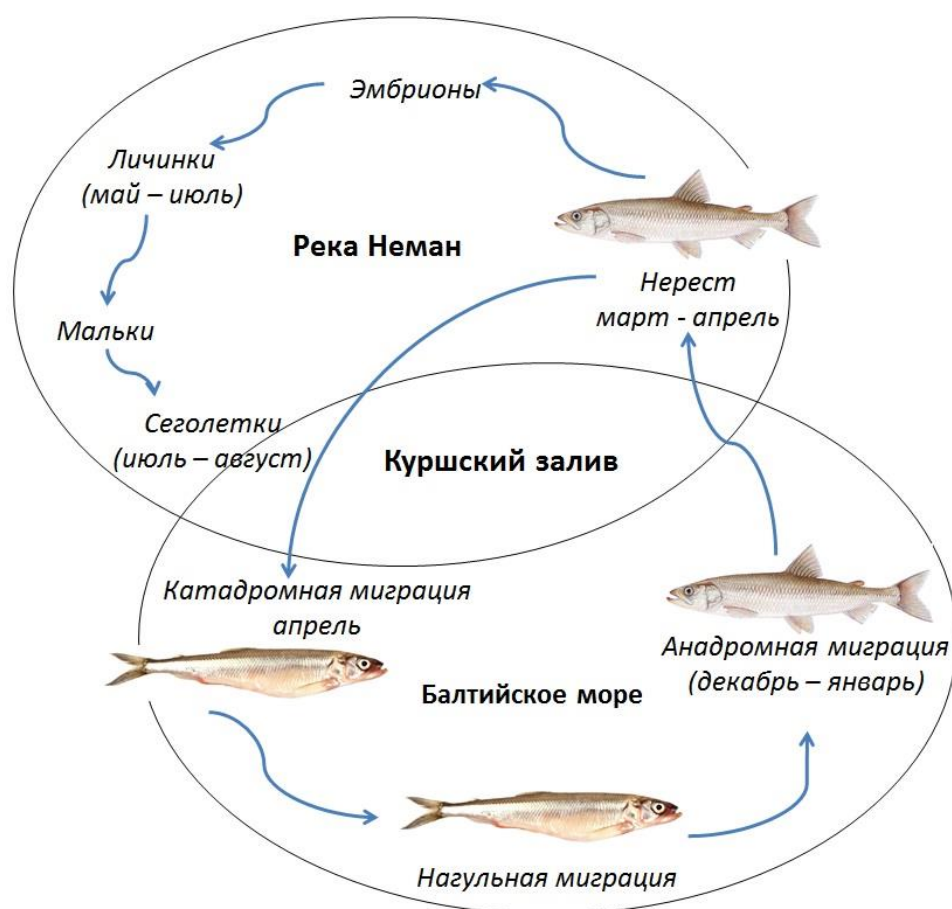


Рисунок 14 – Миграционный цикл европейской корюшки

В XIX веке проходная корюшка по реке Неман поднималась на нерест до Белоруссии. В протяженности миграций и размещении стада нерестовой корюшки за несколько последних десятилетий в бассейне Куршского залива произошли заметные изменения. До зарегулирования стока реки Неман плотиной Каунасской ГЭС в 1960 г. основная масса (60-80%) нерестовой корюшки с мест зимовки мигрировала по реке Скирвит - и нерестилась в пределах северной части дельты.

В 90-е годы в связи с уменьшением речного стока и сильным обмелением устьевых пространств рукавов дельты реки Неман основная масса стада нерестовой корюшки весной перед вскрытием ледового покрова скапливалась в прибрежной зоне юго-восточной части, залива и отсюда входила на нерест в рукава реки Неман, Матросовку, Неманин и Дейму. Образованию высоких концентраций корюшки в этих районах также способствовали дующие в период половодья сильные и продолжительные северо-восточные ветры [21, 20].

Основные нерестилища корюшки по материалам исследований 60-80-х годов находятся в крупных рукавах дельты реки Неман - Скирвит, Атмата, Витине и Матросовка, а также за пределами дельты на участке реки Неман между г. Советск и устьем реки Юра. В годы особенно высоких половодий нерестовая корюшка довольно в большом количестве встречалась также на залитых вешними водами лугах. Скот отнерестившихся производителей из рек и Куршского залива в Балтийском море заканчивается до середины июня, а сеголеток - в октябре [20].

Для преднерестовой корюшки характерно наличие брачного наряда. Голова и жаберные крышки приобретают черно-синий цвет, голова, спина и бока у самцов покрываются «жемчужной сыпью», верхняя челюсть становится острее (Рисунок 15). У самок «жемчужной сыпи» не обнаруживается [5].

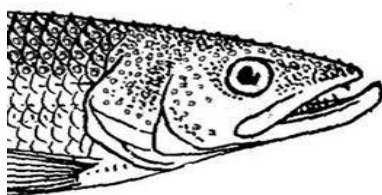


Рисунок 15 - Нерестовые бугорки на голове самца корюшки



4.2 Влияние гидрометеорологических факторов на динамику нерестового хода и речной вылов

В транзитной зоне Куршский залив-река Неман в исследуемый период корюшка появляется в разное время, обычно в конце февраля или начале марта, реже в конце марта или середины апреля. Время начала нерестовой миграции находится в сильной зависимости от гидрометеорологических условий.

В 2015, 2016 и 2020 гг. корюшка появилась в устье реки Неман в конце февраля, что обусловлено теплой зимой и ранней весной. В 2013 и 2018 гг. сроки миграции вышли за рамки средних величин и пришлись на конец марта – середину апреля (Таблица 3). При определении периода интенсивности нерестового хода нами были использованы величины промысловых уловов и данные по репродуктивной структуре нерестового стада в соответствующий период. 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.

Таблица 3 - Динамика нерестового хода корюшки в транзитной системе Куршский залив-река Неман

Год	Вылов в реках, т	Февраль	Март											Апрель							
		27-28	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

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 разные периоды миграции нерестового хода, скорость прогрева воды, день захода рыбы в реки (продолжительность светового дня), ветровой режим, дальность нерестового хода.

В исследуемый период корюшка появляется в реке Скирвит при температуре 1,0-1,5°C, лишь в 2016 г. отмечен заход при температуре 2 °С, но этот год был теплыми. Заканчивается нерестовая миграция при температуре воды около 4-6°C, т.е. при наступлении нерестовых температур, период интенсивного хода наблюдается при температуре 3-4°C (Таблица 4, Рисунок 16).

Таблица 4 – Температурный режим в период нерестовой миграции корюшки, 2012-2020 гг.

Год	Дата начала миграции	Длительность, дни	Температура воды в начале миграции, °С	Температура в период интенсивного хода	Температура воды в конце миграции, °С
2012	20 марта	8	0,7	3,8	3,8
2013	06 апреля	13	1,4	3,5	3,8
2014	11 марта	15	1,0	3,9	4,3
2015	27 февраля	22	1,0	2,0	2,1
2016	27 февраля	28	2,0	3,0	3,4
2017	03 марта	23	0,3	3,0	3,8
2018	25 марта	24	1,0	3,0	5,9
2019	03 марта	20	2,0	4,0	5,8
2020	27 февраля	28	2,0	3,2	4,2

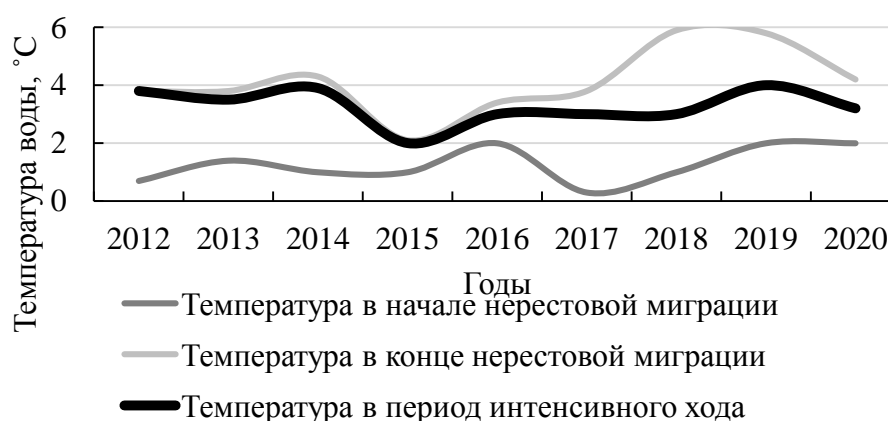


Рисунок 16 – Температурный режим в период нерестовой миграции корюшки в реки бассейна Куршского залива

В 2012 году нерестовый ход начался при температуре $0,7^{\circ}\text{C}$, такая температура продержалась на протяжении двух недель, и величина вылова в реках и заливе согласно пятидневной статистической отчетности в этот период оставалась на уровне 1-2 т. При таких значениях температуры корюшка заходит в реки не активно, она лишь начинает скапливаться в предустьевых пространствах. С повышением температуры 20-25 марта до 3°C возрастает плотность скоплений рыбы, и она начинает активно заходить в речную систему, в связи с чем уловы увеличиваются и при данных значениях температуры воды составляют 100-120 т. При дальнейшем прогреве воды, уловы снижаются (Рисунок 17).

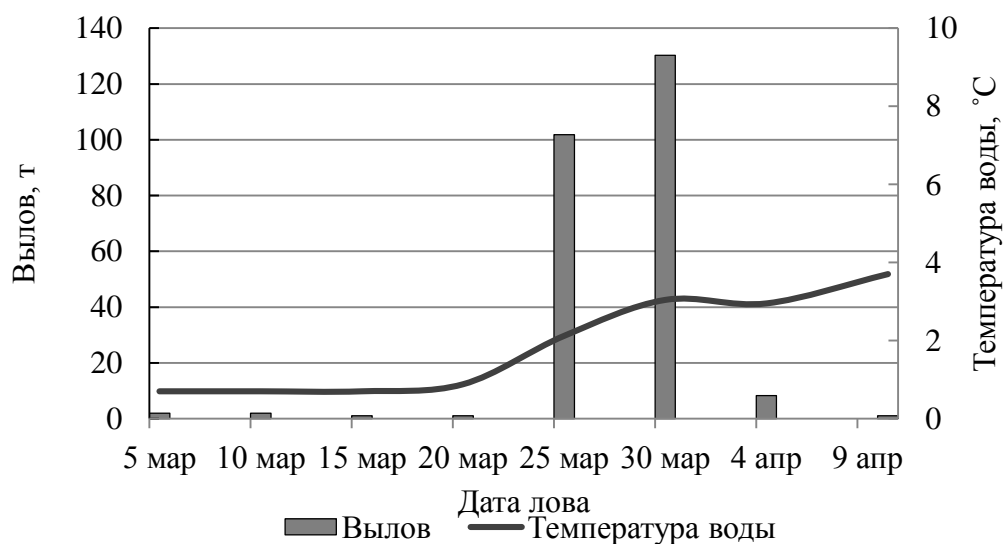


Рисунок 17 – Температурный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в 2012 году

В 2013 году миграция начинается при температуре $1,4^{\circ}\text{C}$, уловы в этот период, согласно пятидневной статистической отчетности, составляли 18 т. При дальнейшем повышении температуры происходит увеличение уловов, но максимальный вылов достигается не при температуре 3°C , как в 2012 г, $2,3^{\circ}\text{C}$, при этом в с последующим прогревом воды, выловы становятся ниже (Рисунок 18).

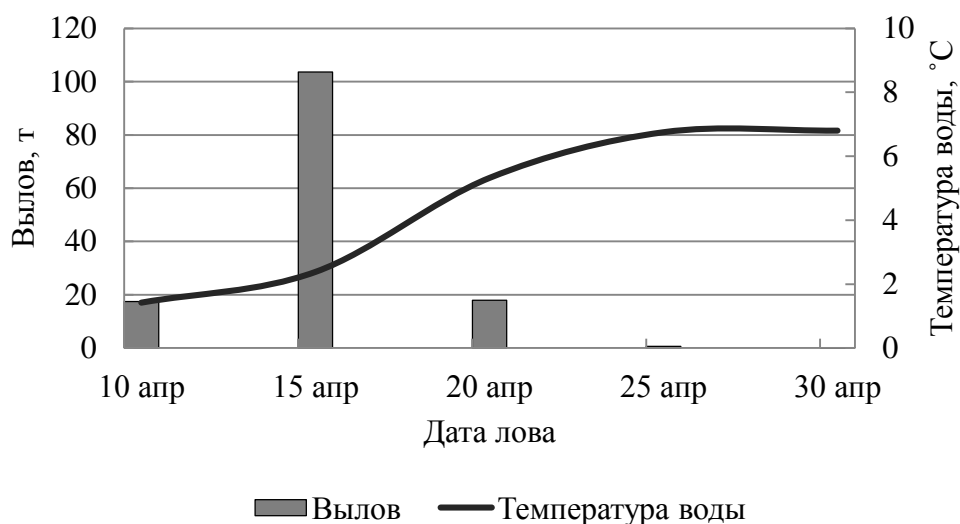


Рисунок 18 – Температурный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в 2013 году

В 2014 году нерестовый ход начинается более высоких температурах, чем в предыдущие два года, ($2,1^{\circ}\text{C}$), уловы в этот период согласно статистической отчетности по пятидневкам составляли 1-2 т. При дальнейшем повышении температуры происходит незначительное увеличение уловов, но максимальный вылов достигается не при температуре 3°C , как в 2012 г, а при $2,3^{\circ}\text{C}$, с последующим прогревом воды, вылов становится ниже (Рисунок 19).

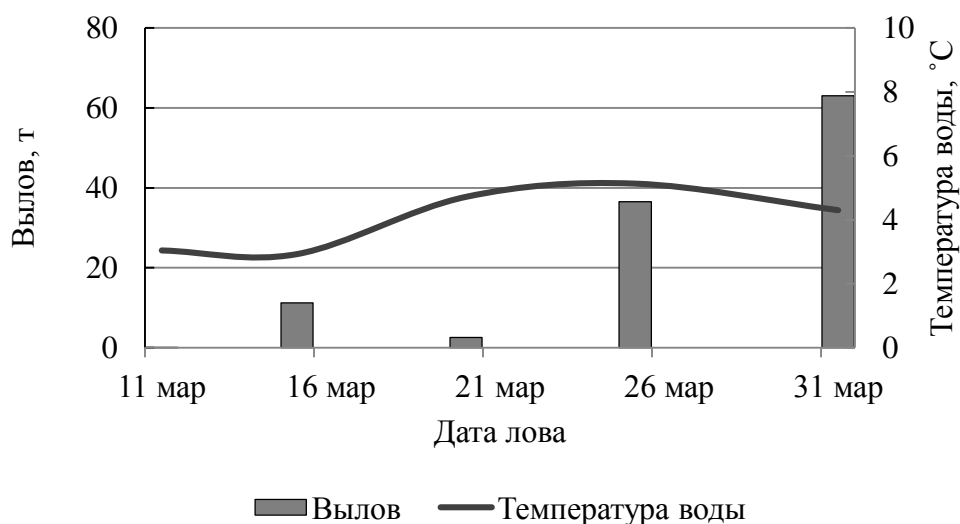


Рисунок 19 – Температурный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в 2014 году

2015 год отличается от предыдущих более ранним началом миграции, 27 февраля, при этом температура воды к этому времени составила 1°C , уловы в первые дни промысла не превышали 5 т. За весь период нерестового хода

максимальное значение температуры было достигнуто в 20-х числах марта и составило 2,1°C. Максимальный вылов (245 т) в этом году совпал с температурой воды. При таком же значении температуры уловы пошли на спад к концу нерестового хода, окончание которого было отмечено при 2°C (Рисунок 20).

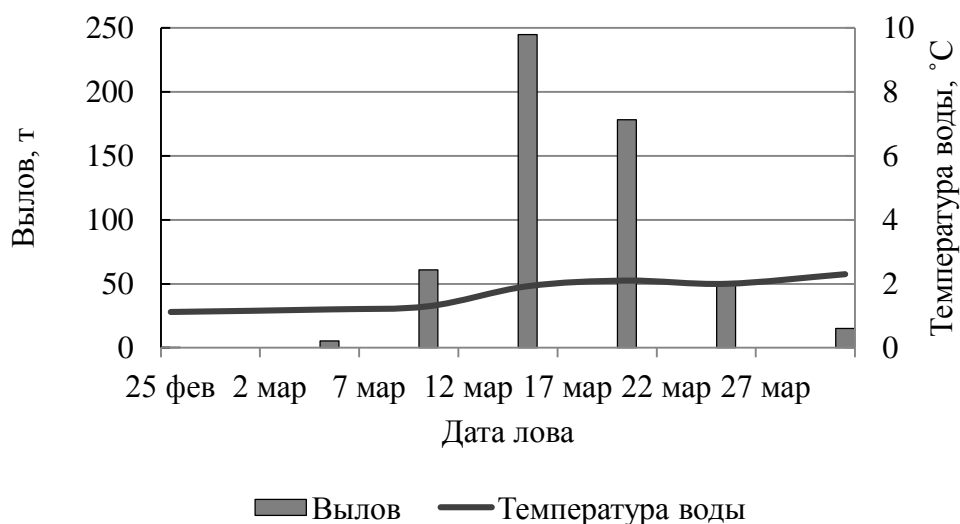


Рисунок 20 – Температурный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в 2015 году

В 2016 г. нерестовый ход начался так же рано, как и в 2015 г., 27 февраля, при температуре 2°C. Величина уловов в первые дни колебалась от 5 до 20 т. Максимальный улов был достигнут, когда вода прогрелась до 3,3°C. Окончание миграции отмечено при температуре воды 4°C (Рисунок 21).

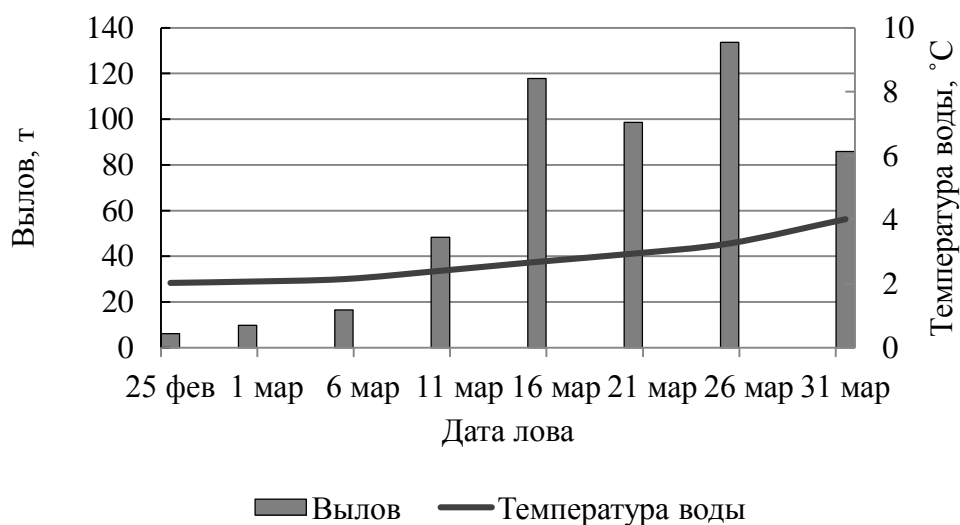


Рисунок 21 – Температурный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в 2016 году

Сопоставление данных по вылову в реках и средней температурой воды в период интенсивного хода, когда отмечаются максимальные уловы, установлено, что температура влияет скорее не на величину общего вылова и продолжительность миграции, а на время захода и прекращение миграции, это в свою очередь определяет результаты промысла.

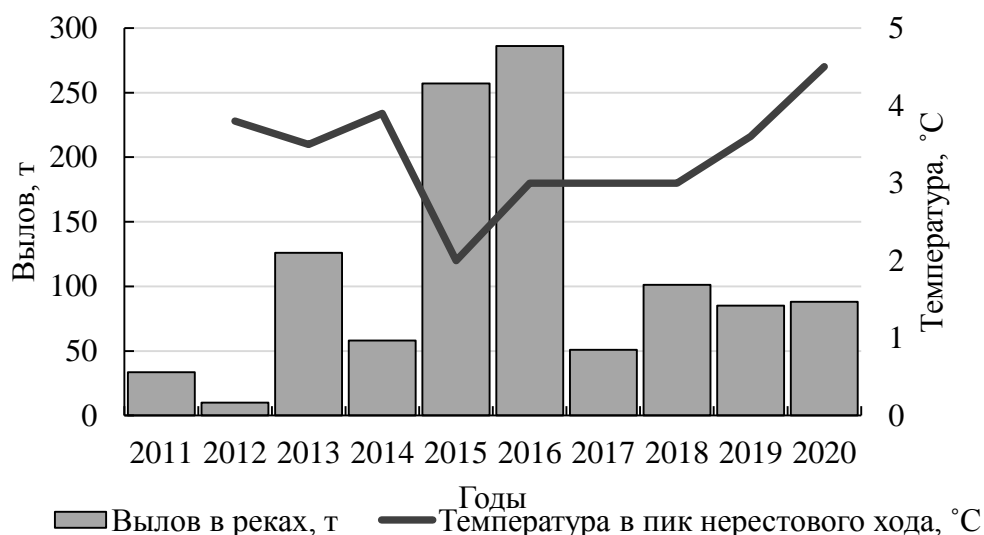


Рисунок 22 – Температурный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в реках

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 (Рисунок 22).

Другим важным фактором, определяющим нерестовую миграцию, является скорость прогрева воды. При медленном прогреве нерестовый ход плавный и продолжительный. Соответственно и уловы на усилие 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 23). 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 был невысоким (100 т).

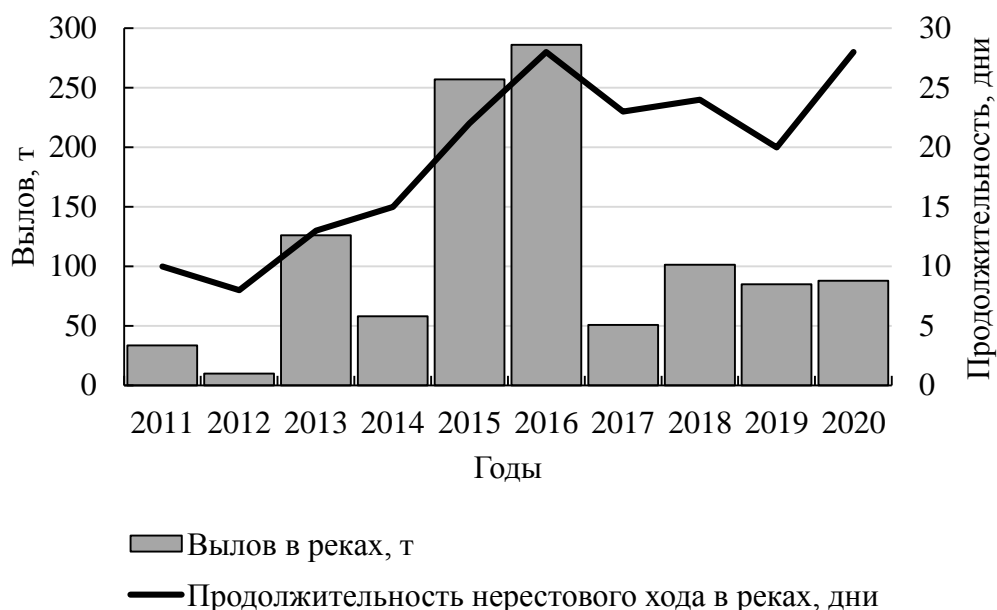


Рисунок 23 - Зависимость между выловом корюшки в реках и продолжительностью нерестовой миграции

Исследование временной динамики нерестового хода показало, что дата его начала не всегда коррелируется с температурой воды, а имеет собственное детерминирующее значение. 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 24-25).

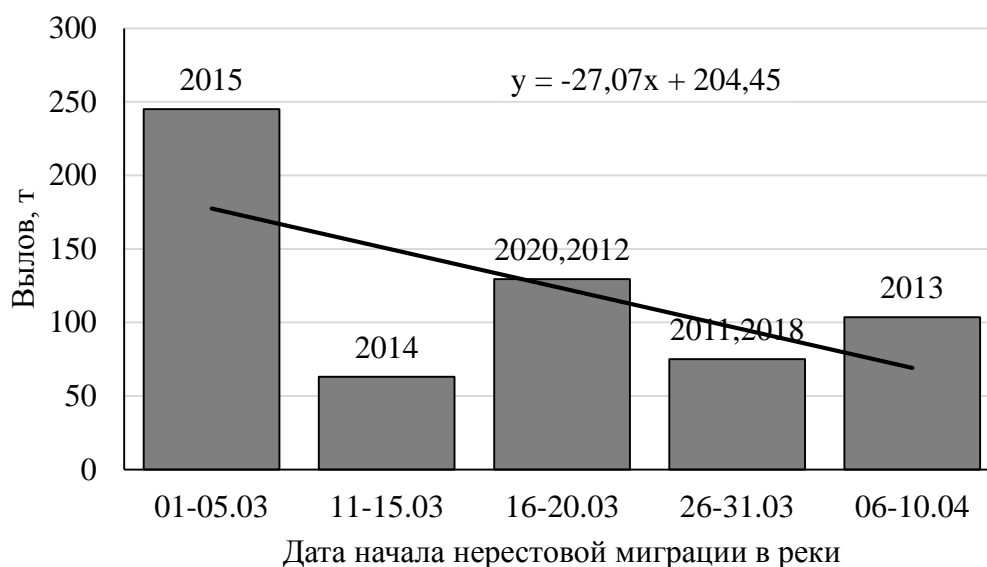


Рисунок 24 - Зависимость между выловом корюшки в реках и днем захода в реки бассейна Куршского залива

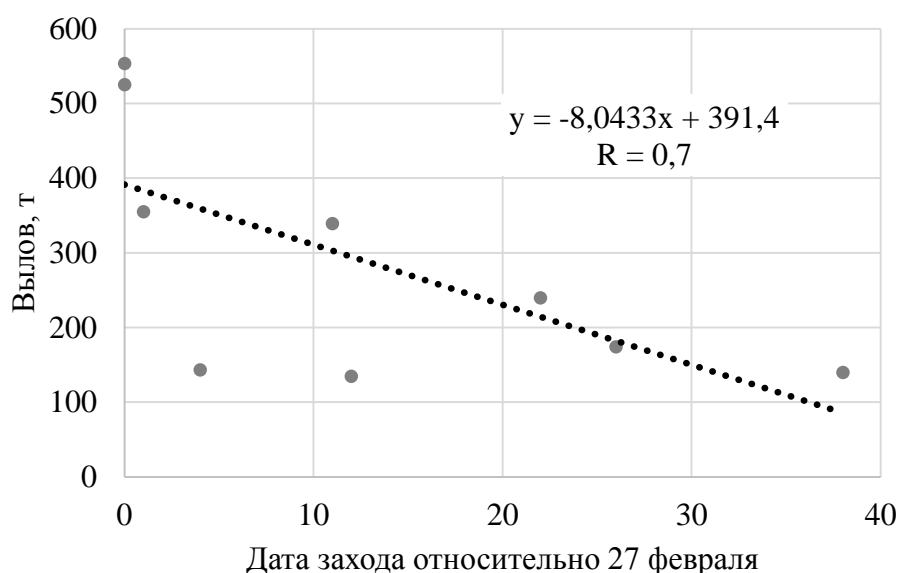


Рисунок 25 - Зависимость между выловом корюшки в реках бассейна Куршского залива и днем захода в реки относительно даты самого раннего начала нерестовой миграции

Уровень воды в период нерестовой миграции изменялся в пределах 1,9-3,4 м. Среднее колебание уровня в период нерестовой миграции корюшки в реке Скирвит составляет 10-15 см. Зависимости на уровня воды на суточную динамику выловов не обнаружено (Рисунок 26). Также не было обнаружено влияния уровня воды на величину общего вылова в реках (Рисунок 27).

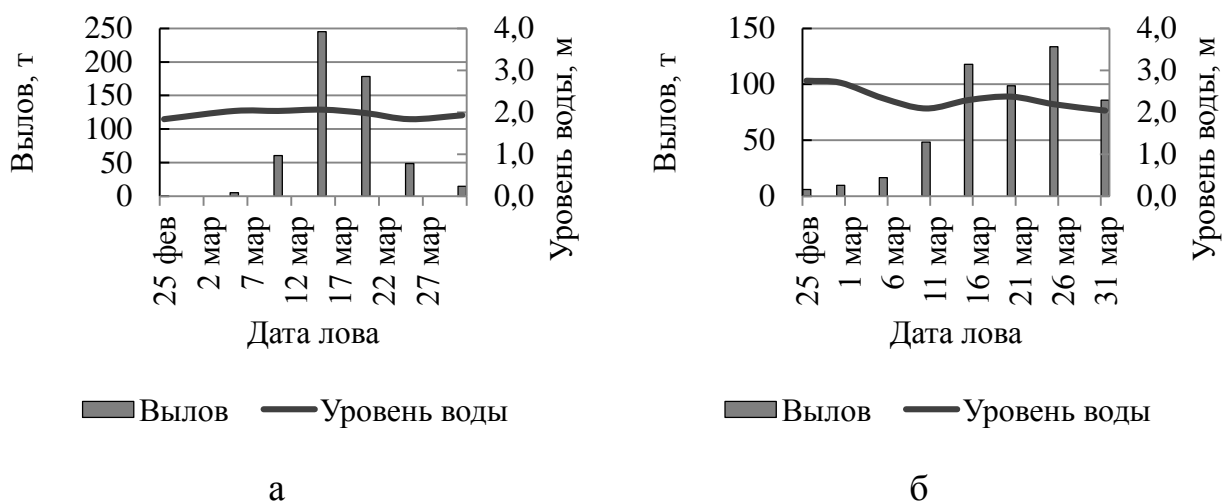


Рисунок 26 – Уровненный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в 2015 (а) и 2016 (б) гг.

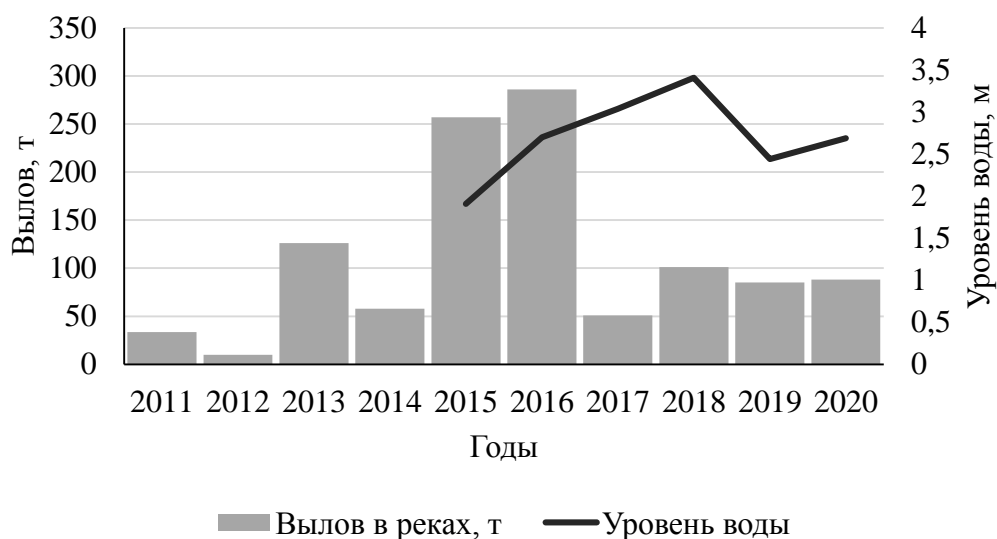


Рисунок 27 – Уровненный режим в период нерестовой миграции и его влияние на вылов корюшки в реках

Одной из важнейших характеристик нерестового хода корюшки является его протяженность. Знание дальности нерестовой миграции имеет важное значение для решения следующих задач:

- 1) определение расположения нерестилищ в реках бассейна Куршского залива;
- 2) выявление мест возможной дислокации промысла вверх по течению реки Неман;

3) оценка возможного влияния строящейся Балтийской АЭС на эффективность естественного воспроизводства корюшки.

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.

В 2012 г. максимальное расстояние от устья, где были отмечены промысловые уловы (около 5 т) корюшки является 60-й км. «Согласно опросам рыбаков-любителей и проведенным контрольным обловам корюшка поднялась до 80-ого км, здесь же был зафиксирован нерест корюшки. Также 31 марта зафиксирован вылов корюшки литовскими рыбаками-любителями на 120 км (н.п. Юрбаркас). Таким образом, основная масса нерестового стада корюшки в 2012 г. отнерестилась в пределах 60 км от устья реки Неман, часть нерестового стада зафиксирована на 80-м км. В то же время зарегистрированная протяженность нерестового хода составила 120 км. Полученные данные позволили определить, что для того чтобы достичь 120 км скорость передвижения корюшки составляла не менее 12 км в сутки. Основная масса нерестовой части популяции продвигалась к местам нереста со скоростью 8–10 км в сутки» [49, с. 115].

Исходя из данных промысловых уловов российских и литовских рыбаков и мониторинговых работ в 2013 г. основная часть корюшки отнерестилась до 20 км, высшей точкой продвижения по реке Неман можно считать 40 км.

«В 2014 г. по данным анализа уловов корюшки литовской стороной, нерестовый ход данного вида в реке Неман был ограничен дальностью хода – 35 км от устья. Причем если уловы в реке Скирвит (10 км от устья) на 50% были представлены снетком, то на 25–35 км ловилась исключительно корюшка» [90].

В 2015 г., по экспертной оценке, с литовской стороны наблюдалась аналогичная картина, и корюшка не поднялась выше 35 км от устья.

В 2016 г. по нашим наблюдениям 28.03.2016 г. корюшка была отмечена в г. Советске, также в районе г. Советска размещалась литовская промысловая бригада, т.е. можно сделать вывод, что в 2016 г. корюшка поднялась выше 50 км.

По экспертной оценке, аналогичную величину дальности миграции (50 км) можно принять и для 2018-2020 гг. (Рисунок 28)

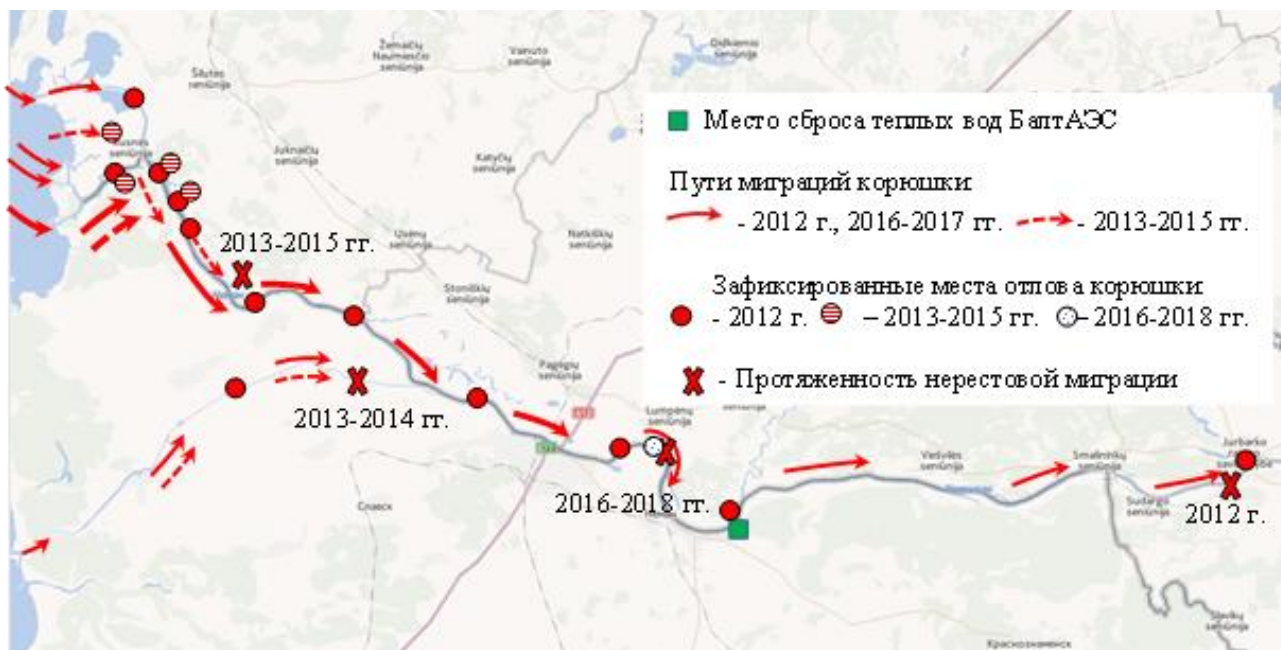


Рисунок 28 - Протяженность нерестовой миграции корюшки в реках бассейна Куршского залива

Несмотря на то, что в большую часть исследований дальность нерестового хода корюшки составляла 35–50 км, анализ фондовых и литературных данных и наблюдения 2012, 2016 гг. позволяют сделать вывод о том, что корюшка может проходить на нерест выше.

Регрессионный анализ позволил установить, что вверх по течению поднимается сравнительно небольшая часть нерестовой части популяции корюшки (Рисунок 29), эта связь хорошо аппроксимируется обратной экспоненциальным уравнением с коэффициентом корреляции 0,84, что говорит о сильной зависимости.

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 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.

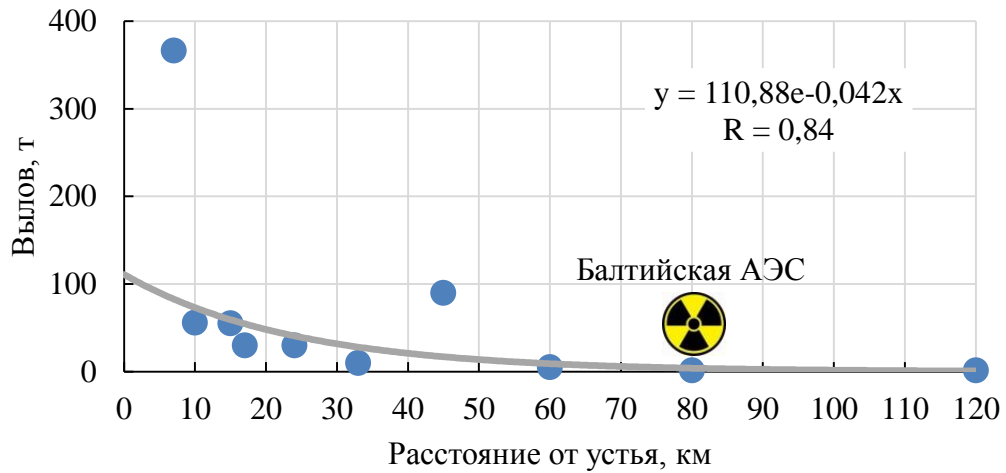


Рисунок 29 - Величина вылова корюшки на разном расстоянии от устья реки Неман в 2012 году

Немаловажным фактором является ветровой режим в период нерестовой миграции. Со слов рыбаков можно отметить, что для корюшки важным условием захода в реку Неман является «тишина», т.е. при разламывании льда или сильном ветре, рыба не сможет пройти в реки, для нее это является отпугивающим фактором. Глубина реки Скирвит в устье в этот период составляет не более 0,5 м, что не дает возможности корюшке опуститься ниже для исключения действия ветра. При условии, что во время путины дуют сильные ветра, эффективность промысла так же снижается, в связи с тем, что «косяк разбивает» и рыба идет разрознено.

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

«Европейская корюшка широко распространена в Северной Европе от Франции (река Луара) до юго-восточной части Скандинавского полуострова и юго-запада Ирландии, включая Балтийское, Белое и Баренцево моря. В России представлена в бассейнах всех этих морей. В Балтийском море корюшка распространена по всему побережью; в большом количестве входит в Куршский и Вислинский заливы и в реку Неву (невская корюшка). Есть она в Ладожском и Онежском озерах» [8, 41, 54].

«Продолжительность жизни корюшки составляет 9 лет, половозрелой становится на 2-4 году жизни. Корюшка нерестится на течении, икру выметывает на камни, гальку, водную растительность, подмытые корни прибрежных растений, погруженные в воду ветви кустарников. Иногда икра встречается на песке. Глубина на нерестилищах составляет от 15-20 см до нескольких метров. Инкубационный период длится две-четыре недели» [28, 54, 78].

Взрослая проходная корюшка также питается в основном планктонными ракообразными; в прибрежной зоне моря она поедает рачков (*Cladocera*, *Copepoda*, *Gammaridae*, *Mysidae*), реже личинок моллюсков, полихет и другие организмы бентоса, крупные особи могут поедать икру, личинок и даже молодь рыб. Наиболее интенсивный откорм проходной корюшки происходит летом и осенью, в непосредственной близости от берегов, где она находится большую часть года. В период нереста проходная корюшка не питается.

По внешнему строению корюшка - стройная рыба с удлинённым телом веретенообразной формы. Рот большой, есть зубы. Верхнечелюстная кость заметно заходит за вертикаль середины глаза. «Спинной плавник короткий, содержит 7-14 лучей, расположен посреди тела, над брюшными плавниками». Анальный плавник с длинным основанием, есть жировой плавник. В хвостовом плавнике 19 лучей, в брюшном – 7-8. Чешуя циклоидная крупная, легко спадающая. Боковая линия неполная короткая, прерывается на (0) 4-14 (16)

чешуе. Желудок в виде слепого мешка. Имеется плавательный пузырь. Для корюшки характерен специфический запах свежих огурцов, за что ее еще называют «огуречником» [5, 13, 60].

5.1 Динамика изменения размерной структуры нерестовой части популяции корюшки в период нерестовой миграции

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, практически ежегодно в размерной структуре нерестовой части популяции корюшки можно выделить ее пресноводную жилую форму - сетка

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.

Нерестовый ход в 2012 году длился восемь дней: с 20 марта по 28 марта включительно. В начале нерестовой миграции (20 марта) по численности превосходили крупноразмерные особи корюшки длиной 14-16 см. В период массового хода корюшки (24-28 марта) происходит снижение размеров до 12-14 см и проявление мелкоразмерной группы (скорее всего экологической формы корюшки – сетка) длиной 6-8 см (Рисунок 30).

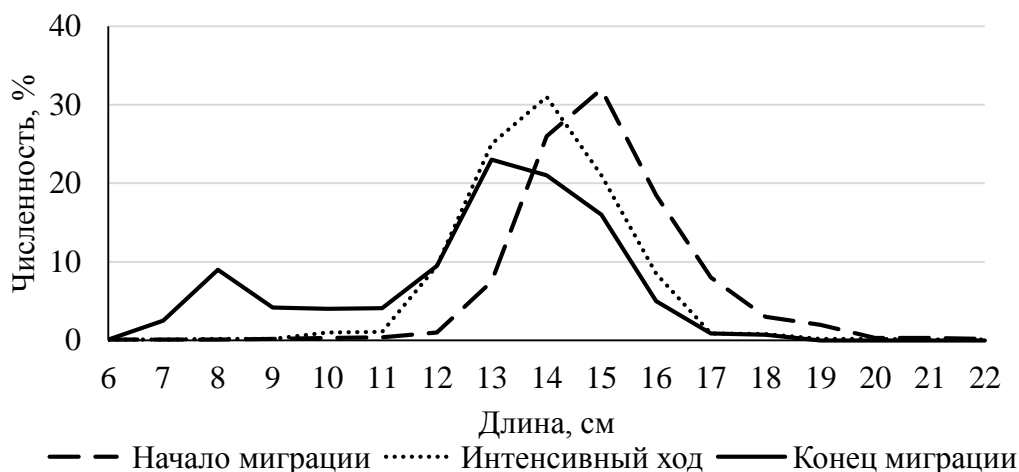


Рисунок 30 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2012 г.

Нерестовый ход корюшки в 2013 году начался несколько позже предыдущего года и продлился 13 дней, с 6 по 18 апреля. В нерестовой миграции 2013 года выражена характерная периодичность захода разноразмерных особей. В начале миграции (6-9 апреля) отмечается заход крупноразмерных особей длиной 11-15 см, что составляет 81,2% от улова за период. В период массового хода корюшки наблюдается два пика численности мелко- и крупноразмерных групп, по численности преобладают особи длиной 10-17 см, что составляет 69,9% от улова. Мелкоразмерная группа (6-9 см) более малочисленна и составляет 20,7% от общего улова за период. В конце миграции уловы по численности значительно снижаются и доминирует крупноразмерная группа особей (Рисунок 31).

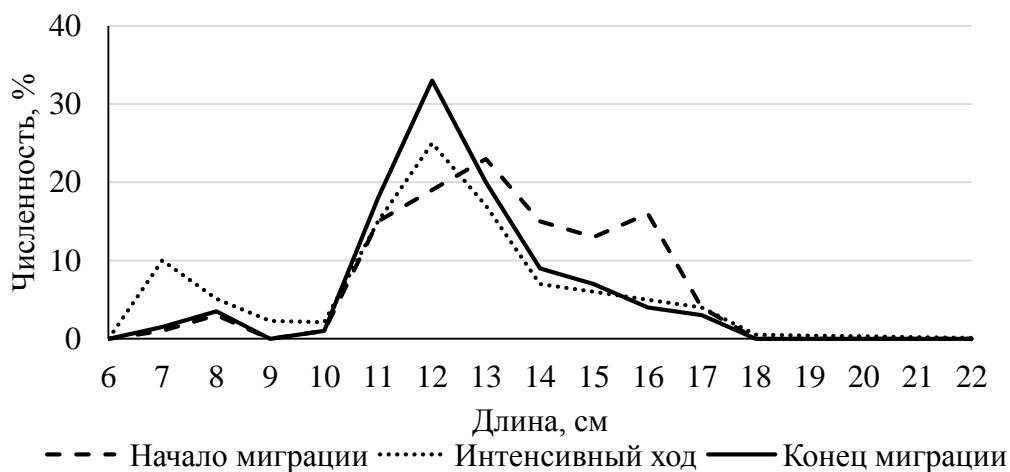


Рисунок 31 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2013 г.

В 2014 году нерестовая миграция корюшки была более продолжительной предыдущих годов (11-26 марта), что составило 15 дней. В начале нерестового хода по численности превосходили группы особей длиной 11-14 см, что составляет 67,5% от общего улова за период. В период массового нерестового хода по численности и по массе значительно превосходили мелкоразмерные особи длиной 6-9 см (62,6% от общего улова за период). В конце нерестового хода уловы существенно снижаются, мелкоразмерная группа превосходит крупноразмерную по массе и численности (86,7% от общего улова за период) (Рисунок 32).

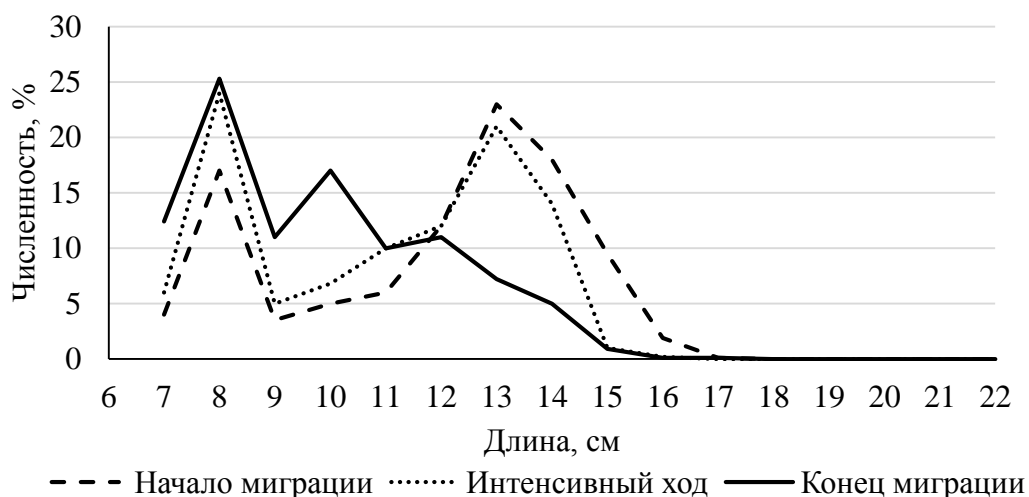


Рисунок 32 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2014 г.

В 2015 году интенсивный нерестовый ход корюшки начался 03 марта, а первые экземпляры стали попадаться в невода с 28 февраля, что намного раньше по сравнению с предыдущими годами. Нерестовая миграция продлилась до второй пятидневки апреля. В начале захода корюшки преобладали особи длиной 12-14 см, что составило 70% от улова, также прослеживается наличие мелкоразмерных особей. Что касается интенсивного хода корюшки, то количество снетка увеличилось до 19%, по сравнению с началом нерестового хода. Конец нерестовой миграции корюшки в 2015 году не зафиксирован, но с уверенностью можно сказать, что за четыре обследованных года, он является одним из самых протяженным по количеству дней (Рисунок 33).



Рисунок 33 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2015 г.

В 2016 году нерестовая миграция европейской корюшки началась раньше предыдущих годов. Первые экземпляры в реке Скирвит в районе п. Русне были обнаружены 18 февраля при расчистке тоней рыбаками. В начале захода, преобладали особи длиной 11-14 см, которые сформировали 67% от общего улова за период, мелкоразмерная группа сетка также четко прослеживалась, как и ранее. В период интенсивного хода значительно увеличивается доля сетка в уловах, а среди крупноразмерной корюшки доминирует все та же группа 11-14 см. Конец нерестового хода 2016 года четко прослеживается, характеризуясь увеличением доли мелкоразмерного сетка в уловах до 75% (размерная группа 6-8 см). К 25 марта в районе Русне уже встречались отдельные особи корюшки, что свидетельствовало о завершении нерестовой миграции (Рисунок 34).

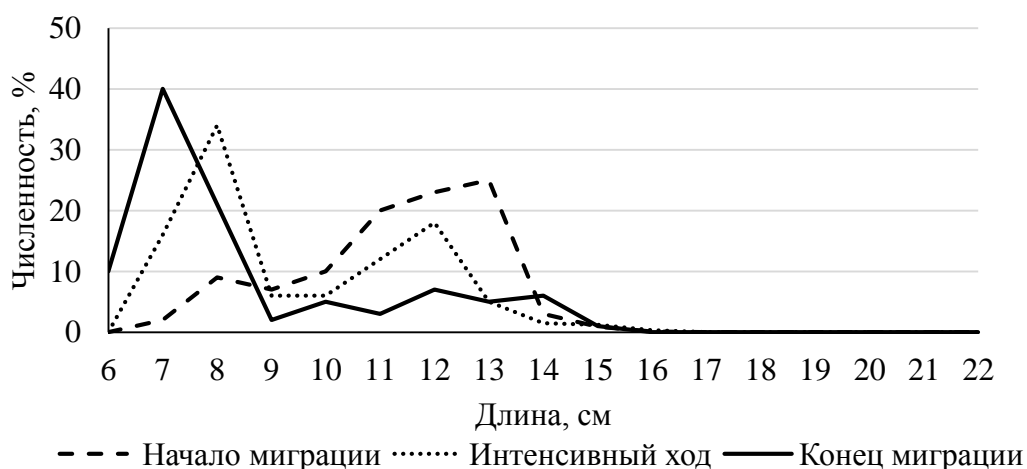


Рисунок 34 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2016 г.

Необходимо отметить, что 2016 год является наиболее протяженным по количеству дней нерестового хода, что, скорее всего, связано с колебаниями температурного режима воды и воздуха. Большая часть периода характеризовалась положительными температурами в дневное время и отрицательными в ночное.

В 2017 г. нерестовый ход корюшки начался 07 марта и продлился до 31 марта. В отличие от предыдущих лет исследований удельный вес снетка не был столь очевидно выражен, что скорее всего связано с ранним снятием рыболовческих бригад с промысла. В начале и середине нерестового хода преобладали размерные группы 12-13 см, в конце нерестового хода размеры корюшки несколько снизились и увеличилась доля размерных групп 11-12 см (Рисунок 35).

В 2018 г. нерестовый ход корюшки начался 30 марта и продлился до 11 апреля. Размерная структура корюшки в начале и середине нерестового хода были достаточно близкими, хотя и отмечалась повышенная доля крупноразмерной корюшки (более 17 см) в начале нерестового хода (данная тенденция уже зафиксирована ранее и является достаточно стабильной) (Рисунок 36).

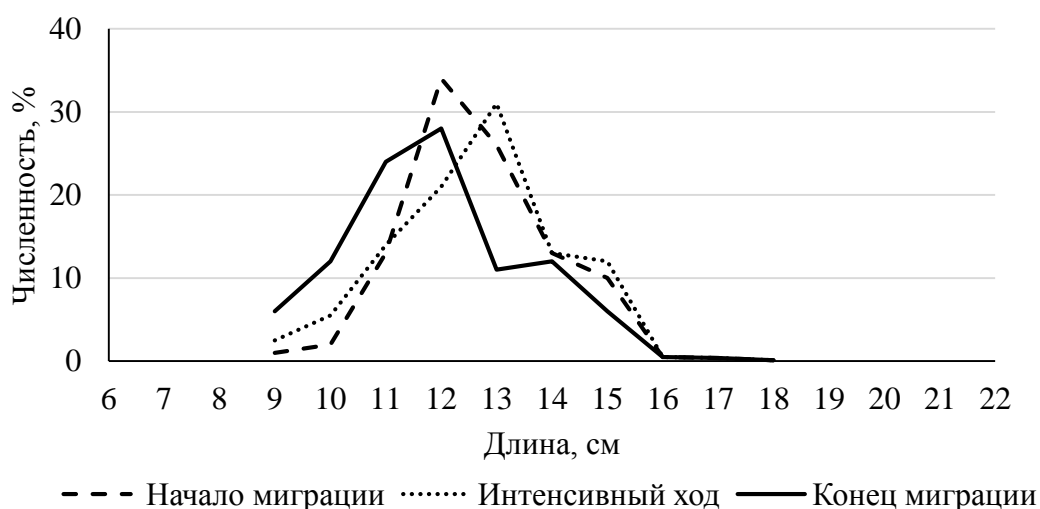


Рисунок 35 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2017 г.

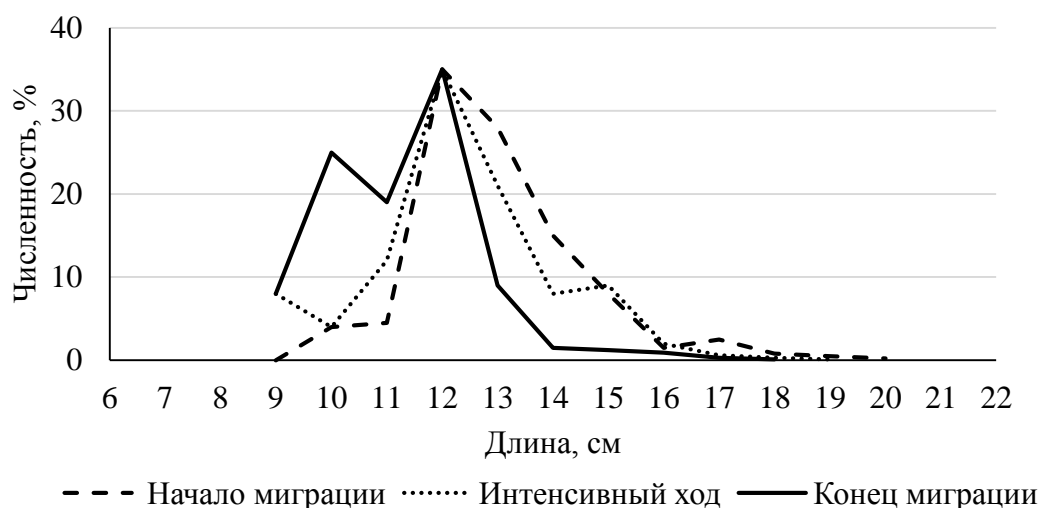


Рисунок 36 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2018 г.

В 2019 г. нерестовый ход корюшки начался 03 марта и продолжился до 06 апреля. Размерная структура корюшки в начале и середине нерестового хода были достаточно близкими и доминировали особи размером 10-11 см. В пик нерестового хода преобладают две группы особей 13-14 и 15-16 см, размерная группа, относящаяся к снетку, 6-8 см, не выявлена (Рисунок 37).

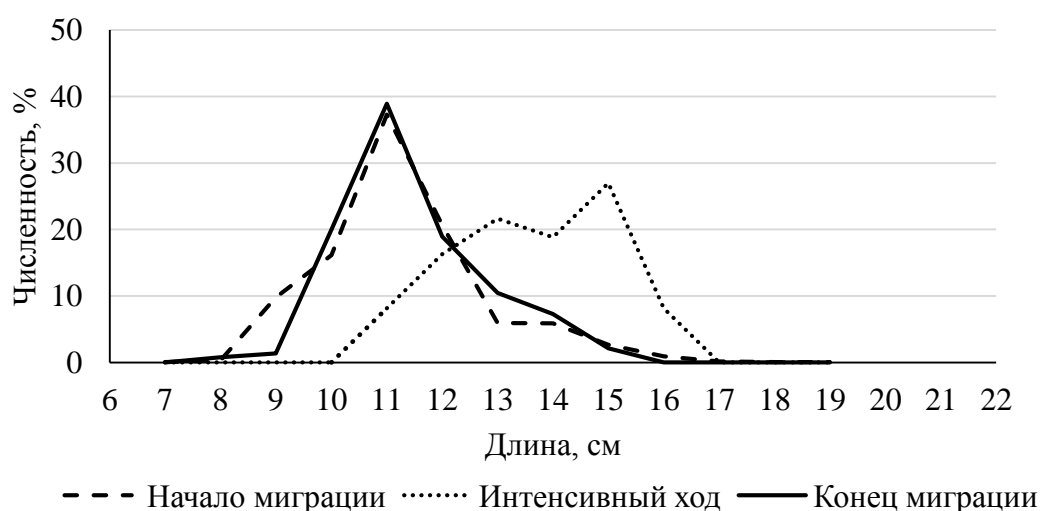


Рисунок 37 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2019 г.

Нерестовый ход 2020 года оказался продолжительным, что вероятнее всего связано с теплой зимой, отсутствием ледового покрова в зимний период. Первые экземпляры были пойманы в устье реки Скирвит 27-28 февраля. В начале захода, преобладали особи длиной 11-14 см, которые сформировали 77% от общего улова. В период интенсивного хода доминирует группа 12-15 см. В конце

нерестового хода доминируют рыбы размером 10-12 см. Необходимо отметить, что мелкогабаритная группа снетка в 2020 году не прослеживается ни в один из периодов (Рисунок 38).

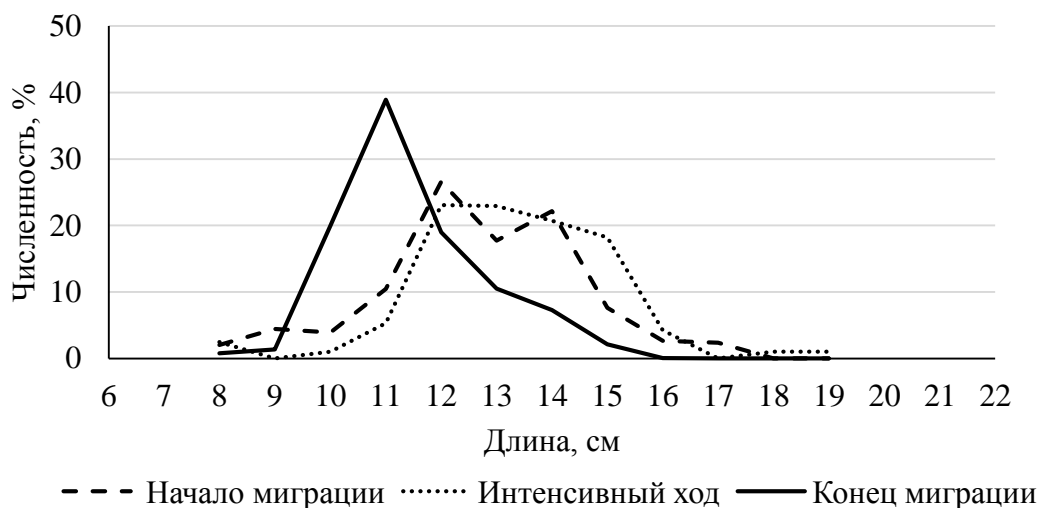


Рисунок 38 – Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в разные периоды нерестового хода, 2020 г.

Анализ динамики изменений линейных размеров корюшки показал, что в первые дни нерестовой миграции 2012 г. в нерестовой части популяции корюшки встречались наиболее крупноразмерные особи, со средней длиной 15,5-16,0 см. В последующие даты средняя длина особей начала снижаться и в конце нерестового хода в популяции преобладали снетки со средней длиной тела 8-9 см. В 2013 г. линейные размеры корюшки снижались. В начале нереста преобладали особи длиной 15 см, а в конце миграции линейные размеры тела снизились до 11,5 см.

В 2014-2015 гг. в период нерестовых миграций наблюдалось цикличное колебание размеров тела от 11 до 13 см (2014 г.) и от 12,2 до 13,9 см (2015 г.). В 2016 г. в первые дни преобладали особи длиной более 14, затем происходило снижение средней длины до 11,3 см к концу нерестового хода, за исключением последней даты отбора проб (13,3 см).

В 2017-2018 гг. при достаточном равенстве средней длины корюшки в течение всего нерестового периода длина была меньше средней. Так

04.04.2018 г. она составила 10,9 см, тогда как в целом за этот нерестовый сезон - 12,5 см (Рисунок 39).

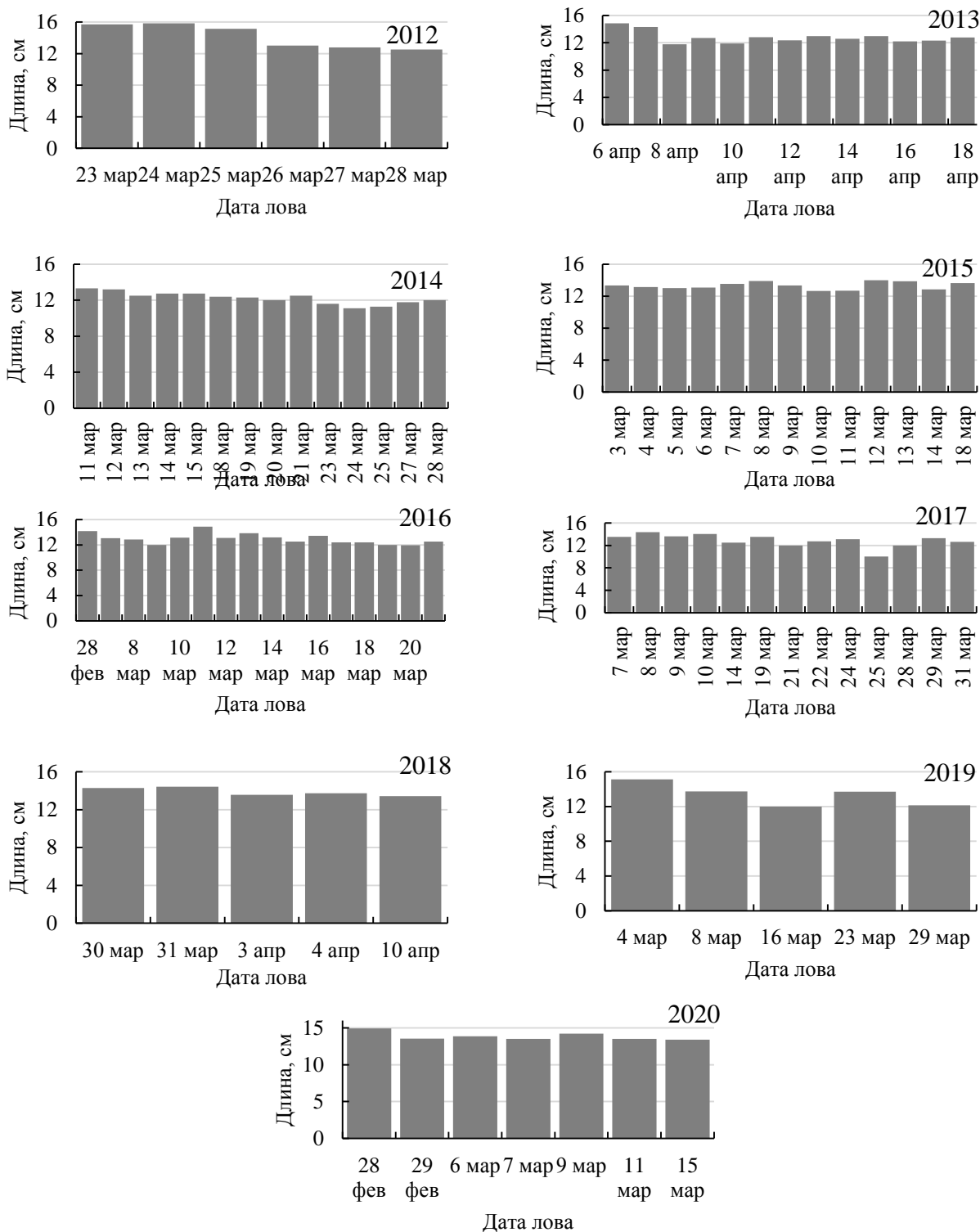


Рисунок 39 – Динамика изменения средней длины особи в нерестовой популяции корюшки в реке Неман по датам лова за период 2012-2020 гг.

В 2019 и 2020 гг. тенденция изменения средней длины остается прежней. В начале в уловах встречались рыбы длиной 15,0 см, затем происходит снижение средних размеров до 12,1 см в 2019 г. и 13,5 в 2020 г.

Тенденций межгодовой изменчивости средних размеров в нерестовой части популяции корюшки не выявлено. В целом средние размеры корюшки за период исследований колебались от 10,9 до 14,3 см и в среднем составили 12,5 см. Наименьшие средние размеры корюшки наблюдались в 2014 г., когда значительную часть уловов составил снеток (Рисунок 40).

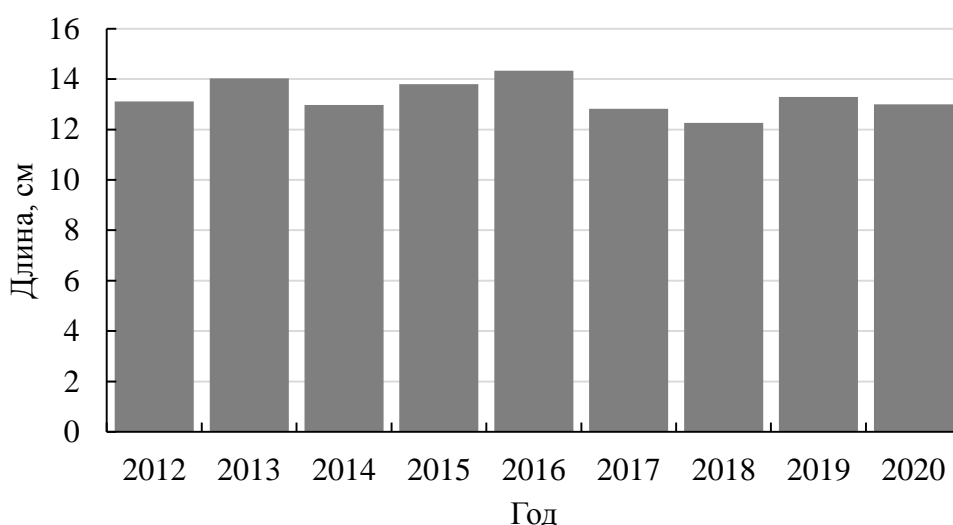


Рисунок 40 – Динамика изменения средней длины нерестовой части популяции корюшки в реках в 2012-2020 г.

Сравнивая наши данные с данными 1980-2000 гг. Мы отметим продолжающую тенденцию снижения размера модальной группы и увеличение доли мелких особей. Так, в 1980-90-х гг. в контрольных уловах встречались рыбы длиной от 10 до 20 см, преобладали рыбы размерного ряда 16-18 см (46,5%). Основу составляли рыбы длиной 17-18 см (по 16,2%). Единично были представлены рыбы длиной 10 см (0,6%).

В период с 1990 по 1994 года в нерестовой части популяции были представлены рыбы длиной от 10 до 24 см. Преобладали рыбы того же размерного ряда что и в предыдущий период - 15-17 см (62,6%). Модальную группу составляли более крупные рыбы длиной 17 см (25,5%). Наиболее крупные рыбы длиной 23-24 см попадались единично. С 1995 по 1999 года

встречались особи длиной от 9 до 25 см. Преобладали рыбы размерного ряда 14-16 см (52,1%). Модальной группой были рыбы – 15 см (19%).

В 2000 - 2004 гг. при том же диапазоне размеров нерестующих рыб (9 - 24 см) преобладали рыбы меньших размеров - 12-16 см (69,3%). Модальной являлась размерная группа 14 см (15,5%). К 2005 г. размер модальной группы снизился до 13 см (19,4%). В уловах были отмечены особи длиной от 7 до 17 см. В контрольных уловах преобладали рыбы размерного ряда 12-14 см (49,7%).

Обобщив полученные данные размерной структуры нерестовой части популяции корюшки по периодам нерестовой миграции, получаем, что размерный ряд корюшки в уловах в современный период представлен особями длиной от 9 до 22 см. при модальной группе 12-16 см (Таблица 5).

Таблица 5 - Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в реке Неман

Длина , см	Количество, %									Общий итог
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
9	3,4	1,1	11,6	-	2,6	1,9	0,2	2,5	0,0	2,4
10	3,9	3,4	16,8	3,3	10,0	6,2	2,0	18,0	4,8	5,5
11	8,0	21,9	11,9	17,3	21,2	15,9	7,9	36,9	15,3	15,0
12	17,1	29,3	22,6	25,2	27,6	25,2	26,7	19,4	25,0	23,3
13	24,5	15,7	21,9	22,7	20,0	22,7	28,9	10,4	19,2	21,1
14	22,9	11,0	9,8	18,4	11,5	15,4	16,0	7,9	20,1	17,4
15	13,3	9,9	4,2	8,9	4,6	9,7	8,6	4,0	10,3	9,9
16	4,9	5,6	0,8	3,6	1,4	1,9	3,5	0,8	2,8	3,8
17	0,8	1,3	0,4	0,1	0,6	0,6	3,5	-	1,7	0,9
18	0,9	0,5	-	0,4	0,3	0,4	1,5	-	0,4	0,5
19	0,1	0,1	-	-	0,1	-	1,0	-	0,4	0,1
20	-	0,1	-	-	-	-	0,2	-	-	-
21	-	0,0	-	-	0,1	-	-	-	-	-
22	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-

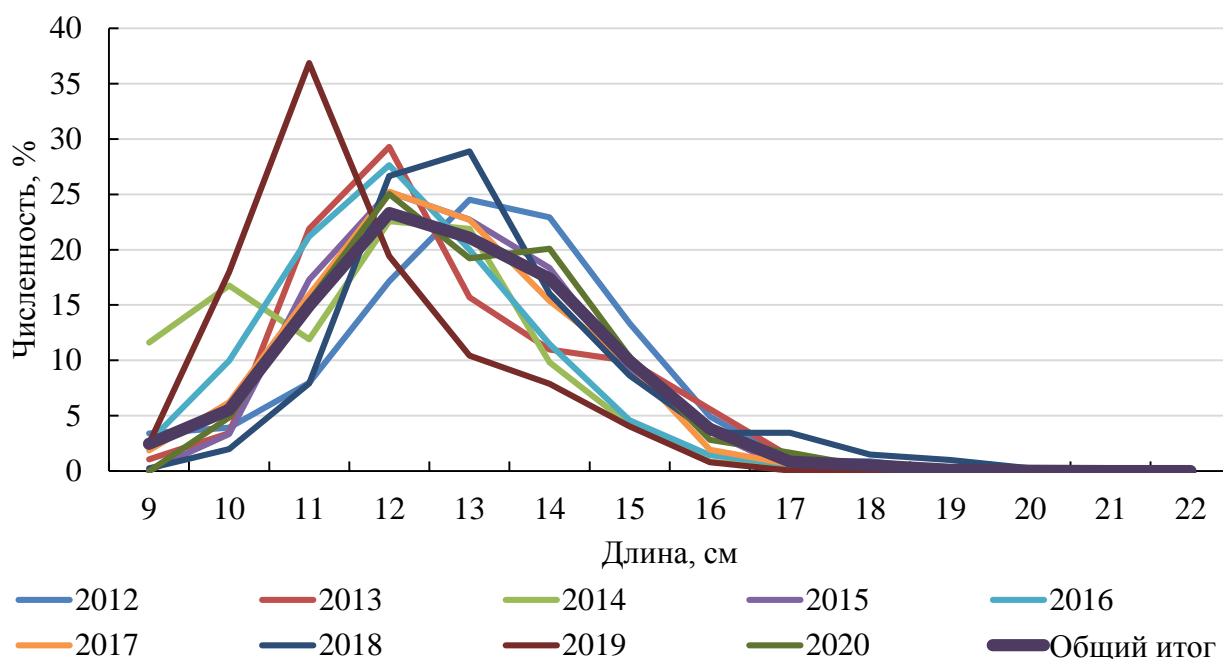


Рисунок 41 – «Размерная структура нерестовой части популяции корюшки в период 2012-2020 гг.» [88]

«Крупные особи корюшки (по модальной размерной группе) отмечены в 2012, 2018 гг., а мелкие в 2015-2018 гг. Размерная структура нерестовой части популяции корюшки» в 2018 г. оказалась значительно отличающейся от предыдущих лет исследований [88]. «На долю рыб 12-13 см пришлось 55,2% уловов, тогда как за весь период исследования этот показатель в среднем составил 27,8%. И в то же время значительно уменьшилась доля рыб 14-16 см» [88, 96] (Рисунок 41).

На обобщенной размерной структуре популяции корюшки в реке Неман за период 2012-2020 года четко выделяются преобладающие размерные группы, это корюшка длиной 12-13 см, ее доля в уловах составляет – 69,0% (Рисунок 42).

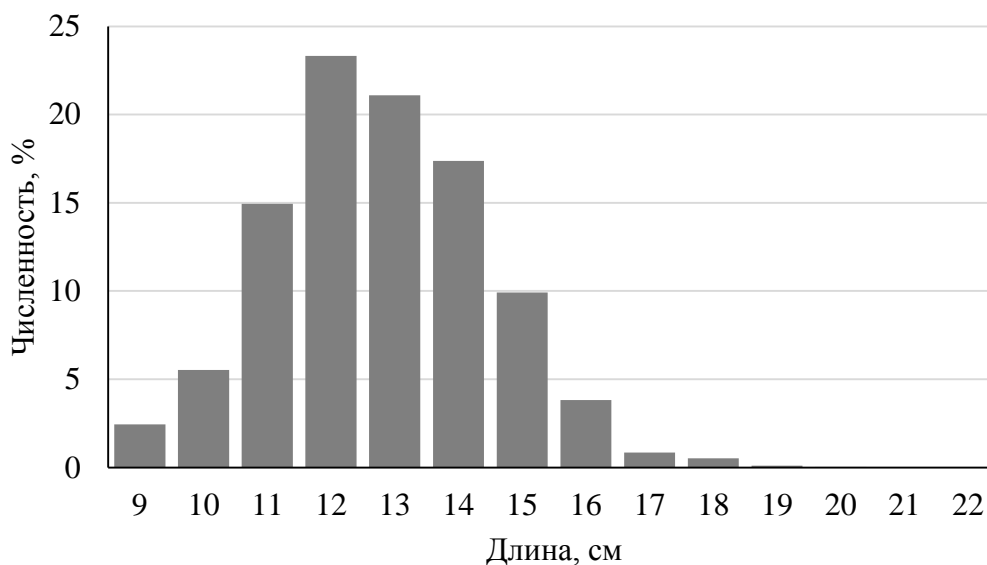


Рисунок 42 – Обобщенная размерная структура нерестовой части популяции корюшки в реках в 2012-2020 гг.

5.2 Рост корюшки

5.2.1 Линейный и весовой рост корюшки

До настоящего времени описанию роста корюшки, заходящей на нерест в реки бассейна Куршского залива, были посвящены эпизодические работы ряда авторов [21, 50, 61], все эти работы выполнены до 90-х гг. прошлого столетия. Вместе с тем, понимание особенностей роста рыбы является обязательным условием при ведении мониторинговых работ, которые включают в себя изучение биологии, оценку численности рыб, состояния запасов, в том числе нерестовых и прогнозирования уловов. Изучение роста корюшки проводилось с использованием наблюдаемых данных, полученных во время нерестового хода корюшки в реках бассейна Куршского залива Балтийского моря.

Размерно-весовые показатели нерестовой части популяции корюшки показали, что средняя длина колебалась в пределах от 9,0 см в двухгодовалом возрасте до 20,4 см у семигодовалых особей, средняя масса изменялась от 8,6 до 82,6 г (Таблица 6, Рисунок 43). Значительные колебания весовых показателей отмечено для старших возрастных групп, где преобладают самки с развитыми гонадами, которые в нерестовый период составляют до 20% от массы тела рыбы.

Ошибка средней длины составляет 0,1-0,4 см во всех возрастных группах, кроме рыб в возрасте 7 лет – ошибка равна 0,0-1,1 см. Ошибка средней массы колеблется в пределах от 0,2 до 11,3 г, максимальное значение ошибки отмечено у рыб в возрасте 7 лет. Высокое значение ошибки в данной возрастной группе объясняется ее немногочисленным представительством. Рассмотрение возрастной динамики коэффициента вариации не выявило какой-либо тенденции увеличения или уменьшения данного параметра с возрастом.

Корюшка растет на протяжении всей жизни, линейные и весовые показатели с возрастом увеличиваются. Линейный рост корюшки наиболее интенсивный в первые три года жизни рыбы, т.е. до возраста массового полового созревания. Весовой рост характеризуется достаточно интенсивным увеличением с возрастом. Наиболее интенсивный прирост массы отмечен на 2-4 годах жизни.

Таблица 6 - Размерно-весовые показатели нерестовой части популяции корюшки рек бассейна Куршского залива в период 2012 -2018 гг.

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	±m	V	Min	Ср	Max	±m	V	
2012											
2	8,0	10,0	13,8	0,1	12,8	6,0	9,0	15,0	0,2	23,2	20
3	11,1	14,3	17,4	0,1	10,4	9,0	26,6	46,0	0,6	31,1	174
4	16,0	18,2	20,8	0,2	6,2	40,0	55,0	101,0	1,8	23,1	48
5	21,0	21,6	22,2	0,6	3,9	81,0	86,5	92,0	5,5	9,0	2
2013											
2	8,4	10,2	13,3	0,2	15,3	3,0	7,8	28,0	0,2	15,8	5
3	9,1	11,0	13,3	0,2	11,6	6,0	11,2	21,0	0,5	35,6	54
4	12,1	14,9	17,4	0,1	8,0	17,0	28,8	48,0	0,9	26,1	73
5	11,7	17,6	21,5	0,3	9,0	12,0	51,6	101,0	2,7	31,8	36
2014											
3	9,0	11,6	15,2	0,1	9,5	5,0	13,2	28,0	0,3	30,0	134
4	11,2	14,5	16,8	0,1	7,4	10,0	25,9	47,0	0,6	27,1	127
5	16,8	17,6	20,4	0,4	6,3	30,0	48,8	65,0	3,4	21,1	9
2015											
2	9,2	10,2	11,5	0,1	9,8	6,0	8,0	12,0	0,2	27,5	66
3	9,9	11,9	13,9	0,1	7,6	9,0	13,9	25,0	0,4	24,2	70
4	12,6	14,5	17,8	0,1	7,3	12,0	25,1	43,0	0,8	26,3	68
5	13,8	16,3	18,7	0,2	7,0	20,0	37,1	62,0	1,3	25,9	51
6	16,2	17,3	18,4	0,4	6,1	36,0	46,7	61,0	3,8	19,8	6
7	18,2	18,2	18,2	-	-	59,0	59,0	59,0	-	-	1
2016											
2	9,0	9,9	12,8	0,1	9,4	6,0	8,0	14,0	0,2	29,7	53
3	10,0	11,9	15,3	0,1	8,3	9,0	14,7	35,0	0,5	30,3	85

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	
4	12,1	13,9	15,5	0,1	6,0	14,0	23,1	33,0	0,7	21,3	50
5	14,1	15,3	17,5	0,1	5,2	16,0	31,6	53,0	1,3	22,8	31
6	17,2	18,2	19,1	0,9	7,4	52,0	61,5	71,0	9,5	21,8	2
7	20,5	20,5	20,5	-	-	94,0	94,0	94,0	-	-	1
2017											
2	8,7	10,0	12,6	0,1	8,5	5,0	8,9	18,0	0,5	33,4	45
3	9,2	11,6	14,8	0,1	10,9	3,0	13,9	28,0	0,4	36,2	164
4	10,6	14,3	18,0	0,1	8,9	10,0	25,1	51,0	0,9	32,2	94
5	12,8	15,2	18,5	0,3	8,8	16,0	29,3	50,0	1,8	28,2	20
6	16,5	16,5	16,5	-	-	35,0	35,0	35,0	-	-	1
2018											
2	8,2	9,2	10,5	0,1	5,7	6,0	8,0	11,0	0,4	36,7	30
3	9,9	11,0	12,7	0,2	7,0	8,0	11,4	19,0	0,6	26,9	24
4	11,1	13,3	16,2	0,3	11,0	11,0	21,0	40,0	1,4	37,5	33
5	12,3	15,5	17,5	0,2	7,7	16,0	32,1	48,0	1,4	25,1	35
6	16,3	18,0	19,4	0,2	4,8	35,0	53,9	69,0	2,4	18,0	17
7	19,0	20,4	22,7	0,6	6,4	58,0	80,4	99,0	7,6	21,0	5
2012-2018											
2	8,0	9,4	15,9	0,1	14,0	5,0	9,0	32,0	0,2	52,4	428
3	9,2	12,3	17,7	0,1	14,9	3,0	17,0	49,0	0,3	49,5	817
4	10,6	14,9	20,9	0,1	11,4	10,0	29,5	101,0	0,5	42,1	555
5	11,7	16,3	22,2	0,1	10,3	12,0	39,1	101,0	1,1	37,7	194
6	16,2	17,8	19,4	0,2	5,4	35,0	52,1	71,0	2,1	20,3	26
7	18,2	20,1	22,7	0,5	6,7	58,0	79,3	99,0	6,5	21,6	7

Примечания:
1 $\pm m$ - ошибка средней
2 V - коэффициент вариации, %
3 N - количество экземпляров

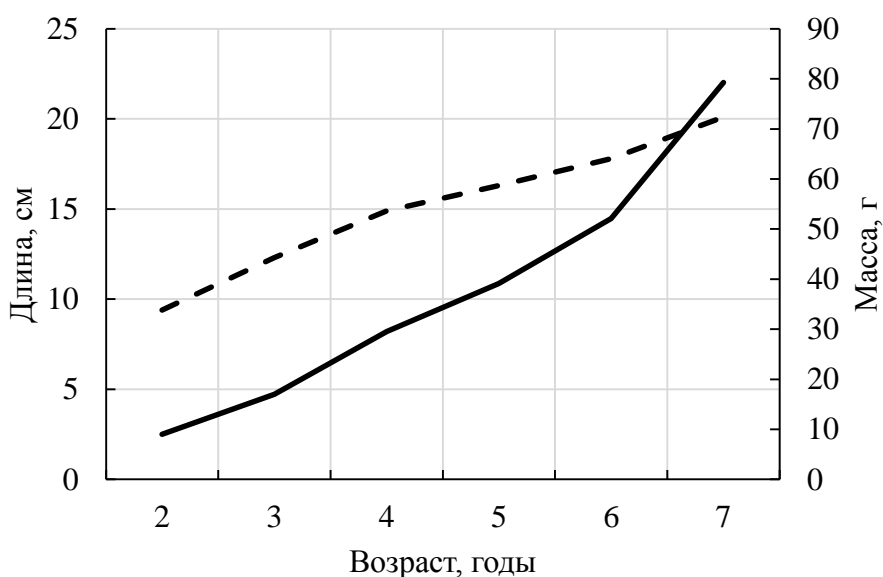


Рисунок 43 – Линейный и весовой рост корюшки в реках бассейна Куршского залива

Оценка темпов линейного и весового роста показала, что в целом, линейный и весовой рост имеют схожий характер. Возрастная динамика линейного роста аналогична изменению массы тела.

Сравнение размерно-весовых показателей корюшки отдельно в реке Скирвит, реке Неман и реке Матросовка показало, что нерестовая часть популяции, заходящая на нерест в реку Неман, несколько крупнее по обоим параметрам в возрасте 2-5 лет, чем корюшка, нерестящаяся в реке Матросовка. В возрасте 6 лет происходит изменение ситуации и размерно-весовые показатели рыб, выловленных в реке Матросовка, оказываются несколько выше, чем рыб, пойманных в реке Скирвит и реке Неман, что, скорее всего, может быть связано с их большей численностью в уловах (Рисунок 44, Таблицы 7, 8).

Таблица 7- Размерно-весовые показатели нерестовой части популяции корюшки реки Неман в период 2012 -2018 гг.

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	
2012											
2	8,0	10,0	13,8	0,1	12,8	6,0	9,0	15,0	0,2	23,2	20
3	11,1	14,3	17,4	0,1	10,4	9,0	26,6	46,0	0,6	31,1	174
4	16,0	18,2	20,8	0,2	6,2	40,0	55,0	101,0	1,8	23,1	48
5	21,0	21,6	22,2	0,6	3,9	81,0	86,5	92,0	5,5	9,0	2
2013											
2	8,4	10,2	13,3	0,2	15,3	3,0	7,8	28,0	0,2	15,8	5
3	9,1	11,0	13,3	0,2	11,6	6,0	11,2	21,0	0,5	35,6	54
4	12,1	14,9	17,4	0,1	8,0	17,0	28,8	48,0	0,9	26,1	73
5	11,7	17,6	21,5	0,3	9,0	12,0	51,6	101,0	2,7	31,8	36
2014											
3	9,0	11,6	15,2	0,1	9,5	5,0	13,2	28,0	0,3	30,0	134
4	11,2	14,5	16,8	0,1	7,4	10,0	25,9	47,0	0,6	27,1	127
5	16,8	17,6	20,4	0,4	6,3	30,0	48,8	65,0	3,4	21,1	9
2015											
2	9,2	9,9	10,8	0,1	9,8	6,0	8,0	12,0	0,2	27,5	38
3	9,9	11,9	13,9	0,1	7,6	9,0	13,9	25,0	0,4	24,2	70
4	12,6	14,5	17,8	0,1	7,3	12,0	25,1	43,0	0,8	26,3	68
5	13,8	16,3	18,7	0,2	7,0	20,0	37,1	62,0	1,3	25,9	51
6	16,2	17,3	18,4	0,4	6,1	36,0	46,7	61,0	3,8	19,8	6
7	18,2	18,2	18,2	-	-	59,0	59,0	59,0	-	-	1
2016											
2	9,0	9,8	11,7	0,1	9,4	6,0	8,0	14,0	0,2	29,7	33
3	10,0	11,9	15,3	0,1	8,3	9,0	14,7	35,0	0,5	30,3	85
4	12,1	13,9	15,5	0,1	6,0	14,0	23,1	33,0	0,7	21,3	50
5	14,1	15,3	17,5	0,1	5,2	16,0	31,6	53,0	1,3	22,8	31
6	17,2	18,2	19,1	0,9	7,4	52,0	61,5	71,0	9,5	21,8	2

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	
7	20,5	20,5	20,5	-	-	94,0	94,0	94,0	-	-	1
2017											
2	8,7	10,0	12,6	0,1	8,5	5,0	8,9	18,0	0,5	33,4	45
3	9,2	11,6	14,8	0,1	10,9	3,0	13,9	28,0	0,4	36,2	164
4	10,6	14,3	18,0	0,1	8,9	10,0	25,1	51,0	0,9	32,2	94
5	12,8	15,2	18,5	0,3	8,8	16,0	29,3	50,0	1,8	28,2	20
6	16,5	16,5	16,5	-	-	35,0	35,0	35,0	-	-	1
2018											
2	8,2	9,2	10,5	0,1	5,7	6,0	8,0	11,0	0,4	36,7	30
3	9,9	11,0	12,7	0,2	7,0	8,0	11,4	19,0	0,6	26,9	24
4	11,1	13,3	16,2	0,3	11,0	11,0	21,0	40,0	1,4	37,5	33
5	12,3	15,5	17,5	0,2	7,7	16,0	32,1	48,0	1,4	25,1	35
6	16,3	18,0	19,4	0,2	4,8	35,0	53,9	69,0	2,4	18,0	17
7	19,0	20,4	22,7	0,6	6,4	58,0	80,4	99,0	7,6	21,0	5
2012-2018											
2	8,0	9,4	15,9	0,1	14,0	5,0	9,0	32,0	0,2	52,4	380
3	9,2	12,3	17,7	0,1	14,9	3,0	17,0	49,0	0,3	49,5	817
4	10,6	14,9	20,9	0,1	11,4	10,0	29,5	101,0	0,5	42,1	555
5	11,7	16,3	22,2	0,1	10,3	12,0	39,1	101,0	1,1	37,7	194
6	16,2	17,8	19,4	0,2	5,4	35,0	52,1	71,0	2,1	20,3	26
7	18,2	20,1	22,7	0,5	6,7	58,0	79,3	99,0	6,5	21,6	7
Примечания:											
1 $\pm m$ - ошибка средней											
2 V - коэффициент вариации, %											
3 N - количество экземпляров											

Таблица 8- Размерно-весовые показатели нерестовой части популяции корюшки реки Матросовка в период 2015 -2016 гг.

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	
2015											
2	9,5	10,5	11,5	0,1	6,1	7	9	12	0,3	17,5	28
3	10,7	12	14,3	0,1	5,8	9	14	24	0,4	20,0	55
4	12,0	14,0	17,0	0,1	6,7	12	22	43	0,7	24,4	65
5	13,5	15,3	17,0	0,3	6,8	18	29	43	1,7	23,3	16
6	15,1	16,8	18,1	0,4	6,3	25	43	64	4,9	30,3	7
7	17,0	18,8	20,6	1,8	13,6	39	59	78	19,5	47,2	2
2016											
2	9,2	10,2	12,8	0,1	8,4	6,0	8,0	17,0	0,2	29,4	18
3	10	11,6	14,6	0,1	8,6	8,0	14,0	29,0	0,6	29,3	46
4	11,6	13,9	15,8	0,1	8,6	12,0	24,7	46,0	0,9	31,6	73
5	12,8	15,8	17,7	0,2	7,3	17,0	38,2	56,0	1,7	27,1	38
6	16,0	18,6	21,7	0,5	9,2	41,0	66,6	94,0	4,9	27,3	14
7	19,3	21,4	23,1	0,7	7,0	63,0	96,8	120,0	9,4	21,7	5
2015-2016											
2	9,2	10,4	12,8	0,1	6,6	6	9	17	0,3	22,2	46
3	10	11,8	14,6	0,1	7,6	8	13,7	29	0,3	24,8	101
4	11,6	13,9	17,0	0,1	7,9	12	24	46	0,6	29,2	138

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	
5	12,8	15,7	17,7	0,2	7,3	17	35	56	1,4	29,3	54,0
6	15,1	18,0	21,7	0,4	10,0	25	59	94	4,4	34,1	21
7	17,0	20,7	23,1	0,8	9,9	39	86	120	10,5	32,4	7

Примечания:
1 $\pm m$ - ошибка средней
2 V - коэффициент вариации, %
3 N - количество экземпляров

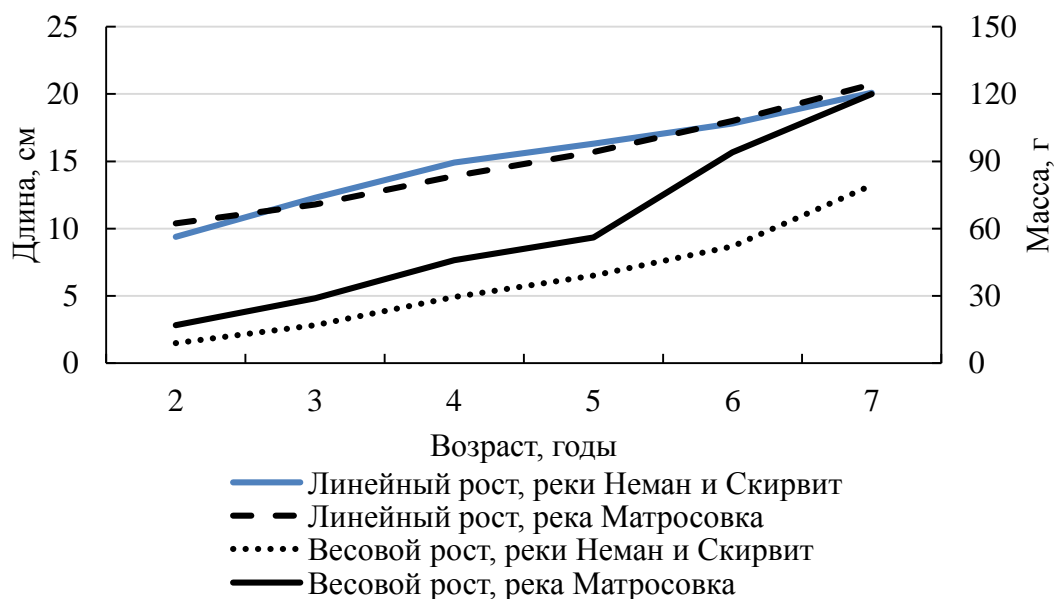


Рисунок 44 – Линейный и весовой рост корюшки в реках бассейна Куршского залива

Изучение особенностей роста корюшки в реках бассейна Куршского залива проводилось путем сопоставления имеющихся данных с литературными данными по линейному и весовому росту корюшки из других водоемов (Таблицы 9, 10).

Сравнение рассматриваемых показателей различных популяций корюшки показало, что по темпу линейного роста изучаемая корюшка превосходит корюшку из озер и водохранилищ Северо-Запада. «При этом она значительно уступает в темпе роста той, части популяции корюшки Балтийского моря, которая мигрирует на нерест в Финский залив, Невскую губу и реку Нева. Также корюшка рек бассейна Куршского залива растет медленнее, чем популяции корюшки реки Шаннон и залива Уотерфорд (Ирландия) и реки Эльба (Германия)» [18].

Таблица 9 – Темпы линейного роста корюшки различных водоемов, см

Водоемы	Год исследований	Возраст, годы								Колебания	Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Куршю Марес (Куршский залив)* [50]	1956	5,7	10,6	12,4	13,8	15,3	-	-	-	4,4-15,7	11,5
Реки бассейна Куршского залива (наши данные) [16]	2012-2018	-	9,2	12,4	14,7	16,3	17,9	20,4	-	8,2-20,4	14,2
Невская губа [12]	1975	-	11,9	12,9	15,4	17,3	19,3	-	-	-	14,7
Невская губа южная часть [12]	1974-1990	-	11,7	14,3	16,6	18,2	19,6	-	-	-	14,8
	1991-2001	-	11,5	13,8	16,1	17,6	18,9	19,3	-	-	14,6
Финский залив [12]	1976-1990	-	11,7	14,3	16,6	18,3	19,8	-	-	-	-
озеро Большой Кисегач* [43]	2007	-	11,0	12,0	14,0	-	-	-	-	-	-
Ладожское озеро* [43]	2007	8,2	8,7	9,8	12,4	14,5	16,7	-	-	-	-
Ладожское озеро* [7]	1956	-	8,4	10,6	-	-	-	-	-	-	-
Ладожское озеро (северная часть - Карелия)* [23]	1980-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	5,1-21,5	10,5
	1990-1999	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7-19,7	10,4
	2000-2004	-	-	-	-	-	-	-	-	7,9-16,1	10,4
	2005-2010	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7-14,9	10,4
Ладожское озеро (северная часть - Карелия) [23, 25]	2010	7,7	8,9	10,4	11,8	13	14,1	14,6	14,9	-	10,2
Ладожское озеро [98]	1956	8	9,5	10,7	13,6	15,8	18,3	-	-	-	-
Сегозеро* [43]	2007	-	9,2	11,2	12,8	14,2	17,0	-	-	-	-
Сегозеро* [74]	1966	-	10,0	12,2	-	-	-	-	-	-	-
Выгозеро* [30]	1967	6,2	9,9	12,0	13,9	15,6	17,0	-	-	-	-
Выгозерское водохранилище* [48]	2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1
Выгозерское водохранилище* [83]	1961-1962	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2-19,9	15,5
	1974-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	9,1-16,3	11,0
	1980-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	8,2-14,8	10,7
	1990-1999	-	-	-	-	-	-	-	-	8,1-12,3	9,7
	2000-2004	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6-15,5	9,8

Водоёмы	Год исследований	Возраст, годы								Колебания	Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8		
	2005-2011	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2-15,9	10,4
	2003-2012	9,2	11,3	12,8	14	15	15,9	16,7	-	-	-
Сямозеро* [47]	1976	-	8,7	10,8	-	-	-	-	-	-	-
Сегозерское водохранилище* [83]	1961-1963	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2-17,9	11,8
	1972-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6-17,6	11,3
	1975-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0-19,2	13,7
	1990-1991	-	-	-	-	-	-	-	-	10,4-22,8	14,1
Сегозерское водохранилище* [73]	1963	-	-	11,2	12,2	13,5	-	-	-	-	
Онежское озеро* [75]	1958	-	7,7	9,0	-	-	-	-	-	-	
Онежское озеро (Карельская часть - Петрозаводская губа) [24]	-	-	8,4	9,0	9,6	10,2	11,0	10,3	10,9	4,0-18,0	-
Онежское озеро (Вологодская часть - Андома-Голяши) [24]	-	-	8,3	9,0	9,7	10,0	10,7	10,3	11,2	-	-
Онежское озеро [98]	1931	6,3	8,8	9,4	10,6	11,0	11,3	11,8	12,3	-	-
Онежское озеро (крупная форма)* [73]	1965	-	-	13,9	15,0	16,0	16,5	17,5	18,7	-	-
Онежское озеро (мелкая форма)* [73]	1965	-	-	8,9	9,4	9,9	10,3	10,4	10,9	-	-
Топо-Пяозерское (Кумское) водохранилище [84]	1950-2012	-	-	9,8	10,4	11,2	12,0	12,5	13,2	-	10,6
Залив Уотерфорд (Ирландия)* [100]	1997-1998	11,9	15,5	16	18,7	22,4	-	-	-	-	-
река Шаннон (Ирландия)* [103]	1996	-	12,8	15,1	16,0	-	-	-	-	-	-
Пярнуский залив (Рижский залив, Эстония)* [114]	1957-2002	-	-	13,2	15,4	18,7	21	-	-	-	-
Пяозеро (Карелия) [98]	1946	-	-	10,6	11,3	12,2	12,9	13,6	14,4	-	-
река Эльба (Германия) [107]	1961	7,1	13,4	17,3	21,2	23,8	-	-	-	-	-
река Нева [42]	1956	7,8	11,1	13,6	16	17,6	-	-	-	-	-
река Нева* [53]	1932	-	-	10,7	14,8	16,5	17,6	-	-	-	-
озеро Хиденвеси (Финляндия) [104]	1990-е	5,1	8,9	9,1	11,0	12,8	14,8	17,5	19,1	-	-
Выборгский залив [12]	1975	-	11,2	13,1	14	15,5	-	-	-	-	-

*в источнике приведена длина по Смитту (Ls), см

Таблица 10 – Темпы весового роста корюшки различных водоемов, г

Водоемы	Год исследований	Возраст, годы								Колебания	Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Куршю Марес (Куршский залив) [50]	1956	2,6	17,1	29,4	35,9	43,0	-	-	-	2,6-43,0	25,6
Реки бассейна Куршского залива (наши данные)	2012-2016	5,0	7,2	17,2	28,1	39,6	56,3	83,8	-	5,0-83,8	
Невская губа [12]	1975	-	12,8	16,7	29,5	41,7	57,6	-	-	-	34,6
Невская губа южная часть [12]	1974-1990	-	11,6	22,9	35,6	49,0	62,3	-	-	-	34,1
	1991-2001	-	10,1	17,4	28,5	39,2	48,9	55	-	-	31,2
Финский залив [12]	1976-1990	-	11,3	21,8	36,2	49,6	60,2	-	-	-	-
Ладожское озеро [7]	1956	-	4,8	12,1	-	-	-	-	-	-	-
Ладожское озеро (северная часть - Карелия) [23, 25]	1980-1989	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5-86,1	11,6
	1990-1999	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7-60,5	10,0
	2000-2004	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2-46,4	9,5
	2005-2010	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1-29,0	10,5
Ладожское озеро (северная часть - Карелия) [23]	-	3,1	6,3	8,9	12,0	19,2	25,8	27,4	28,6	-	10,4
Сегозеро [74]	1966	-	6,2	11,5	-	-	-	-	-	-	-
Выгозерское водохранилище [48]	2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0
Выгозерское водохранилище [83]	1961-1962	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7-82,0	28,4
	1974-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	5,9-39,0	9,8
	1980-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0-24,2	9,5
	1990-1999	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8-12,2	7,2
	2000-2004	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3-30,5	10,2
	2005-2011	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0-34,0	9,9
	2003-2012	6,1	10,3	14,0	14,5	20,7	23,9	26,7	-	-	-
Сязозеро [47]	1976	-	6,5	11,8	-	-	-	-	-	-	-

Водоемы	Год исследований	Возраст, годы								Колебания	Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Сегозерское водохранилище [83]	1961-1963	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2-57,0	12,0
	1972-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5-61,1	14,0
	1975-1979	-	-	-	-	-	-	-	-	10,8-65,7	18,7
	1990-1991	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0-72,0	28,2
Онежское озеро [75]	1958	-	3,5	5,3	-	-	-	-	-	-	-
Онежское озеро (Карельская часть - Петрозаводская губа) [24]	-	-	3,8	5,1	6,4	7,5	9,4	8,9	10,0	-	-
Онежское озеро (Вологодская часть - Андома-Голяши) [24]	-	-	4,1	5,2	6,6	6,8	8,8	9,0	16,0	-	-
Онежское озеро (крупная форма) [73]	1965	-	-	26,0	32,0	40,0	44,0	52,0	60,0	-	-
Онежское озеро (мелкая форма) [73]	1965	-	-	5,7	6,6	7,6	8,8	8,7	9,7	-	-
Топо-Пяозерское (Кумское) водохранилище [84]	1950-2012	-	-	6,8	8,0	10,3	12,7	15,2	18,5	-	8,9
Пярнуский залив (Рижский залив, Эстония) [114]	1957-2002	-	-	19,8	33,5	46,0	65,0	-	-	-	-
река Нева [53]	1932	-	-	9,9	16,0	22,0	-	-	-	-	-
Выборгский залив [12]	1975	-	9,7	16,9	20,7	27,8	-	-	-	-	20,8

«В целях нивелирования данных по отдельным годам масса особей вычислялась на основе зависимости между массой (W) и промысловой длиной (L), которая описывается степенным уравнением $W = w_0 L^{w_1}$ » [18, 68] (Рисунок 45).

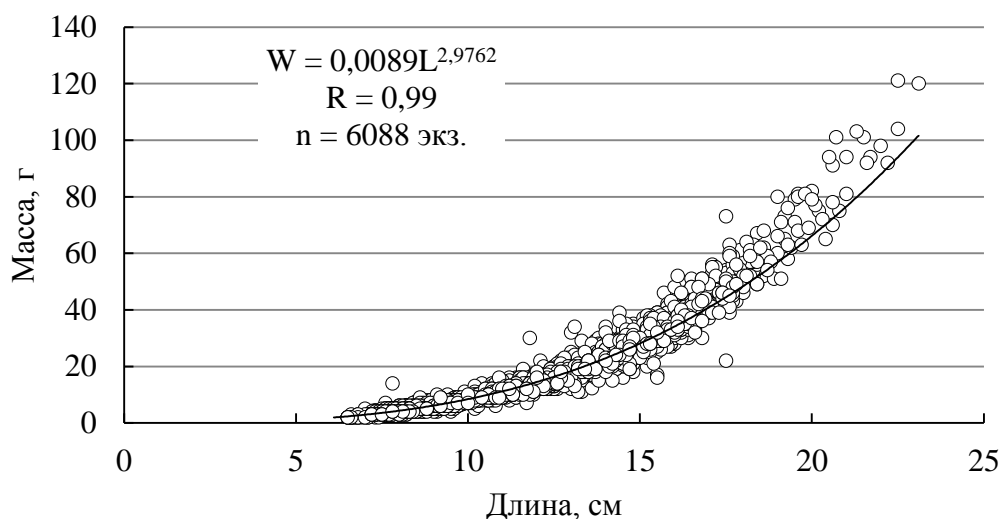


Рисунок 45 – Зависимость длина-масса корюшки в реках бассейна Куршского залива

При установлении зависимости между вышеуказанными параметрами отдельно для реки Неман и реки Матросовка, мы получили уравнения вида $W=0,009L^{2,9}$ и $W = 0,0082L^{3,0}$ соответственно, связь сильная, что подтверждается коэффициентом корреляции 0,99.

«Показатель степени уравнения промысловая длина – масса близок к значению «3», это говорит об изометрическом росте корюшки и характеризует ее как имеющую постоянную форму тела и плотность [66]. В связи с этим, для теоретического описания роста корюшки применялись уравнения линейного и весового роста Бергаланфи» [99].

«В основу уравнения Бергаланфи положено, что скорость роста рыбы замедляется по мере достижения некоторых предельных размеров. Предположение о том, что между длиной и массой существует кубическая зависимость, послужило основой использования уравнения Бергаланфи для описания весового роста.» [92]

«В основу уравнения Берталанфи положено, что скорость роста рыбы замедляется по мере достижения некоторых предельных размеров. Предположение о том, что между длиной и массой существует кубическая зависимость, послужило основой использования уравнения Берталанфи для описания весового роста» [92].

«Расчёт уравнения для линейного и весового роста проводился по формулам» (1)-(2)) [68, 99]

$$L = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (1)$$

$$W = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^3 \quad (2)$$

где: L и W – длина и масса рыбы в момент t соответственно;

L_{∞} и W_{∞} - максимально возможные длина и масса для рыб данной популяции;

k - коэффициент роста;

t_0 - возраст рыбы, в котором длина равна нулю.

Расчет параметров уравнения Берталанфи ведется на основании ранее полученных данных без деления по полу, приведенных в таблице 6 выше. Все рассчитанные параметры уравнения Берталанфи представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Основные параметры уравнения Берталанфи

Параметры уравнения	Линейный рост	Весовой рост
Вид уравнения	$L = 46,377(1 - e^{(-0,05*(t+2,6)})$	$W = 112941(1 - e^{(-0,008*(t+3,4)})$
a	2,36	0,38
b	0,95	0,99
L_{∞} , см	46,3	112941,8
d	-0,055	-0,008
K	0,052	0,008
c	3,70	3,85
t_0	-2,6	-3,4
SD,%	2,7	11,2
Примечания: a, b – коэффициенты; L_{∞} - предельная длина рыбы, см; K, d, c – коэффициент роста; t_0 - возраст, при котором длина рыбы $l=0$; SD,% - ошибка уравнения.		

«Необходимо отметить, что, между функцией Берталанфи и уравнением роста Форда-Уолфорда существует аналитическая зависимость, которая использовалась для расчета параметров уравнения Берталанфи» [118].

«Расчеты уравнения дали высокое значение максимальной длины (46,3 см) и массы (112941,8 г). Эти значения не отражают фактическую максимальную длину и массу корюшки в естественных водоемах. Константы L_{∞} и W_{∞} являются только асимптотами уравнений, полученными на основании аппроксимации фактических значений длин рыбы в различных возрастах» [92]. «Первичные данные свидетельствуют о том, что рост корюшки близок к линейному с замедлением в процессе старения. Данное обстоятельство и обуславливает получение столь большого значения коэффициентов L_{∞} и W_{∞} » [18].

«Уравнение Берталанфи хорошо аппроксимирует линейный рост корюшки (ошибка 2,7%). На основании рассчитанного уравнения линейного роста Берталанфи были получены теоретические значения размерных параметров, которые позволили сравнить теоретические и фактические значения размеров одновозрастных особей. Сравнение показывает, что теоретические длины соответствуют средним фактическим длинам особей соответствующего возраста» [18]. Уравнение весового роста не аппроксимирует весовой рост корюшки (ошибка 11,2%) (Рисунок 46).

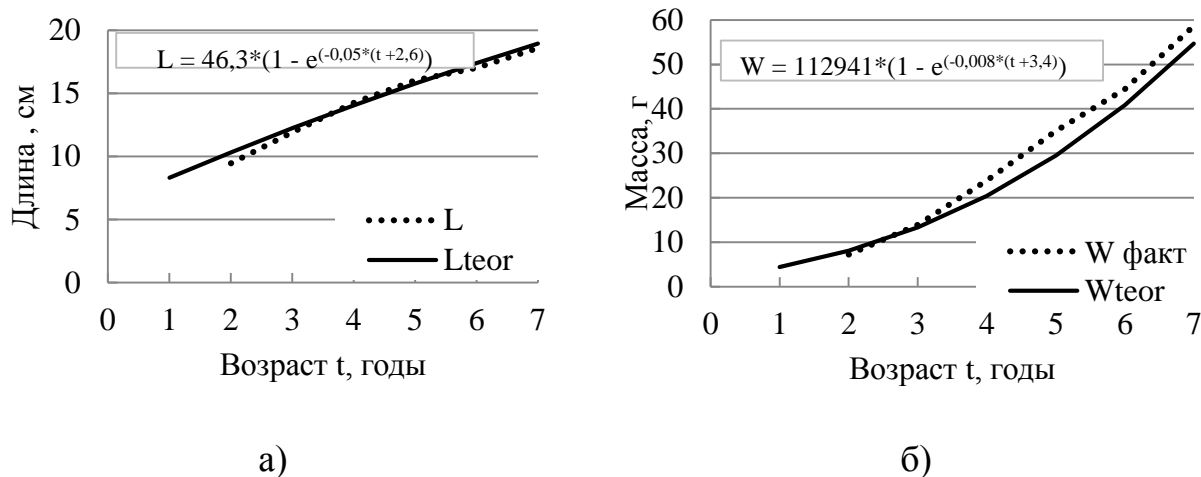


Рисунок 46 - Уравнение Берталанфи для (а) линейного и (б) весового роста корюшки в реках бассейна Куршского залива

5.2.2 Темп линейного роста корюшки по данным обратных расчислений

Изучение роста корюшки проводилось не только по наблюдаемым данным, но и были проведены обратные расчисления корюшки по отолитам. «Необходимость данных исследований объясняется тем, что анализ, основывающийся только на наблюдаемых данных, может дать некорректную оценку роста» [68]. В данной работе была применена методика обратных расчислений длины рыб по радиусам годовых колец С.В. Шibaева [87, 93].

Обратные расчисления были проведены по отолитам 166 экз. корюшки, полученных вовремя проведения полного биологического анализа в период мониторинга на реках бассейна Куршского залива в 2015 гг.

В результате проведения обратных расчислений роста корюшки была установлена зависимость между радиусом отолитов и длиной рыбы, которая описывается линейной функцией (коэффициент корреляции равен 0,89) [18] (Рисунок 47).

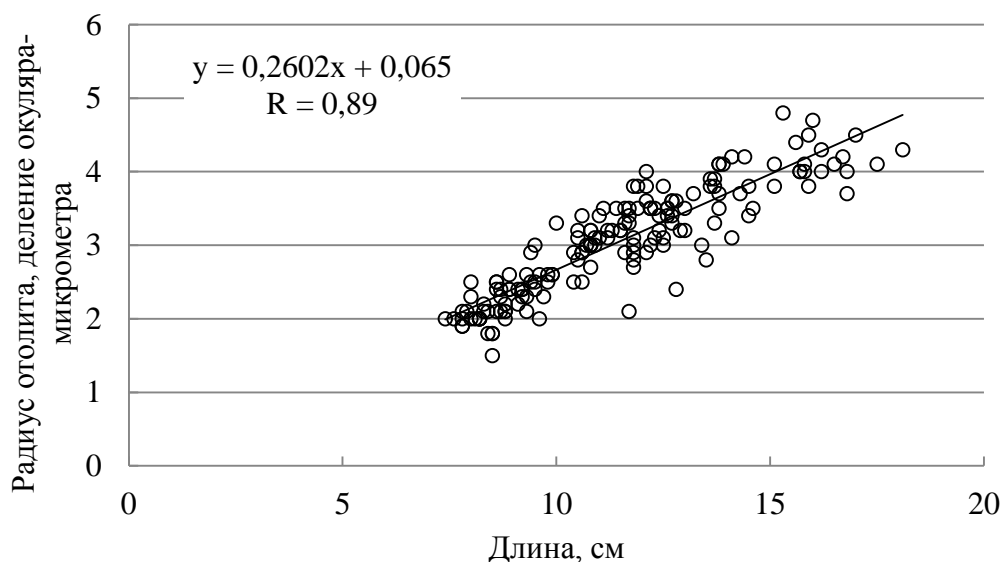


Рисунок 47 – Зависимость между радиусом отолитов и длиной корюшки в реках бассейна Куршского залива

Зная коэффициенты выше указанной зависимости, и имея данные обратных расчислений, можно установить длину, которую рыба имела в том или

ином возрасте. Проведенные расчеты позволили установить размерно-возрастные показатели корюшки в каждом конкретном году [18] (Таблица 12).

Таблица 12 – Линейный рост корюшки в реках бассейна Куршского залива по обратным расчислениям

Годы	Длина, см					
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
2015	-	10,3	12,0	13,9	15,5	16,5
2014	7,1	9,1	11,5	13,3	14,5	-
2013	6,6	9,1	11,2	13,3	-	-
2012	6,6	8,7	12,0	-	-	-
2011	6,6	8,4	-	-	-	-
2010	5,5	-	-	-	-	-

Анализ результатов обратных расчислений показывает проявление «феномена Розы Ли», то есть оценка размера рыб младших возрастов, рассчитанная по отолитам более старших рыб, меньше, чем истинный средний размер особей в рассматриваемом возрасте [106]. Проявление данного феномена обнаруживается при проведении обратных расчислений длины рыб и объясняется влиянием коэффициента смертности на разновозрастных рыб: для более крупных особей он больше, чем для мелких. Такое влияние смертности на оценку роста может объясняться несколькими причинами. Первое, естественная размерная селективность – быстрорастущие особи раньше достигают половозрелости, стареют и погибают, чем медленнорастущие особи того же поколения. Второе, промысловая селективность – крупные особи определенного поколения первыми вступают в промысловое стадо, и это часто происходит за несколько лет до вступления в промысловое стадо более мелких особей данного поколения [66]. Вследствие выявленного феномена, полученные результаты не позволяют установить средние размеры годовиков, но, в целом, они отражают общебиологический закон: темп линейного роста имеет тенденцию снижения с возрастом [18].

Полученные размерно-возрастные данные характеризуют средние значения длин разных возрастных групп рыб поколений разных лет, поскольку анализируются лишь наблюдаемые размеры рыб, принадлежащих к различным

поколениям, которые они имели в том или ином возрасте в различные годы, а не сам процесс роста. С учетом этого и выявленного «феномена Розы Ли» был применен другой подход к описанию теоретического роста по данным обратных расчислений. В основу исследований особенностей роста корюшки по данным обратных расчислений было положено формальное представление этого процесса с использованием уравнения Берталанфи [99], параметры которого определялись методом Форда-Уолфорда [89, 118]. Нами были проанализированы только линейные показатели. Результаты расчетов параметров уравнения Форда-Уолфорда и Берталанфи представлены в таблице 13 [18].

Таблица 13 – Коэффициенты уравнений роста Форда-Уолфорда и Берталанфи

Годы наблюдения	Коэффициенты уравнения Форда-Уолфорда			Коэффициенты уравнения Берталанфи			
	a	b	r	L_{∞}	K	c	t_0
2015	4,05	0,89	0,99	35,4	-0,12	3,45	0,9
2014	4,05	0,82	0,99	22,7	-0,20	2,94	0,9
2013	4,46	0,75	1,00	18,0	-0,28	2,66	0,8

Полученные значения коэффициента b уравнения роста Форда-Уолфорда в годы наблюдений имеют близкие значения, что позволяет сделать о стабильности роста в исследуемый период, поскольку данный коэффициент показывает угол наклона кривой роста [18].

Знание о стабильности роста в исследуемый период позволяет рассчитать длину годовика корюшки путем нахождения зависимости между длиной годовика (l_1) и возрастом рыбы (t) (Рисунок 48).

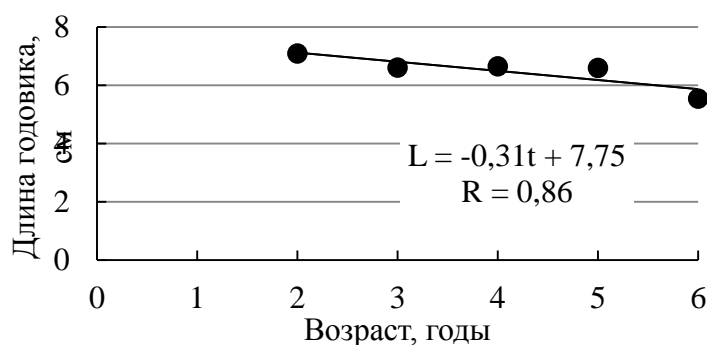


Рисунок 48 – Зависимость между средней длиной годовика и возрастом корюшки при проявлении «феномена Розы Ли»

Полученные результаты не отражают межгодовую динамику роста корюшки, так как представлены средние значения длин разных возрастных групп, относящихся к поколениям разных лет. В связи с этим, эти данные были приняты за основу при определении средних величин прироста каждой возрастной группы внутри одного поколения, что наряду со знанием длины годовика позволило определить гипотетические значения линейного роста в каждом году, т.е. значения длины, которые корюшка могла бы достигнуть, если условия окружающей среды в каждом году были стабильны. Исходя из этого, была определена межгодовая динамика роста следующим образом: к средней длине годовиков прибавлялись полученные значения прироста первой возрастной группы определенного года и, таким образом, были получены абсолютные средние значения длины двухгодовиков, к которым в свою очередь прибавлялись средние значения прироста второй возрастной группы и получили значения длины трехгодовиков и т.д. Показатели гипотетического роста представлены в таблице 14

Таблица 14 – Гипотетические показатели роста корюшки Куршского залива по данным обратных расчислений

Годы	Длина, см					
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆
2015	7,4	10,6	13,5	15,9	18,1	20,1
2014	7,4	9,9	12,4	14,5	15,7	-
2013	7,4	9,8	12,3	13,5	-	-

На основании гипотетических значений линейного роста корюшки для каждой возрастной группы были построены гипотетические кривые стабильного линейного роста, отражающие темп линейного роста в стабильных условиях (Рисунок 49).

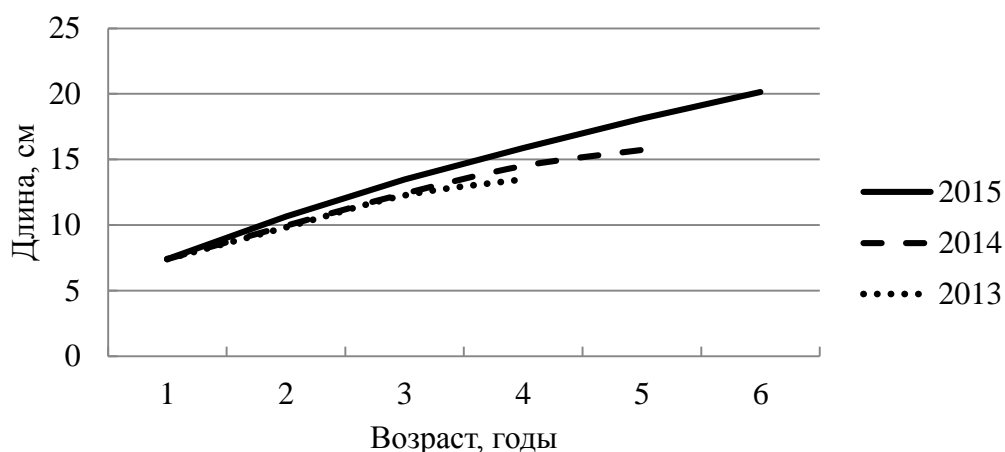


Рисунок 49 – Гипотетические кривые стабильного роста корюшки Куршского залива

Сравнение полученных кривых роста по обратным расчислениям с гипотетическими кривыми стабильного роста показывает близость кривых в годы исследований (Рисунок 50).

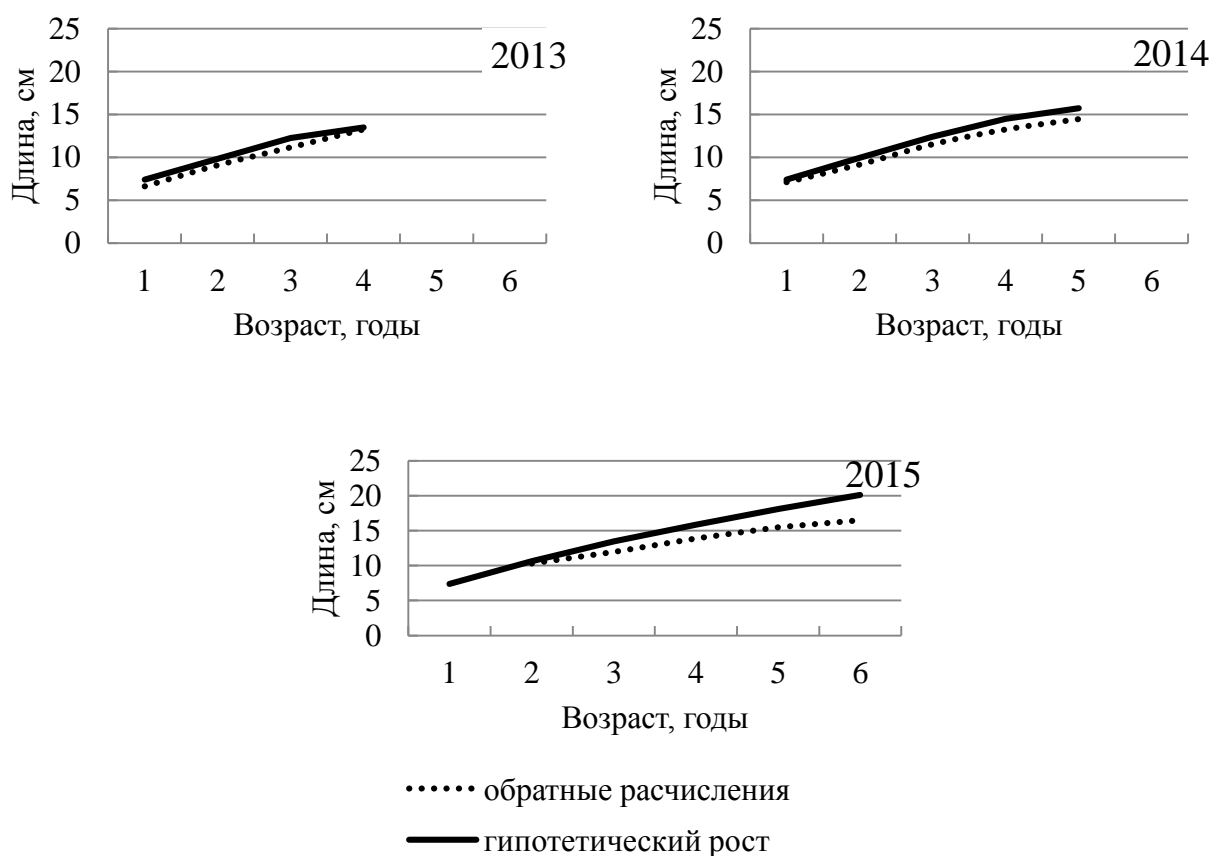


Рисунок 50 – Кривые гипотетического роста и кривые роста по обратным расчислениям корюшки в 2013-2015 гг.

Полученные результаты позволяют говорить о стабильности роста и условий воспроизводства. Корюшка вырастает до 20,0 см за 6 лет, длина годовика составляет 7,4 см. Ежегодный темп линейного прироста уменьшается с возрастом, что согласуется с биологическими законами темпа роста рыб [18].

5.3 Возрастная структура

Трансформация размерной структуры в возрастную показала, что уловы корюшки в реках представлены особями в возрасте от 2 до 7 лет, преобладает доля рыб в возрасте 3 (38,3%) и 4 года (27,5%). Рыбы старше 5 лет встречаются редко, так корюшка в возрасте 6 лет встречалась в 2015-2020 гг. (1,8%), а 7-ние рыбы отмечены только в 2015, 2016, 2018 и 2019 гг. (Таблица 15).

Таблица 15 - Возрастная структура нерестовой части популяции корюшки в реках бассейна Куршского залива за период 2012-2020 гг.

Возраст, годы	Количество, %									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2012-2020
2	25,3	18	8,7	26,2	29,3	12,7	4,2	11,0	12,5	22,5
3	58	27	44,1	25	23,9	50,0	20,2	45,0	30,0	38,3
4	16	37	44,1	26,6	22,3	30,5	27,7	29,0	44,3	27,5
5	0,7	18	3,1	13,4	12,5	6,5	29,4	11,3	12,1	9,4
6	-	-	-	2,6	2,9	0,3	14,3	3,0	1,1	1,8
7	-	-	-	0,6	1,1	-	4,2	0,7	-	0,5

В нерестовой части популяции корюшки в исследуемый период доминировали различные возрастные группы. В 2012, 2017, 2019 гг. доминирует группа особей в возрасте 3 года (58,0%, 50,6% и 45% соответственно), в 2013, 2015, 2020 гг. – 4 года (37,0%, 26,6% и 44,% соответственно), в 2014 г. доля рыб в возрасте 3 и 4 лет оказалась одинаковой (по 44,1%), в 2016 году мы наблюдаем незначительное доминирование корюшки в возрасте 2 года, а в 2018– рыб 5-летнего возраста (29,4%) (Рисунок 51).

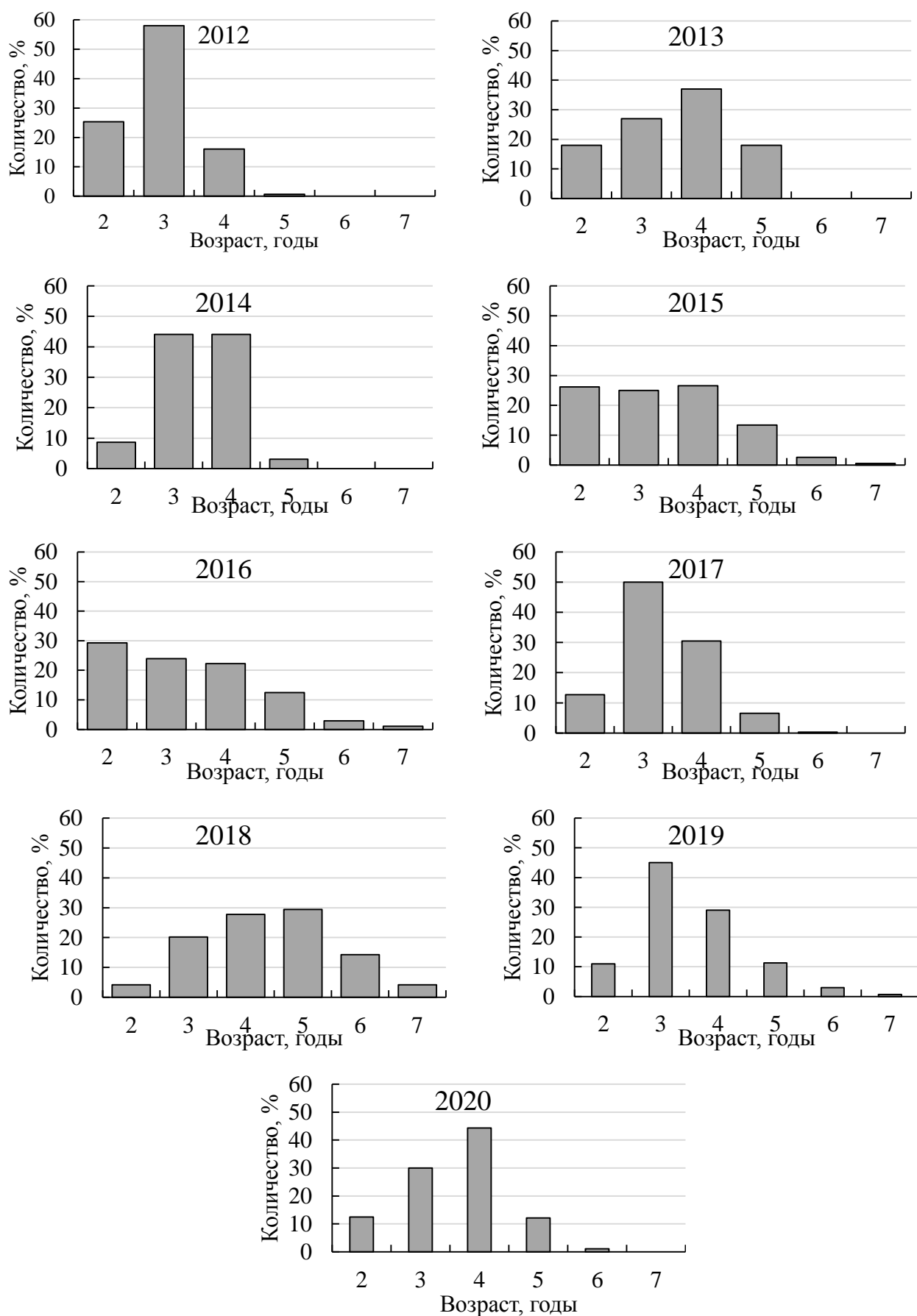


Рисунок 51 – Динамика изменения возрастной структуры нерестовой части популяции корюшки в реке Неман

Обобщив данные за весь период наблюдений, мы видим, что доля рыб в возрасте 3 года максимальна (34,3 %), также высокой численностью обладают особи в возрасте 4 года (27,1% от общего улова). Особи в возрасте шесть-семь лет немногочисленны, в уловах попадались редко, они были отмечены только в последние годы (2015-2019 гг.) и их относительная численность не превышает 3% от общего улова (Рисунки 51-52).

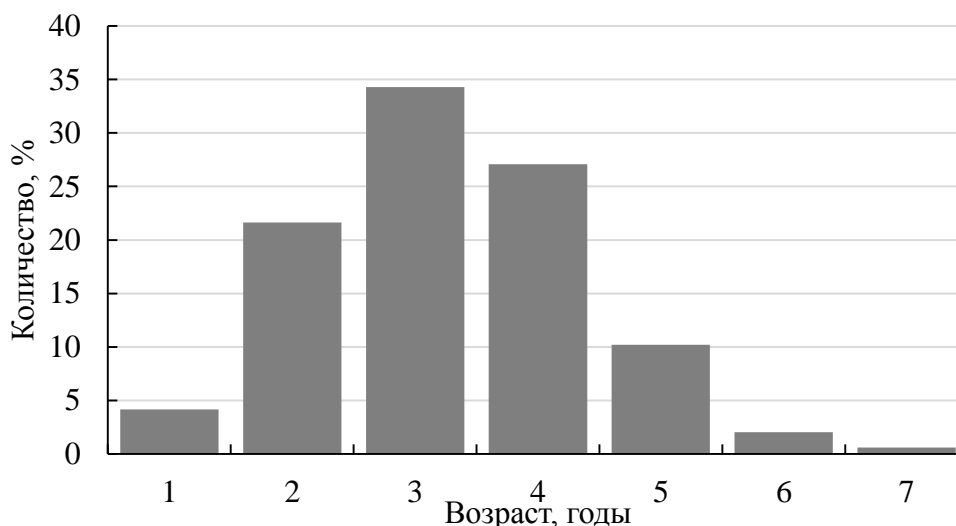


Рисунок 52 – Обобщенная возрастная структура нерестовой части популяции корюшки в реках бассейна Куршского залива за период 2012-2020 гг.

5.4 Репродуктивные особенности популяции корюшки

«Способность популяции к воспроизводству определяется следующими факторами: соотношение полов, темп полового созревания и плодовитость особей. Все эти показатели взаимосвязаны и зависят от биологических особенностей вида и от экологических условий его существования» [59, 68, 91].

Корюшка Куршского залива Балтийского моря, как и во многих других водоемах, становится половозрелой на втором году жизни. Лишь в некоторых водоемах (Ладожское озеро, река Нева, Пяозеро) впервые нерестующие особи отмечены в более позднем возрасте (3-6 лет) [98].

Обычно соотношение полов в популяции определяется как один к одному, но в разные биологические периоды это соотношение закономерно изменяется. «У многих рыб в начале нерестового хода преобладают самцы, в конце хода - самки. Зная такую закономерность и следя за соотношением полов той или другой рыбы, можно делать прогнозы о повышении или ослаблении хода» [65].

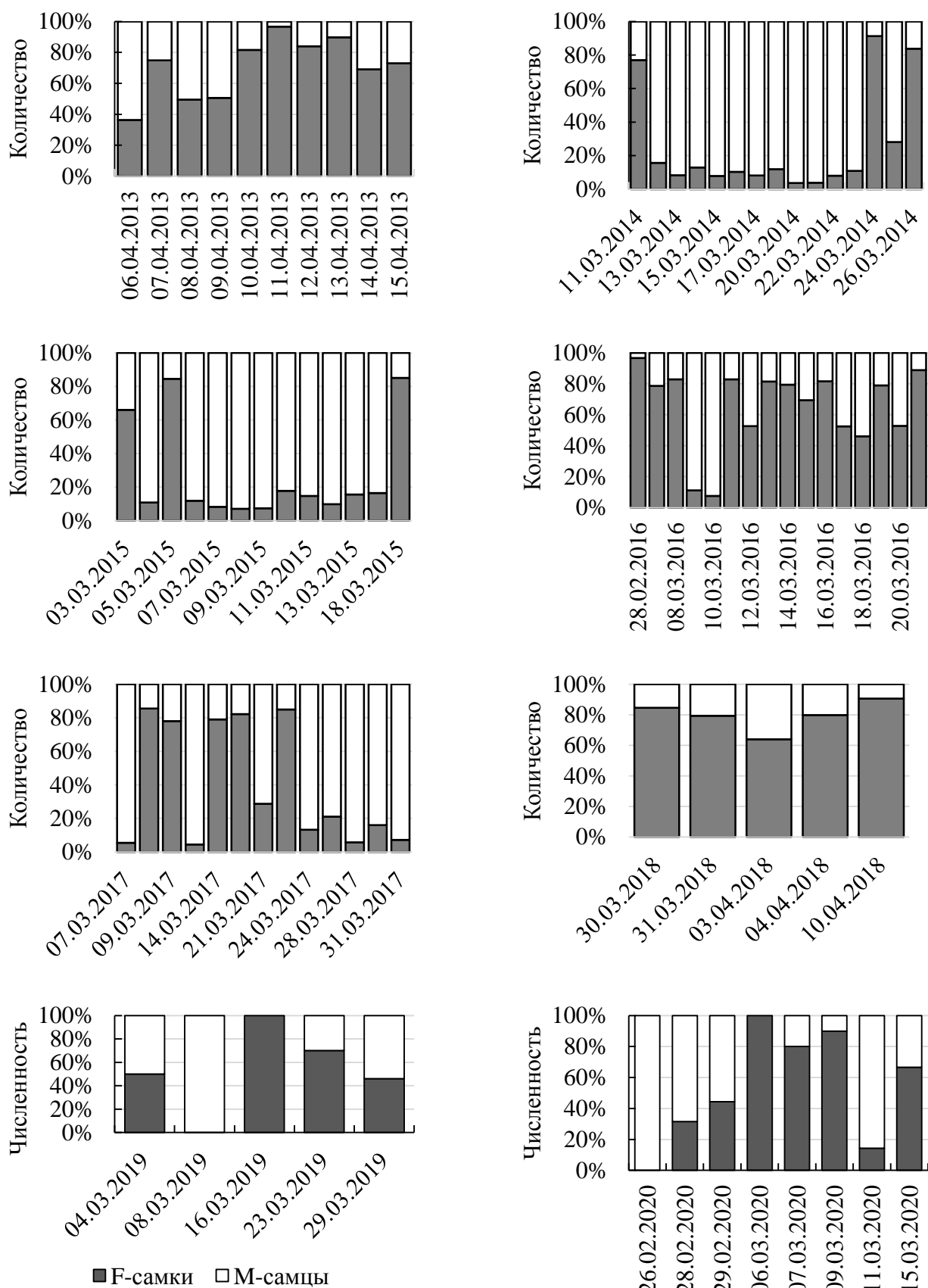


Рисунок 53 – Соотношение полов нерестовой части популяции корюшки в реках бассейна Куршского залива в период нерестовой миграции по годам

В 2013 г. в начале нерестовой миграции самки преобладали над самцами (66-69%), к середине нерестового хода количество самцов увеличилось до 50% (11 апреля), а в конце массового хода корюшки соотношение самок и самцов сравнялось. В 2014 г. в начале нерестовой миграции самки доминировали над самцами – 92% (11 марта), далее соотношение полов было 1:1. В период нерестового хода 2015 года самцы незначительно преобладали над самками и в конце миграции соотношение полов было равным 1:1.

В 2016 г. в начале нерестового хода соотношение самок и самцов было равным примерно 1:1, к концу периода доля самок увеличивается и 18.03.2016 она составила 70%. В 2017 г. в течение большей части нерестового хода соотношение полов было близким 1:1, за исключением 9-10 марта и особенно 8 март, когда преобладание самок было особенно ощутимым – 90%. В 2018 г. каких-либо особых тенденций в соотношении полов корюшки в нерестовой части популяции не выявлено (Рисунок 53).

Соотношение полов изменялось не значительно как по датам, так и по годам. В целом, можно сказать, что за нерестовый период каждого года соотношение полов было равным 1:1 (Рисунок 54).

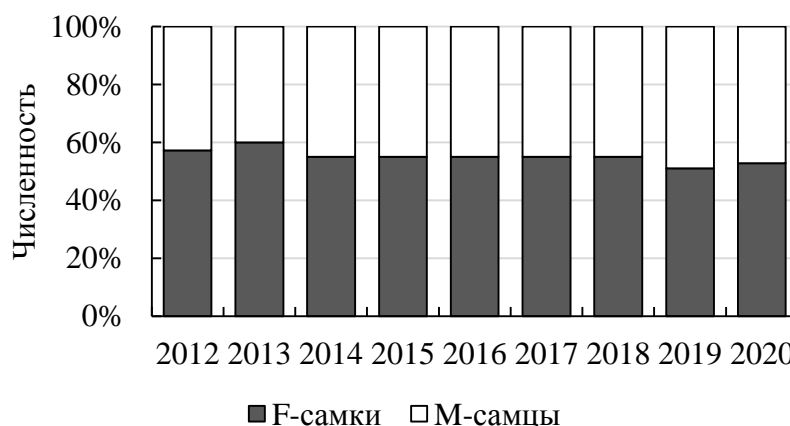


Рисунок 54 – Соотношение полов нерестовой части популяции корюшки в реках бассейна Куршского залива в период нерестовой миграции, 2012-2020 гг.

«Плодовитость относится к параметрам, определяющим численность поколения, и ее величина носит приспособительный характер к конкретным условиям среды» [68]. «Она также подвержена определенным межгодовым

колебаниям в связи с динамикой урожайности отдельных поколений» [59]. Данные о плодовитости корюшки бассейна Куршского залива Балтийского моря имеются лишь в работах 50-80-х гг. [21, 50].

Материалом для изучения плодовитости корюшки послужили данные за 2014-2016 гг. в количестве 259 проб, собранные в период нерестовой миграции на реках Неман (рукав Скирвит) и Матросовка. «Нами были изучены показатели относительной и абсолютной плодовитости, которые связаны с размерными характеристиками особей и возрастом, а также показатели популяционной плодовитости» [16].

Плодовитость корюшки в различных водоемах колеблется в достаточно широких пределах. Так, Манюкас [50] для корюшки Куршского залива в прошлом веке указывал колебания в пределах от 16,8 до 34,1 тыс. шт., для Ладожского озера отмечены колебания плодовитости от 1,3 до 51,5 тыс. шт., корюшка Пярнуского залива имеет плодовитость в диапазоне 19,7-44,9 тыс. шт. [86] (Таблица 16).

Таблица 16 - Плодовитость европейской корюшки различных водоемов

Водоем	Значение АИП (тыс. шт.)
Куршский залив (Манюкас, 1959 г.) [50]	16,8-34,1
р. Нева (Берг, 1948 г.) [60]	9-40
Пярнуский залив (Шестаков, 1967 г.) [86]	19,7-44,9
Выгозерское водохранилище [23, 30]	5,3-72,7
Ладожское озеро [23]	1,3-51,5
р. Неман (2014-2016 г.) (собственные данные) [16]	2,1-46,0

«Данные в таком виде малопригодны для анализа воспроизводительной способности стада, так как колебания связаны с размерами рыб, которые подвергались исследованиям» [16]. «Учитывая это, нами была применена следующая схема исследований [91]: изучалась зависимость относительной индивидуальной плодовитости (E_w) от массы самки, затем исходя их формы полученной зависимости подбиралось оптимальное уравнение связи абсолютная индивидуальная плодовитость (E_a) – масса, после этого рассчитывалась популяционная плодовитость (E_p), с учетом размерной структуры нерестового запаса» [16].

Установлено, что относительная индивидуальная плодовитость очень слабо зависит от массы самки, т.к. коэффициент корреляции оказывается очень маленьким ($R=0,29$) (Рисунок 55). Следовательно, можно принять, что относительная плодовитость может характеризоваться некоторой средней величиной $E_w=511\pm 88$ шт./г [16].

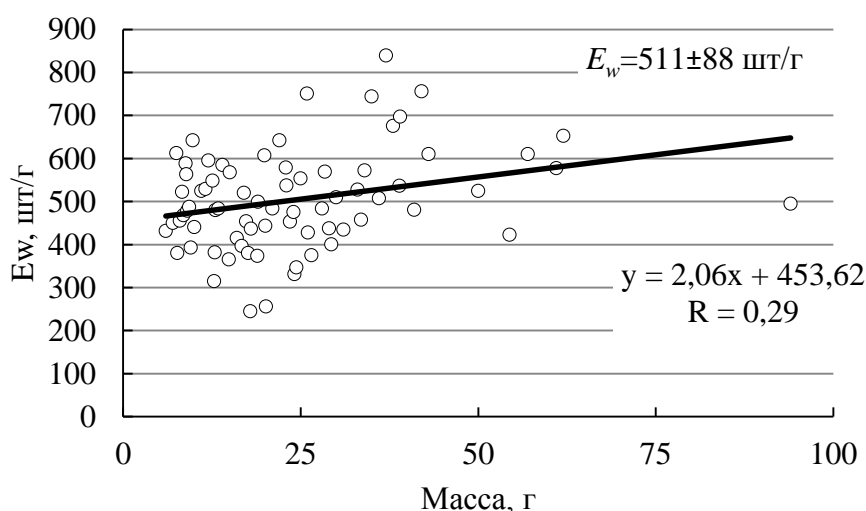


Рисунок 55 - Зависимость относительной индивидуальной плодовитости от массы самки

В связи с тем, что относительная индивидуальная плодовитость не зависит от массы самки, то согласно методике С.В. Шибаяева [91] абсолютная индивидуальная плодовитость должна находиться в линейной зависимости от массы самки:

$$Ea = e_0 + e_1 * W \quad (3)$$

где

Ea - абсолютная индивидуальная плодовитость, шт.,

e_0, e_1 - коэффициенты,

W - масса самки, г

Данная зависимость действительно хорошо описывается линейной функцией с коэффициентом корреляции $R=0,90$ (Рисунок 56). При этом величина индивидуальной абсолютной плодовитости в зависимости от размера самки изменяется в пределах от 2,1 до 46,0 тыс. шт. Получены следующие значения коэффициентов: $e_0=607,71$, $e_1=1718,8$. Максимальная плодовитость - 46,0 тыс. шт. отмечена для самки длиной 21,3 см, весом 103 г в возрасте 5 лет.

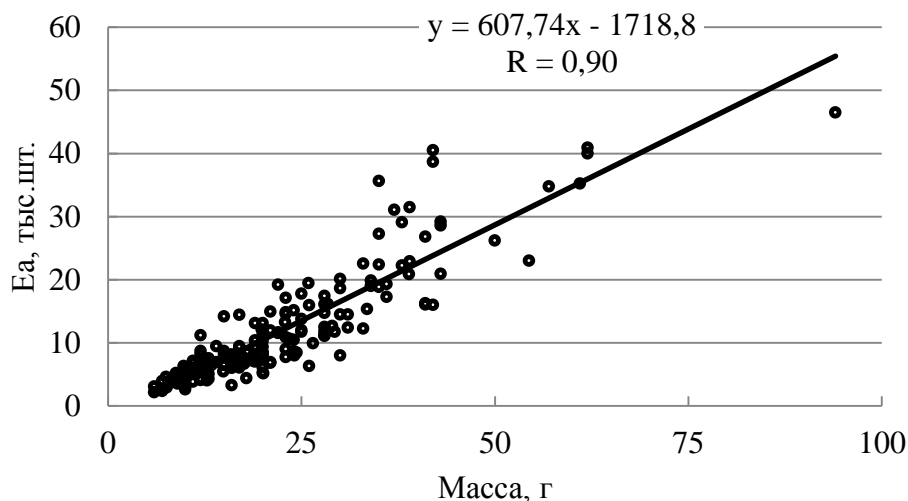


Рисунок 56 - Зависимость абсолютной индивидуальной плодовитости от массы самки

С целью расчета популяционной плодовитости (E_p), нами была использована модифицированная формула В.С. Ивлева [37], характеризующая количество икры, которое может отложить популяция при имеющейся возрастной, половой и репродуктивной структуре (4).

$$E_p = \sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} pN_L * E_{a_L} * S_{F_L} \quad (4)$$

где

l_{\min}, l_{\max} - минимальная, максимальная длина особи в нерестовом стаде, см,

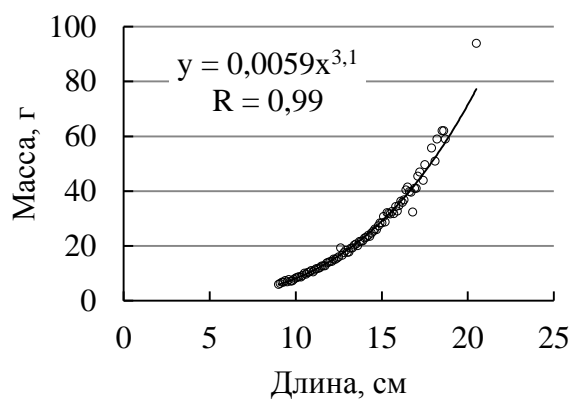
pN_L - доля размерной группы в нерестовом стаде,

S_{F_L} - относительная численность самок в размерной группе,

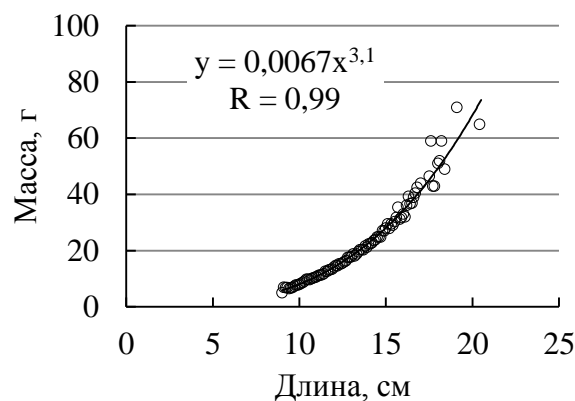
E_{a_L} - абсолютная индивидуальная плодовитость размерной группы.

Используя связь длина-масса, установленную для корюшки Куршского залива, $w = aL^b$ (Рисунок 57), зависимость индивидуальная абсолютная плодовитость – масса особи $Ea = e_0 + e_1 * W$ приведена к виду $Ea = e_0 + e_1 * a * L^b$, позволяющую вычислить популяционную плодовитость как функцию размерной структуры нерестовой популяции в каждом конкретном году (5):

$$Ea = 607,71 + 10,14 L^{3,136} \quad (5)$$



а) самки



б) самцы

Рисунок 57 - Зависимость длина-масса для самок (а) и самцов (б) корюшки Куршского залива

Расчет популяционной плодовитости показал, что данный параметр изменяется с длиной рыбы. Минимальное значение E_p принадлежит наименьшим и наибольшим по размеру особям, максимальное значение приходится на среднеразмерные группы, что закономерно объясняется их большим количеством в нерестовой части популяции корюшки (Рисунок 58).

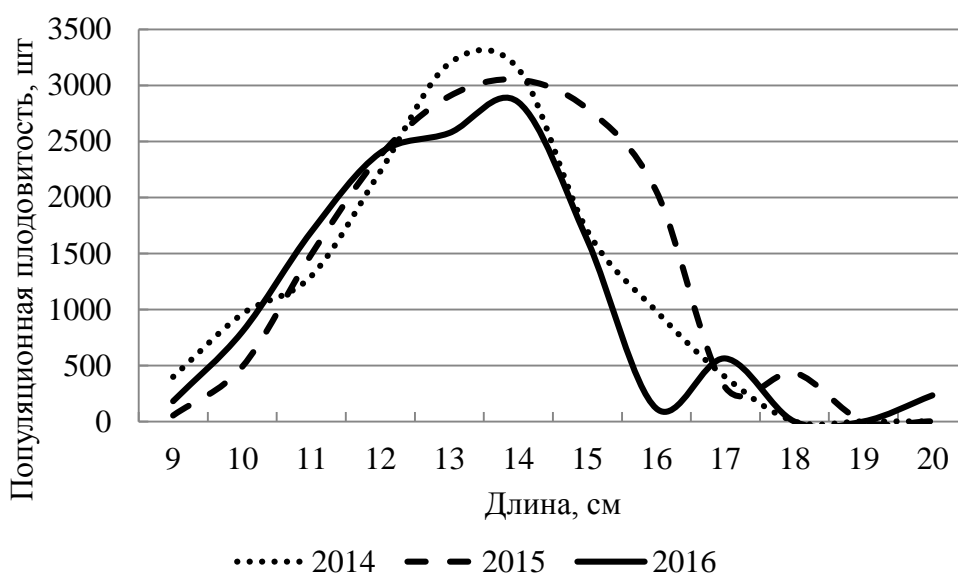


Рисунок 58 - Популяционная плодовитость корюшки в реках бассейна Куршского залива

Таким, образом, наибольший вклад в воспроизводство популяции корюшки вносят размерные группы 11-14 см в возрасте 3-4 года.

5.5 Оценка численности корюшки

Изучение динамики численности и биомассы промыслового запаса корюшки в реках бассейна Куршского залива проводилось с применением виртуально-популяционного анализа, который позволяет получить эти характеристики, основываясь на данных по величине промысловых уловов [92].

На водоемах (в нашем случае реки бассейна Куршского залива) промысел ведется закидными речными неводами с шагом ячеи 11-12 мм, в связи с чем для построения модели нами были использованы данные из этих орудий лова. Оценка численности еще усложняется тем, что корюшка большую часть времени проводит в Балтийском море, а также величина уловов значительно зависит от гидрометеорологических и антропогенных факторов.

5.5.1 Оценка общей смертности

Одним из условий виртуально-популяционного анализа является знание коэффициента естественной смертности, который неизвестен для корюшки. В связи с этим, проводилась оценка коэффициента общей смертности по возрастной структуре.

Метод Ф.И. Баранова – оценка коэффициента общей смертности по предельному возрасту рыбы в пробе ($Z(t_\lambda)$).

В стабильной популяции при одинаковой начальной численности максимальный возраст рыбы тем меньше, чем выше величина смертности. Соответственно, зная максимальный возраст можно определить величину общей смертности.

Корюшка является короткоцикловым видом, поэтому вероятность попадания старых рыб в пробах довольно велика. В уловах в период проведения мониторинга максимально определенный возраст корюшки в уловах составляет 7 лет.

Ф.И. Баранов предложил формулу расчета числа возрастных групп (по сути дела предельного возраста рыбы) n в зависимости от величины действительного коэффициента общей смертности φ_Z , объема выборки S_n и количества особей предельного возраста, обнаруженных в выборке a_n (б):

$$n = \frac{\ln \frac{a_n}{S_n \times \Phi_Z}}{\ln(1 - \Phi_Z)} + 1 \quad (6)$$

Зная возрастную структуру нерестовой части популяции (таблица 16), объем выборки, взятой для определения возраста, мы рассчитали число в пробе рыб самого старшего возраста, как:

$$a_n = pN_7 * S_n \quad (7)$$

Количество возрастных групп популяции, для которых рассчитывается смертность в данном случае равна «7». Уравнение предложенное Ф.И. Барановым (6) является трансцендентным и выразить из него значение коэффициента общей смертности невозможно. Решение его осуществляется путем итерации, используя встроенную функцию в Excel функцию «Подбор параметра». В итоге мы получаем значение действительного коэффициента общей смертности φ_Z (таблица 17), зная его, мгновенный коэффициент общей смертности с помощью формулы 8

$$Z = -\ln(1 - \varphi_Z) \quad (8)$$

Метод Бивертон-Холта-1 – оценка коэффициента общей смертности по средней длине рыбы в улове $Z(L_Y)$.

Для применения этого метода нами были определены две вспомогательные величины:

- возраст первой поимки t_c принимается равным трем годам
- средний возраст особи в улове как

$$T_Y = \frac{\sum_{t=t_c}^{t_{\max}} pY_N * t}{\sum_{t=t_c}^{t_{\max}} pY_N} \quad (9)$$

Используя формулу Бивертон-Холта

$$Z = \frac{1}{T_Y - t_c} \quad (10)$$

рассчитываем мгновенный коэффициент общей смертности, а по нему определяем действительный коэффициент (таблица 17).

Метод Гейнке

Для применения этого метода мы рассчитывали две вспомогательные величины:

- суммарная численность для возрастных групп с первой до предпоследней pN_{3-6} и численность возрастных групп со второго до последнего N_{4-7} . Таким образом, учитываются только те возраста, на представленность которых в улове не влияет селективность орудия.

Полученные значения используются для расчета мгновенного коэффициента смертности:

$$Z = -\ln(pN_{3-6}/pN_{4-7}) \quad (11)$$

И действительного коэффициента смертности:

$$\varphi_Z = 1 - e^{-Z}. \quad (12)$$

Метод аппроксимации

Построив точечный график возрастной структуры всего улова и линейный график структуры улова только для возрастов 3–7, на которые не влияет селективность, оценку мгновенного коэффициента общей смертности можно выполнить по второй кривой путем построения экспоненциальной линии тренда (Рисунок 59). В нашем случае графическое и аналитическое решения совпадают, что подтверждает его правильность.

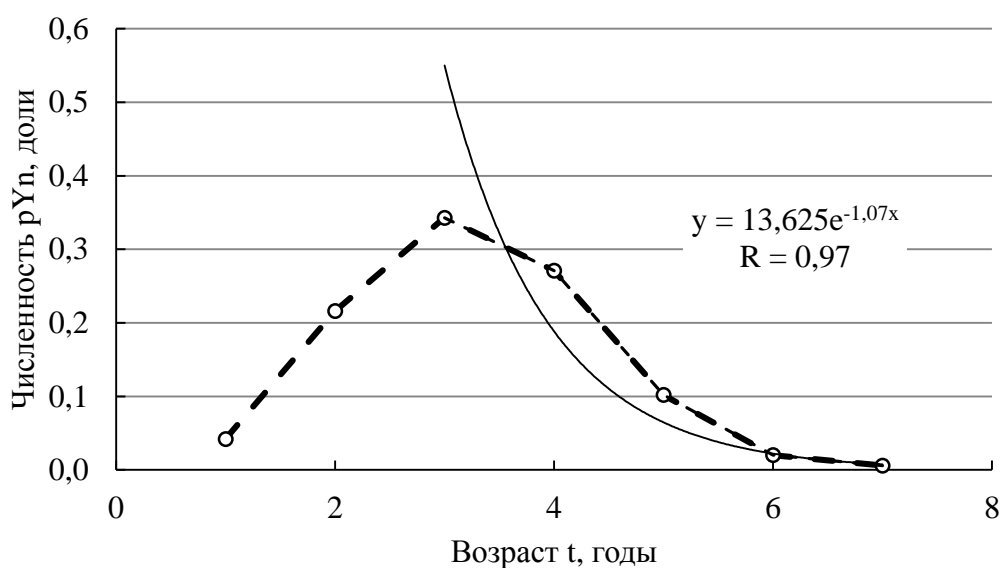


Рисунок 59 – Схема аппроксимации кривой улова

Результаты оценки общей смертности всеми четырьмя способами приведены в таблице 17

Таблица 17 - Оценка общей смертности корюшки

Метод		Значения	
Метод Баранова		Z	Φ_Z
Sn	1000	1,14	0,68
an	7		
n	5	подбор->	5
Метод Бивертон-Холта		Z	Φ_Z
Ty	0,51	0,40	0,33
tc	3		
Метод Гейнке		Z	Φ_Z
N ₃₋₆	0,736	0,61	0,45
N ₄₋₇	0,399		
Метод Аппроксимации		Z	Φ_Z
r	0,97	1,07	0,65
	Среднее	0,86	0,55

Все методы оценки коэффициента общей смертности дали несколько различающиеся значения $Z=0,4-1,1$ 1/год, для дальнейшей работы, мы примем среднее значение $Z=0,8$ 1/год.

5.5.2 Оценка численности корюшки с применением модели когортного анализа Поупа (Pope, 1972)

«Виртуально популяционный анализ – группа методов, которая позволяет на основе данных по величине промысловых уловов, получаемых от каждого поколения, ретроспективно оценивать численность поколения и всей популяции в каждом году ее существования» [92].

В нашем случае наиболее подходящей моделью является модель когортного анализа Поупа. «Когортный анализ наиболее простой метод виртуально-популяционного анализа, который позволяет избежать трудоемкой процедуры последовательного нахождения значений численности, относительной численности поколения, промысловой смертности» [109].

Он основан на упрощенном уравнении Галланда (13), где мы допускаем, что естественная и промысловая смертности действуют в разные периоды года.

Но ввиду «зашумленности» исходных материалов по возрастному составу уловов и естественной смертности, это не критично.

$$N_{x-1,n-1} = Y_{N_{x-1,n-1}} \frac{F_{x-1,n-1} + M_{x-1,n-1}}{F_{x-1,n-1} (1 - e^{-(F_{x-1,n-1} + M_{x-1,n-1})})} \quad (13)$$

Предположим, что в одну часть года действует только фактор естественной смертности, что в принципе нам подходит, т.к. корюшка часть года живет в Балтийском море, где не эксплуатируется промыслом. Тогда к началу промысла во второй половине года численность поколения составит:

$$N_{t+0.5} = N_t e^{-\frac{M_t}{2}} \quad (14)$$

Затем с приходом корюшки к местам промысла мгновенно изымается улов, равный Y , так что численность поколения оказывается равной:

$$N_{t+0.5} = N_t e^{-\frac{M_t}{2}} - Y_t \quad (15)$$

и до начала следующей нерестовой миграции действует только естественная смертность. В результате численность поколения к следующему году составит:

$$N_{t+1} = \left(N_t e^{-\frac{M_t}{2}} - Y_t \right) e^{-\frac{M_t}{2}} \quad (16)$$

Несложные преобразования позволяют получить конечную форму уравнения:

$$N_{t+1} = N_t e^{-M_t} - Y_t e^{-\frac{M_t}{2}} \quad (17)$$

Учитывая свойство нивелирования ошибки при ретроспективном расчете численности от терминальной возрастной группы к более младшим, данное уравнение можно привести к виду:

$$N_{x-1,t-1} = N_{x,t} e^{M_t} + Y_{x-1,t-1} e^{\frac{M_t}{2}} \quad (18)$$

Ход анализа [92]:

1) Задается значение естественной смертности для всех возрастных групп M , в данном случае мы имеем расчетные данные коэффициента общей смертности (Таблица 17) и зная, что

$$Z = F + M \quad (19)$$

мы задаем значение промышленной смертности для терминальной возрастной группы F_n ;

2) Рассчитывается численность терминальной возрастной группы во все годы наблюдения:

$$N_{x,n} = YN_{x,n} \frac{M_n + F_n}{F_n} \quad (20)$$

3) Принимая, что в последнем году наблюдения величина промышленной смертности будет равна терминальной, рассчитать численность всех возрастных групп как:

$$N_{x,n} = YN_{x,n} \frac{M_n + F_n}{F_n (1 - e^{-(M_t + F_n)})} \quad (21)$$

4) На следующем этапе проводим последовательные вычисления численности всех более младших возрастных групп как:

$$N_{x-1,t-1} = N_{x,t} e^{\frac{M_t}{2}} + Y_{x-1,t-1} e^{\frac{M_t}{2}} \quad (22)$$

В результате мы получаем массив численности и возрастного состава популяции во все годы наблюдения.

5) Заключительным этапом любой модели виртуально-популяционного анализа является его настройка. В когортном модели настройка заключается в подборе такого значения терминальной промышленной смертности F_n , при котором полученная оценка численности будет близка к аналогичному показателю, оцененному другим способом.

Величина естественной смертности неизвестна, настройка VPA велась путем варьирования задаваемых коэффициентов естественной (M) и промышленной (F) смертностей в пределах оцененного значения Z (Таблицы 18, 19, Рисунок 60).

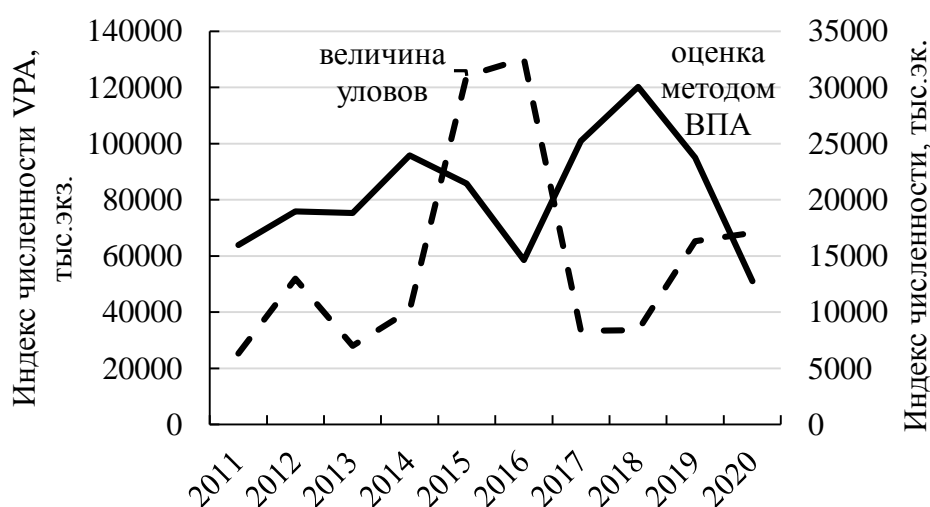
Таблица 18 – Возрастной состав уловов Y_n , тыс. шт., при $F=0,53$; $M=0,33$

Возраст, годы	Годы									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	0	0	0	0	6596	8943	0	5490	3758	0
2	2491	7405	3069	1431	17687	18774	2428	3785	8370	5272
3	3509	8093	2195	3458	8046	7301	4214	1439	6734	6283
4	1104	1343	1809	2080	5149	4097	1453	1189	3220	5469
5	121	44	655	109	1932	1710	231	940	959	1111
6	0	0	0	0	262	277	8	317	119	72
Sum, тыс. экз.	7225	16884	7728	7077	39671	41102	8335	13160	23162	18208
Вылов, т	117	240	140	135	554	525	143	174	339	355

Таблица 19 – Численность N , тыс. шт., при $F=0,53$; $M=0,33$

Возраст, годы	Годы									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	43552	44480	27405	49033	44917	27799	69397	54378	26846	0
2	13585	25032	29375	18489	20254	16373	17926	46682	31996	14830
3	6226	2905	16135	18187	6470	8371	8198	11667	27851	17675
4	223	3337	554	9837	8709	1178	4786	4886	5657	15385
5	340	123	1844	306	5434	4811	651	2644	2699	3125
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Вп, тыс. экз.	63926	75877	75314	95851	85784	58532	100958	120256	95049	51016

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 60).

Рисунок 60 – 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 общего допустимого улова (ОДУ) или рекомендованного вылова (РВ) либо существенно недоосваивалась, либо значительно превышалась в отдельные годы, но это не оказывало отрицательного воздействия на популяцию в последующие годы.

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

6.1 Роль снетка в уловах

При организации промысла для рыбаков важным аспектом промысла является видовая структура уловов, которая имеет свои особенности, и, как следствие, может оказывать влияние на процесс организации и экономическую эффективность промысла.

В Куршском заливе в период до 1990-х гг. основу уловов корюшковых составлял снеток, доля которого в среднем доходила до 60%. Затем с середины 1990-х гг. снеток практически исчезает из статистики, и лишь в отдельные годы улов снетка достигает до 10% (Рисунок 61).

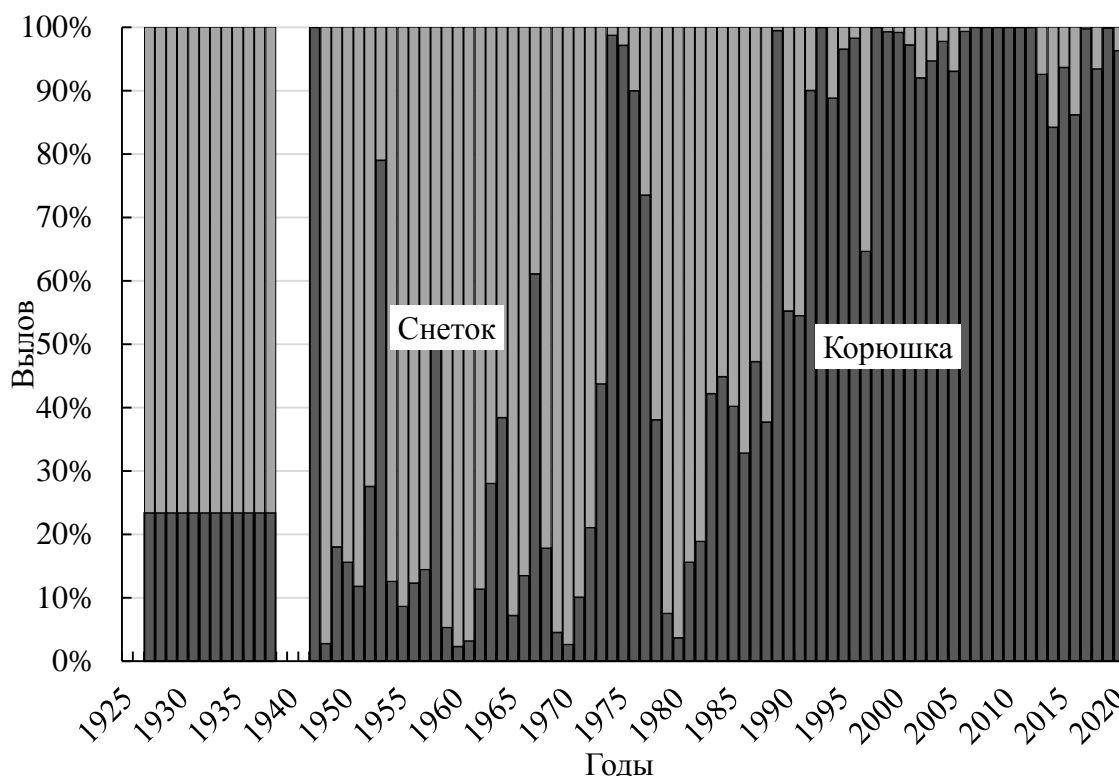


Рисунок 61 - Видовая структура промысловых уловов корюшковых по данным промысловой статистики

Мониторинг корюшковой путины в реках, проводимый нами с 2012 года, показывает, что снеток снова становится важным компонентом уловов и в отдельные годы его значение достигает 40%. Это обуславливает возможность

возобновления его промысла. Рыбаки чаще всего сдают сетка под видом мелкой корюшки или же выпускают его в водоем, путем оставления невода в воде после замета на кольях. Рыбаками практикуется такой способ: если после притонения невода, рыбаки визуально определяют большую величину прилова сетка, невод не вытаскивается на берег, и оставляется в воде на кольях. Учитывая, что ячей 11-12 мм не является препятствием для сетка, он свободно выходит из невода. В результате, через некоторое время в неводе остается только корюшка, которая и идет в улов [15, 19].

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 ячей 4 мм. В структуре ихтиоценоза мигрирующих рыб в контрольных уловах мелкочейным неводом часто доминирует сеток, составляя до 90%. Это приводит к тому, что в промысловых орудиях большая часть улова в годы с высокой долей сетка проскакивает через ячей 11-12 мм и, таким образом, предопределяет низкую эффективность лова [15, 19] (Рисунок 62).

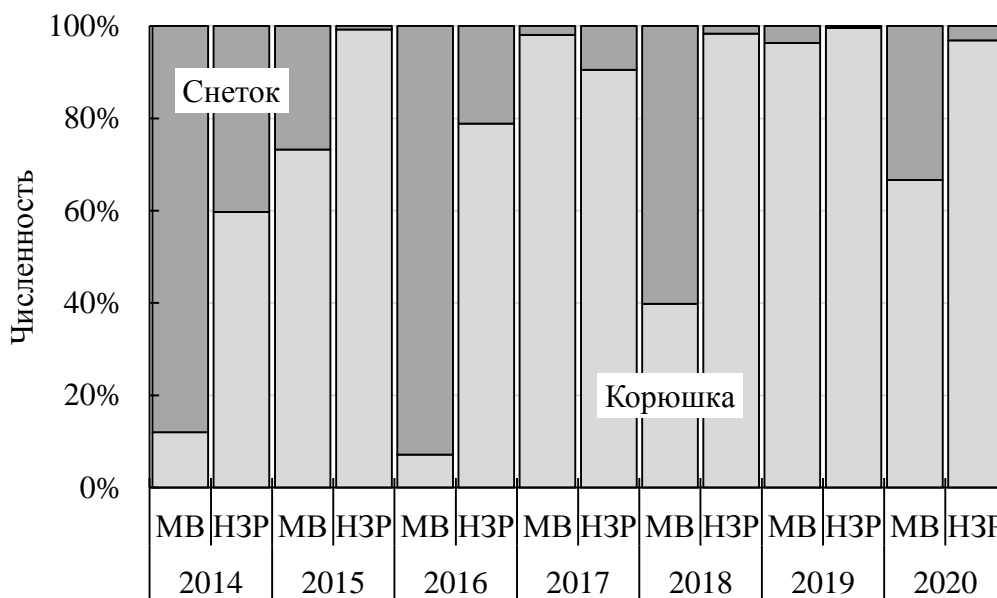


Рисунок 62 - Соотношение корюшки и сетка в неводных промысловых и исследовательских уловах (НЗР – невод речной закидной яч. 11-12 мм, МВ – мальковая волокуша яч. 4 мм)

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 трехиглая колюшка (группа «прочие» на рисунке

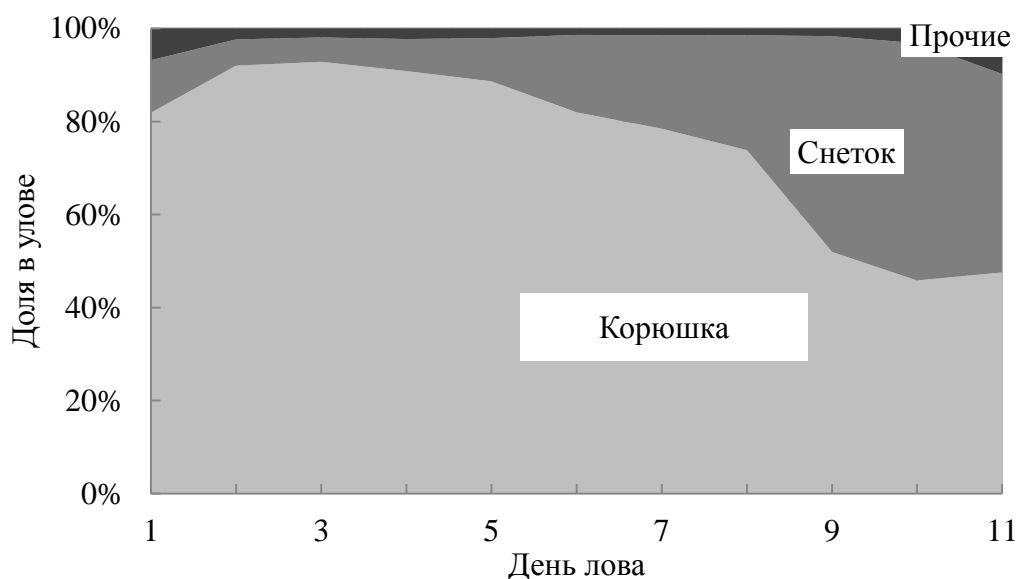


Рисунок 63 - Соотношение корюшки и снетка в неводных промысловых и исследовательских уловах (НРЗ – невод речной закидной яч. 11-12 мм, МВ – мальковая волокуша яч. 4 мм)

Таким образом, снеток является вторым значимым компонентом корюшковой путины.

6.2 Видовая идентификация корюшки и снетка в промысловых уловах

Снеток является карликовой жилой формой корюшки. Морфологически он отличается от корюшки по следующему признаку: диаметр глаза больше ширины лба или равен ей, тогда как у европейской корюшки наоборот: диаметр глаза меньше ширины лба [5].

Эти морфометрические признаки являются наиболее надежными, но применение их для видовой идентификации крайне затруднено не только на промысле, но даже при мониторинге промысла, например, при массовых промерах уловов. В этой связи нами был выделен ряд других признаков, которые можно было бы применить при проведении исследований [19].

Первый отличительный признак определяется в процессе биологического анализа рыбы. Это наличие или отсутствие в плавательном пузыре рыбы нематоды *Cystidicola farionis* при определенном размере рыбы (Рисунок 64).

Развитие *Cystidicola farionis* происходит с участием промежуточного хозяина – реликтового рачка-бокоплава *Pontoporeia affinis*, который обитает в Балтийском море, является излюбленным объектом питания корюшки [9, 34, 33]. Данный рачок в Куршском заливе - месте обитания снетка, не встречается, и, следовательно, не может способствовать заражению его нематодой *Cystidicola farionis*. Кроме того, согласно данным Е.Д. Носковой [61], снеток является типичным планктонофагом и не склонен к потреблению бентосного рачка.



Рисунок 64 - Нематода *Cystidicola farionis* в плавательном пузыре корюшки

В качестве второго признака различия корюшки и снетка нами был принят размер рыбы. Снеток достигает половозрелости в возрасте 1 года при длине 4-5 см, а длина его в уловах составляет 6-9 см. Как следует из рисунка 65 размерные структуры снетка и корюшки перекрываются в диапазоне длин 6-9 см, для которых и возникает проблема видовой идентификации. Используя данные по зараженности рыб нематодой, нами 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 66). 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, что можно использовать при регулировании рыболовства.

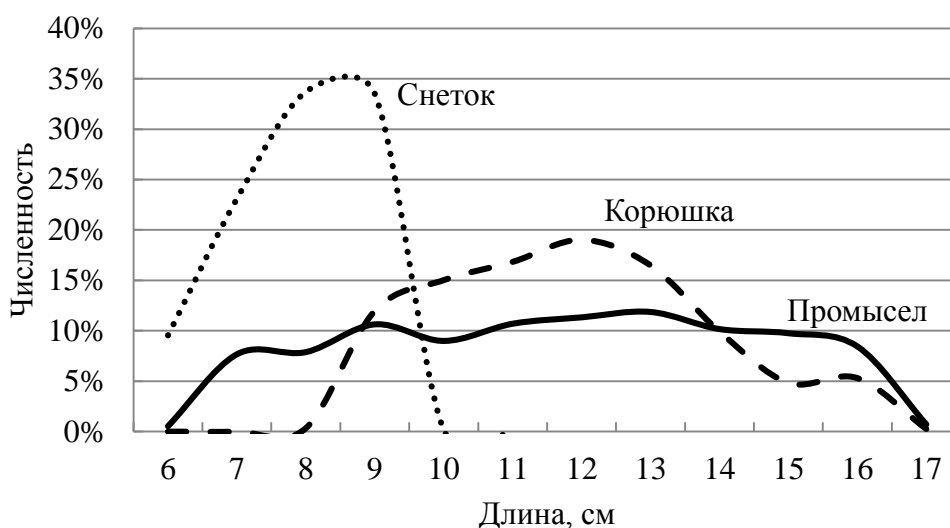


Рисунок 65 - Среднемноголетние кривые контрольных (мальковая волокуша, яч. 4 мм) и промысловых (невод речной закидной, яч. 11-12 мм) уловов корюшки и снетка в реке Неман

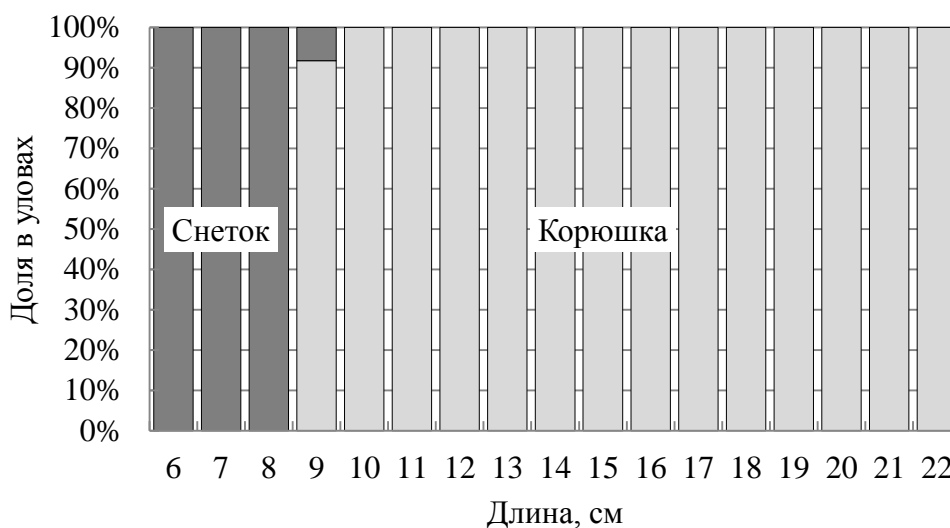


Рисунок 66 - Размерно-видовая структура промысловых уловов (пересчитанная с учетом зараженности нематодой *Cystidicola farionis*)

При исследовании воспроизводительной способности корюшки нами был отмечен еще один отличительный признак. Абсолютная индивидуальная плодовитость одноразмерных корюшки и снетка отличается, а именно, у снетка она выше (Рисунок 67).

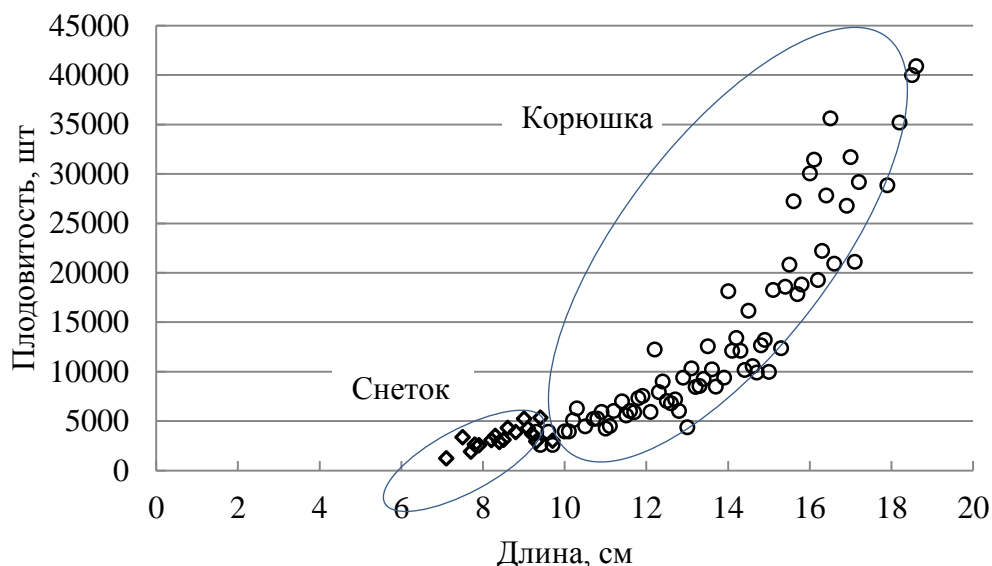


Рисунок 67 – Абсолютная индивидуальная плодовитость корюшки и снетка

6.3 Линейный и весовой рост снетка

Особенность нерестовой части популяции корюшки рек бассейна Куршского залива является наличие двух видов, а именно непосредственно корюшки и снетка (жилая форма корюшки, которая не скатывается в море, а остается в Куршском заливе), поэтому мы сочли необходимым представить данные по темпу линейного и весового роста отдельно по снетку.

Размерно-весовые показатели популяции снетка в реках бассейна Куршского залива показали, что средняя длина колебалась в пределах от 6,5 до 9,7 см, средняя масса изменялась в пределах от 5 до 8 г (Таблица 20, Рисунок 68).

Ошибка средней длины десятые доли сантиметра (0,1-0,2 см) во всех возрастных группах. Ошибка средней массы колеблется в пределах от 0,1 до 0,5 г, максимальное значение ошибки отмечено у рыб в возрасте 2 года в 2013 г. Рассмотрение возрастной динамики коэффициента вариации не выявило какой-либо тенденции увеличения или уменьшения данного параметра с возрастом.

Таблица 20- Размерно-весовые показатели нерестовой части популяции снетка в реках бассейна Куршского залива (река Неман, река Матросовка) в период 2012-2018 гг.

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N	
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V		
2012												
2	8,0	9,4	9,9	0,1	8,7	4,0	7,1	14,0	0,3	28,8	56	
2013												
2	6,5	7,8	8,9	0,1	8,0	2,0	7,5	14,0	0,5	38,2	31	
3	7,7	9,0	9,5	0,2	6,6	4,0	5,3	6,0	0,4	18,0	7	
2014												
2	7,3	8,1	8,8	0,1	5,4	3,0	5,1	7,6	0,3	23,4	21	
2015												
1	7,5	8,3	9,7	0,1	8,4	4,0	5,2	8,8	0,2	25,2	28	
2	7,4	8,6	9,8	0,1	7,2	3,0	5,8	8,0	0,2	21,5	65	
2016												
1	6,8	8,1	9,8	0,1	9,0	2,6	4,8	8,0	0,2	27,5	44	
2	7,5	8,6	9,7	0,1	7,3	3,6	5,8	8,5	0,1	20,9	109	
2017												
2	8,7	9,1	9,9	0,2	4,1	5,0	6,3	9,0	0,6	23,5	6	
3	7,2	9,7	10,7	0,3	10,3	3,0	7,8	11,0	0,8	31,3	10	
2018												
1	7,6	8,3	9,8	0,1	6,9	2,4	3,8	7,0	0,2	24,6	25	
2	8,2	9,0	9,8	0,1	4,6	3,2	4,6	7,0	0,2	25,7	23	
2012-2018												
1	7,0	8,3	9,8	0,1	8,5	2,4	4,4	8,0	0,2	26,4	72	
2	6,5	8,7	10,9	0,1	8,7	2,0	6,0	14,0	0,1	30,2	278	
3	7,2	9,3	10,7	0,1	5,3	3,0	6,5	11,0	0,4	19,5	11	

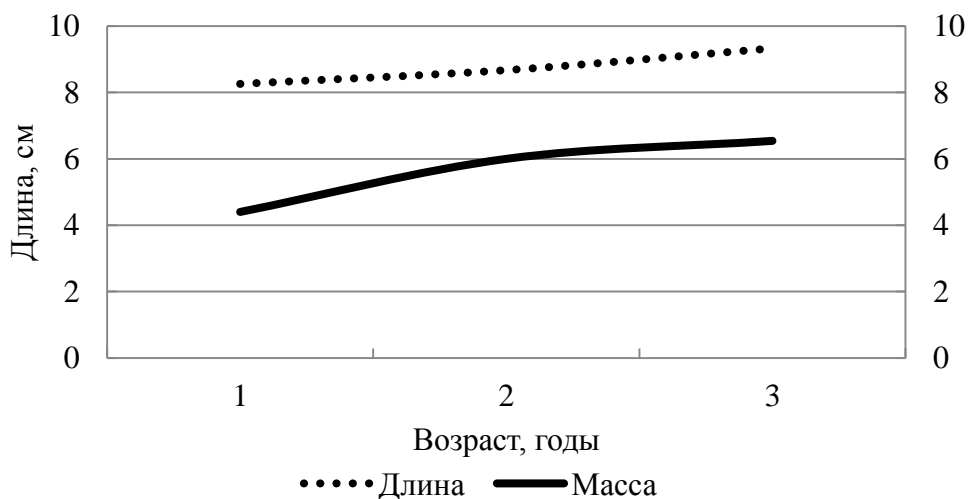


Рисунок 68 – Линейный и весовой рост снетка в реках бассейна Куршского залива

Сравнение размерно-весовых показателей снетка отдельно в реке Скирвит 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. Необходимо отметить, что в реке Матросовка встречается снеток в возрасте 1-2 года, в реке Неман отмечен снеток в возрасте 3 года, но лишь однажды в 2013 г, что может быть связано и с неточностью определения возраста (Таблицы 21, 22, Рисунок 69).

Таблица 21- Размерно-весовые показатели популяции снетка реки Скирвит в период 2012 -2016 гг.

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N
	Min	Ср	Max	±m	V	Min	Ср	Max	±m	V	
2012											
2	8,0	9,4	10,9	0,1	8,7	4,0	7,1	14,0	0,3	28,8	56
2013											
2	6,5	7,8	8,9	0,1	8,0	2,0	7,5	14,0	0,5	38,2	31
3	7,7	9,0	9,5	0,2	6,6	4,0	5,3	6,0	0,4	18,0	7
2014											
2	7,3	8,1	8,8	0,1	5,4	3,0	5,1	7,6	0,3	23,4	21
2015											
1	7,5	7,8	8,2	0,1	2,6	4,0	4,2	5,0	0,1	8,6	14
2	7,4	8,6	9,8	0,1	7,1	3,0	5,7	8,0	0,2	21,3	61
2016											
1	7,0	8,2	9,8	0,1	9,6	2,6	5,0	8,0	0,3	29,4	31
2	7,5	8,6	9,6	0,1	6,7	3,7	5,7	8,0	0,2	21,4	46
2017											
2	8,7	9,1	9,9	0,2	4,1	5,0	6,3	9,0	0,6	23,5	6
3	7,2	9,7	10,7	0,3	10,3	3,0	7,8	11,0	0,8	31,3	10
2018											
1	7,6	8,3	9,8	0,1	6,9	2,4	3,8	7,0	0,2	24,6	25
2	8,2	9,0	9,8	0,1	4,6	3,2	4,6	7,0	0,2	25,7	23
2012-2018											
1	7,0	8,3	9,8	0,1	8,5	2,4	4,4	8,0	0,2	26,4	72
2	6,5	8,7	10,9	0,1	8,7	2,0	6,0	14,0	0,1	30,2	278
3	7,2	9,3	10,7	0,1	5,3	3,0	6,5	11,0	0,4	19,5	11

Таблица 22- Размерно-весовые показатели популяции снетка реки Матросовка в период 2015 -2016 гг.

Возраст, лет	Длина промысловая, см					Масса, г					N	
	Min	Ср	Max	$\pm m$	V	Min	Ср	Max	$\pm m$	V		
2015												
1	7,5	8,3	9,7	0,1	8,4	4,0	5,2	8,8	0,2	25,2	28	
2	7,4	8,6	9,8	0,1	7,2	3,0	5,8	8,0	0,2	21,5	65	
2016												
1	6,8	8,1	9,8	0,1	9,0	2,6	4,8	8,0	0,2	27,5	44	
2	7,5	8,6	9,7	0,1	7,3	3,6	5,8	8,5	0,1	20,9	109	
2015-2016												
1	6,8	8,7	9,4	0,1	7,8	2,7	5,4	8,8	0,2	23,7	27	
2	7,5	8,7	9,7	0,1	7,7	3,6	5,9	8,5	0,1	20,3	67	

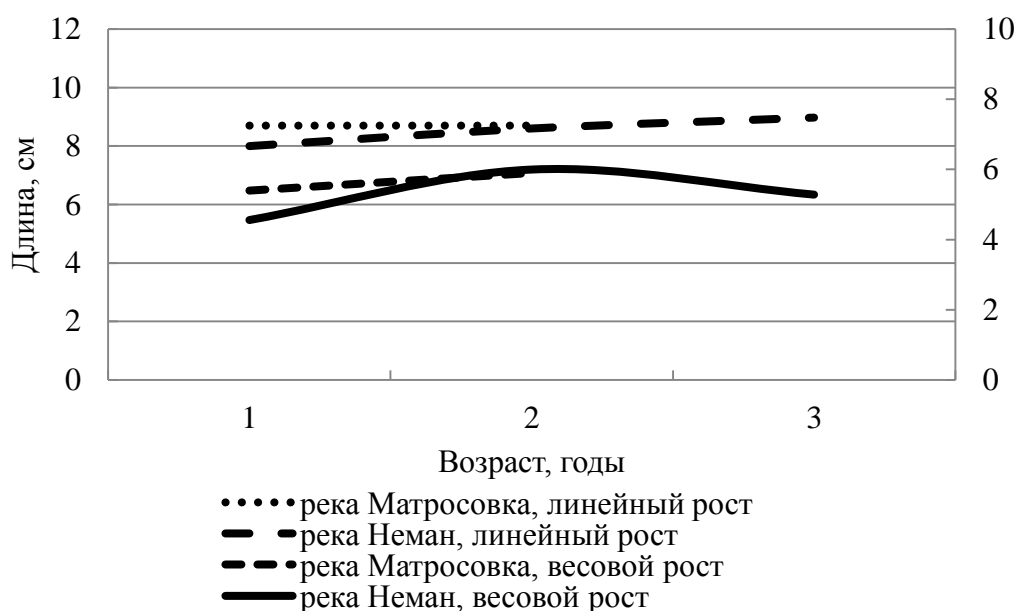


Рисунок 69 – Линейный и весовой рост снетка в реках Неман и Матросовка

Из литературных источников известно, что снеток обладает высоким темпом роста, особенно в первый год жизни. Данные говорят о том, что рост снетка Куршского залива несколько выше, чем в рассматриваемых водоемах. Несколько хуже снеток из Куршского залива растет по сравнению со снетком из Рыбинского водохранилища, где на первом году он достигает длины 8,8 см. Также необходимо отметить, что популяции снетка из многих водоемов обладают большей продолжительностью жизни, чем снеток из Куршского залива (Таблица 23).

Таблица 23 – Темпы линейного (см) и весового роста (г) снетка различных водоемов

Водоемы	Год исследований	Длина, см								Масса, г.					
		Возраст, годы						Колебания	Среднее	Возраст, годы				Колебания	Среднее
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4		
Куршский залив* [61]	1957-1966	4,4-7,0	7,8-9,5	-	-	-	-	-	7,2	-	-	-	-	-	-
Куршский залив (наши данные)	2012-2016	8,2	10,9	9,1	-	-	-	-	9,4	8,8	14,0	8,0	-	-	10,3
Ведлозерское водохранилище (Карелия)* [25]	2003-2013	4,9	6,1	7,0	7,6	8,3	8,7	4,9-8,7	7,1	-	-	-	-	-	-
Белозерское водохранилище* [81]	1952	5,5	7,9	10,1	-	-	-	5,5-10,1	7,8	-	-	-	-	-	-
Псковское озеро* [81]	1952	6,7	8,9	-	-	-	-	6,7-8,9	7,8	-	-	-	-	-	-
Псково-чудское озеро [81]	1950-е гг.	7,2	9,7	12,9	-	-	-	7,2-12,9	9,9	-	-	-	-	-	-
озеро Ильмень [32]	1926	4,7	8,2	10,7	-	-	-	4,7-10,7	7,9	-	-	-	-	-	-
Белое озеро [81]	1950-е гг.	6,0	8,5	11,0	-	-	-	-	8,5	-	-	-	-	-	-
Рыбинское водохранилище [26]	1950-1959	4,6	7,9	8,8	10,7	-	-	4,6-10,7	8,0	0,8	3,3	5,9	9,8	0,8-9,8	5,0
	1960-1969	4,8	7,5	8,7	10,9	-	-	4,8-10,9	8,0	0,9	3,7	4,9	14,8	0,9-14,8	6,1
	1970-1979	8,8	9,7	12,4	14,5	-	-	8,8-14,5	11,4	4,3	6,9	19,9	21,0	4,3-21,0	13,0

*в источнике приведена длина по Смитту (Ls), см

Снеток входит в нерестовое стадо в возрасте одного года. Согласно данным Носковой Е.Д. нерестовая часть популяции снетка в Куршского залива в основном состоит из годовиков, двугодовалые особи отмечаются редко или не встречаются вовсе [61].

Таблица 24 - Возрастная структура нерестовой части популяции корюшки реки Неман за период 2012-2018 гг.

Возраст, годы	Количество, %							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2012-2018
1	-	-	-	30,1	28,8		52,1	22,4
2	100,0	81,6	100,0	69,9	71,2	37,5	47,9	73,7
3	-	18,4	-	-	-	62,5	-	3,9

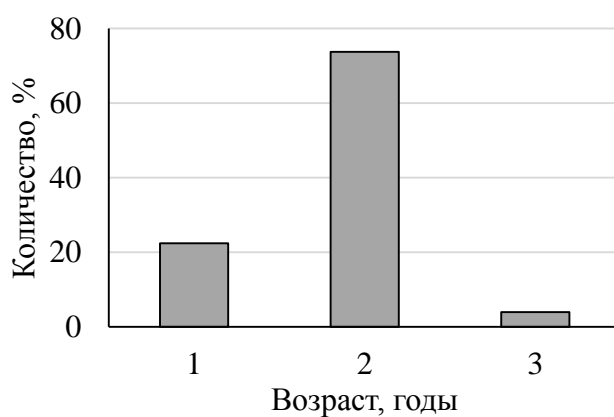


Рисунок 70 – Возрастная структура снетка в реках бассейна Куршского залива

Согласно нашим данным, снеток встречается в уловах в возрасте 1-3 лет, рыбы в возрасте 3 лет были отмечены в 2012 и 2017, и их доля составила 3,9%, хотя в 2017 году из 16 снетков, взятых на анализ, 10 оказались в возрасте 3 лет. Большая часть нерестовой части популяции снетка состоит из рыб в возрасте 2 лет (Таблица 24, Рисунок 70).

7 ПЕРСПЕКТИВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА КОРЮШКИ В РЕКАХ БАССЕЙНА 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 регулирования через общий допустимый улов (ОДУ) к рекомендованному вылову (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 по «олимпийской системе» любому количеству пользователей, которое к настоящему времени достигло 69. Это приводит к возникновению проблемы размещения рыболовных бригад на достаточно ограниченной акватории, затруднению контроля. Анализ эффективности ведения промысла показал, что наибольшая производительность промысла была достигнута при количестве неводных бригад 20-25 единиц, а при их увеличении, она резко снизилась (Рисунок 71).

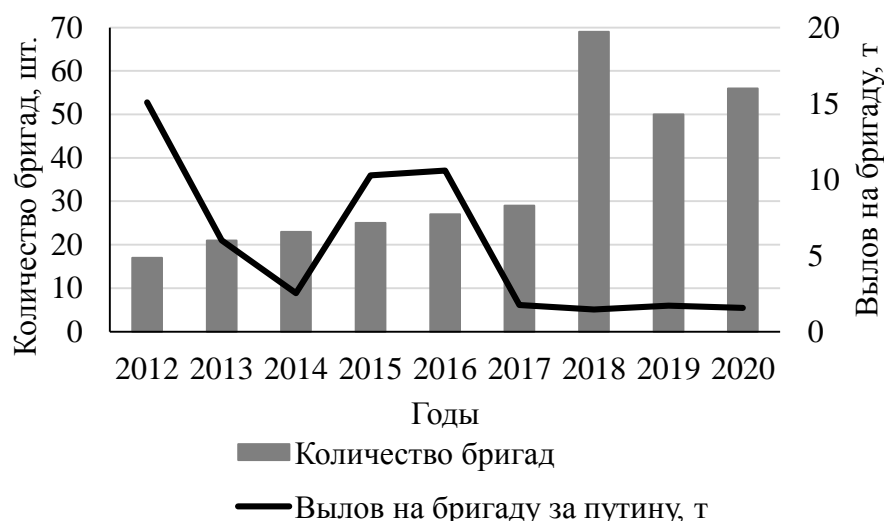


Рисунок 71 – Эффективность промысла в реках бассейна Куршского залива

Вероятно, это может служить показателем оптимальной организации промысла и возможности внедрения системы нормирования промыслового усилия. Такая система, в частности, применяется в Литовской Республике.

Однако, для перехода к регулированию промысла посредством ограничения промыслового усилия потребует изменения ныне действующей законодательной базы рыболовства и займет определенное время.

Второе направление оптимизации промысла корюшки в реках связано тем, что в уловах в значительной степени появляется снеток, но разрешенный размер ячеи 11-12 мм не позволяет его облавливать в том количестве, в котором он присутствует в нерестовой части популяции. Использование же специальных сетковых неводов с ячеей 6 мм в реках параллельно с корюшковыми невозможно по чисто техническим причинам.

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 (Таблица 25).

Таблица 25 – Роль снетка в формировании уловов и расчет возможного вылова снетка в реках бассейна Куршского залива

Год	% снетка в уловах		Вылов корюшек и в реках, т	Доля неучтенного снетка, %	Возможный вылов снетка, т	
	Контрольный лов (4 мм)	Промышленный лов (11-12 мм)			за счет уменьшения пересортицы, т	За счет изменения шага ячеи, т
2014	88,02	40,28	113,6	47,7	76,6	103,8
2015	26,78	0,71	553,6	26,1	4,0	195,2
2016	96,09	23,56	342,4	72,5	105,5	904,2
2017	1,08	0,40	50,9	0,7	0,2	0,3
2018	67,01	6,54	101,3	60,5	7,1	154,9
2019	3,66	0,39	139,9	3,27	0,55	4,73
2020	33,30	3,13	168,2	30,17	5,44	72,68
Среднее	45,13	10,72	209,97	34,42	28,48	205,11

Промысел ведется только относительно половозрелых особей, возможно логичнее было бы использовать невода с размером ячеи 6 мм, что позволило бы облавливать оба вида в той пропорции, в которой они есть в водоеме.

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, нами была построена модель Бивертон-Холта (1969) и проанализировано изменение биомассы нерестовой части популяции в зависимости от шага ячеи в орудиях лова.

Для целей исследования описывается промысловая структура популяции, которая определяется взаимодействием самой популяции с промыслом. Составные части этой структуры ограничиваются определенными параметрами:

« R – численность пополнения – это рыбы одного поколения, которые достигнув возраста t_r вступают в промысловое стадо» [92].

« t_r - возраст пополнения, это возраст, в котором рыба впервые вступает в промысловое стадо и может быть отловлена. Возраст пополнения определяется биологическими особенностями вида и связан с переходом молоди к образу жизни взрослых рыб и перемещением в районы промысла» [92].

« t_c – возраст вступления в эксплуатацию, т.е. минимальный возраст, начиная с которого рыбы впервые присутствуют в уловах. Он определяется характером промысла и селективностью используемых орудий лова. Как правило, t_c может быть больше или равен t_r » [92].

« R_{tc} - численность рыб, вступающих в эксплуатируемое стадо» [92].

« t_{max} – предельный возраст жизни рыбы в промысловом стаде» [92].

«Промысловое стадо (запас) – часть популяции, ограниченная интервалами возрастов от t_r до t_{max} » [11, 36, 92].

Исходные данные для расчета модели Бивертон-Холта представлены в таблице 27. В качестве максимального возраста был принят возраст, который был отмечен за период исследований [92]. Коэффициент общей смертности определялся по возрастной структуре корюшки в реках бассейна Куршского залива, $Z=0,86 \text{ год}^{-1}$.

Таблица 26 - Исходные данные, использованные для расчета модели Бивертон-Холта

Показатель	Значение
Параметры уравнения Бергаланфи:	
W_{\max} , г	120
K	0,05
t_0	-2,6
t_r	2
t_s	3
t_{\max}	7
R	1
E_w	511

«Модель Бивертон-Холта позволяет определить многие параметры эксплуатируемой популяции: величины улова в поштучном и весовом выражениях, средняя навеска рыбы в улове и популяции, средний возраст в улове и популяции, средняя длина в улове и популяции, пополнение, среднегодовая биомасса, среднегодовая численность» [92]. «Для определения влияния изменения размера ячеи в применяемых закидных неводах на нерестовый запас мы представим расчеты по двум параметрам: величина улова в весовом выражении и величина нерестового запаса, которые являются основными исследуемыми характеристиками, позволяющими оценить эффективность эксплуатации популяции» [92].

«Величина улова в весовом выражении определяется как произведение средней ихтиомассы эксплуатируемого запаса на промысловую смертность (формула (23))» [92]:

$$Y_w = FR_{t_c} W_{\infty} \sum_{n=0}^{n=3} \frac{\Omega_n e^{-nK(t-t_0)}}{F + M + nK} (1 - e^{-(F+M+nK)(t_{\lambda}-t_s)}) \quad (23)$$

Промысел должен быть организован на основе предосторожного подхода. В качестве граничного ориентира промысла корюшки был выбран показатель минимальной численности нерестового запаса. В качестве этой величины принимается 50% численности девственной популяции, т.е. это минимум необходимый для нормального воспроизводства. Поиск оптимальных параметров промысла корюшки в реках бассейна Куршского залива должен

осуществляться в области допустимых параметров промысла (на изоплетной диаграмме область ниже белой линии) (Рисунок 72). Максимальные уловы возможны при промысловом усилии не более 0,45 и возрасте первой поимки 2 года.

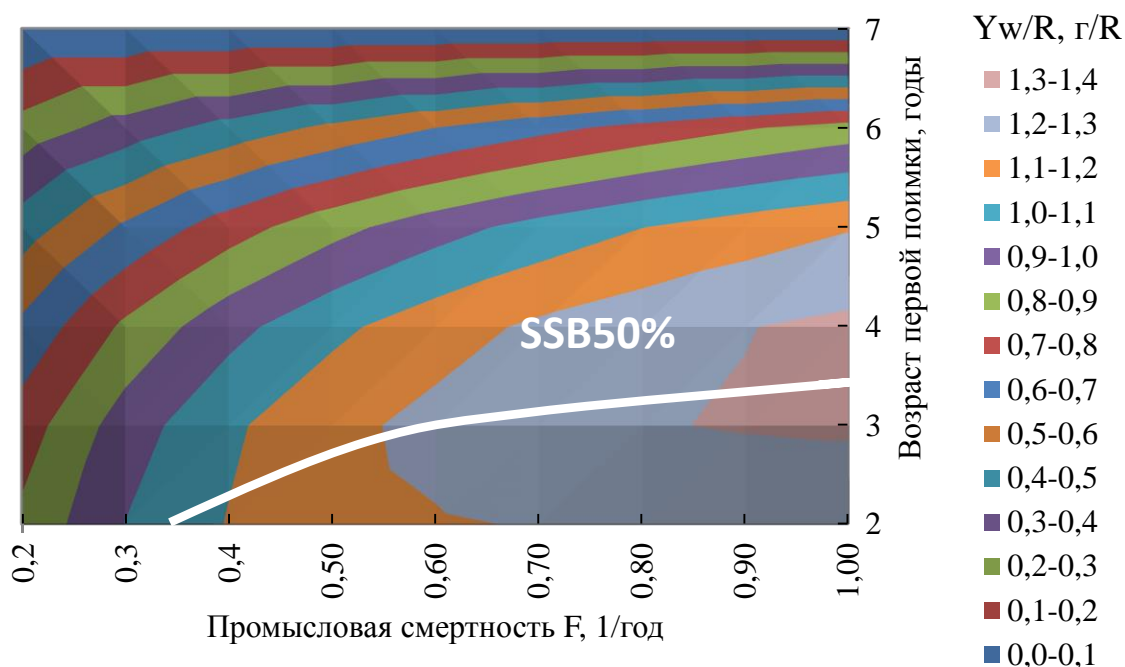


Рисунок 72 – Динамика улова корюшки в реках бассейна Куршского залива в весовом (Y_w) выражении в зависимости от возраста вступления в эксплуатацию t_c при разных значениях промысловой смертности (F)

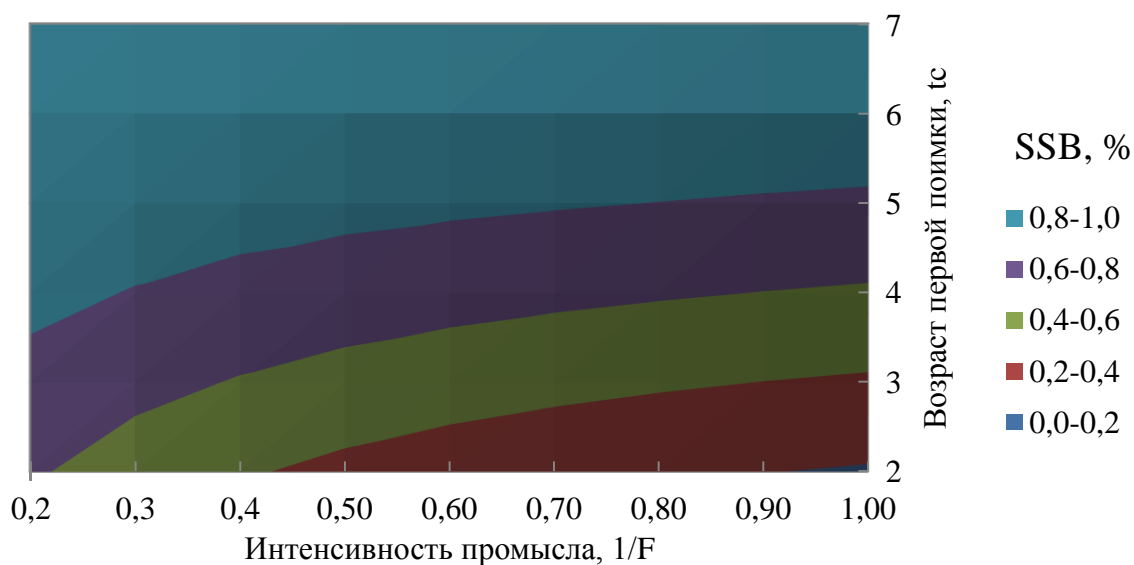


Рисунок 73 – Значение величины нерестового запаса популяции корюшки в реках бассейна Куршского залива в зависимости от возраста вступления в эксплуатацию t_c при разных значениях промысловой смертности (F)

В случае изменения шага ячеи с 11 до 6 мм, величина нерестового запаса SSB составит около 45% девственной, что достаточно близко к граничному ориентиру SSB50% и допустимо для такого короткоциклового вида, как корюшка. Вместе с тем, данное изменение позволит обеспечить ведение двухвидового промысла в реках и при появлении высокоурожайных поколений снетка дать прибавку улова в размере более 200 т.

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 СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

a_n	количество особей предельного возраста, обнаруженных в выборке
$CPUE$	catch per unit effort (улов на единицу промыслового усилия)
e_0, e_1	коэффициенты
E_{aL}	абсолютная индивидуальная плодовитость размерной группы
$E_w, OИП$	относительная индивидуальная плодовитость, шт.
$E_a, АИП$	абсолютная индивидуальная плодовитость, шт.
E_p	популяционная плодовитость, шт.
F	промысловая смертность, 1/год
L	длина, см
$l_{1,2,3,4,5,6,7}$	длина в возрасте 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 лет, см
l_{max}	максимальная длина особи в нерестовом стаде, см
l_{min}	минимальная длина особи в нерестовом стаде, см
M	естественная смертность, 1/год
n	количество
$N_{x,n}$	численность терминальной возрастной группы
pN_L	доля размерной группы в нерестовом стаде
R	коэффициент корреляции
R	численность пополнения
R_{tc}	численность рыб
S_{FL}	относительная численность самок в размерной группе
SD	ошибка уравнения, %
S_n	объем выборки
SSB	величина нерестового запаса
t	возраст
t_0	возраст, при котором длина рыбы $l=0$
t_λ	предельный возраст жизни рыбы
t_{max}	предельный возраст жизни рыбы в промысловом стаде
t_r	возраст пополнения
T_y	средний возраст особи в улове, лет
t_c	возраст первой поимки, лет
W	масса, г
Y_w	величина улова в весовом выражении
Z	коэффициент общей смертности, 1/год
φ_Z	величина действительного коэффициента общей смертности
Балтийская АЭС	Балтийская атомная электростанция
$ВПА (VPA)$	виртуально-популяционный анализ (Virtual population analysis)
ГЭС	гидро электростанция
ИАС «Рыбвод»	информационно-аналитическая система «РЫБВОД»

МВ	мальковая волокуша
НЗР	невод закидной речной
ОДУ	общий допустимый улов
РВ	рекомендованный вылов
РФ	Российская Федерация
СССР	Союз Советских Социалистических Республик

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 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. Шибяев, 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.

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

3 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.

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

5 Аполлова, Т.А. Практикум по ихтиологии: учебное пособие / Т.А. Аполлова, Л.Л. Мухордова, К.В. Тылик // - изд. 2-е, испр. и доп. - М.: МОРКНИГА, 2013, - 338 с.

6 Аристова, Т.И. Бентос Куршского залива / Т.И. Аристова // Сб. науч.тр. АтлантНИИ рыб.хоз-ва и океанографии. – Калининград, 1965. - №14. - С.19-40.

7 Архипцева, Н.Т. Промыслово-биологическая характеристика ладожской корюшки / Н.Т. Архипцева // Известия ВНИОРХ, 1956. - Т. 38. - С. 125-135.

8 Балагурова, М.В. Материалы по биологии корюшки Онежского залива Белого моря / М.В. Балагурова // Материалы по комплексному изучению Белого моря. - Вып. 1. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - С. 77-104.

9 Бауэр, О.Н. Ихтиопатология / О.Н. Бауэр // М., Пищевая промышленность, 1977. – С. 232-234.

10 Берникова, Т.А. Физико-географическая и гидрологическая характеристика. Река Неман. / Т.А. Берникова // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 115-118.

11 Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб / Р. Бивертон, С. Холт// М.: Пищевая пром-сть, 1969. – 248 с.

12 Биология и воспроизводство запасов корюшки в восточной части Финского залива [Электронный ресурс] // <http://www.opt-seafood.ru/lib/spravochnik/211208> (дата обращения: 01.02.2017 г.)

13 Богуцкая, Н.Г., Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богуцкая, А.М.Насека // М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.

14 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.

15 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.

16 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.

17 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. Шибяев // Известия КГТУ. - №60. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ». - 2021. – С. 22-31.

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

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

20 Гайгалас, К.С. Естественные нерестилища, миграционные пути промысловых рыб в дельте р. Нямунас и их современное состояние // Гидробиологические и ихтиологические, исследования внутренних водоемов Прибалтики. Вильнюс: Минтис, 1968. С. 124-127.

21 Гайгалас, К.С. Основные черты экологии и динамика промысловых уловов проходной формы европейской корюшки *Osmerus eperlanus* (L.) в заливе Куршю Марес и низовье р. Нямунас / К.С.Гайгалас, В.Т.Миштаутайте // Вопр. Ихтиологии, 1980. - Т. 20. - Вып. 4. - С. 625—634.

22 Гасюнас, И. Кормовой зообентос залива Куршю Марес / И. Гасюнас // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования. – Вильнюс, 1959. - С. 191-292.

23 Георгиев А.П. Характеристика корюшки (*Osmerus eperlanus* L.) северной (карельской) части Ладожского озера с точки зрения ее рыбохозяйственного использования / А.П. Георгиев // Научно-исследовательские публикации. - № 8 (12). - 2014. - С. 18–24.

24 Георгиев, А.П. Корюшка (*Osmerus eperlanus* L.) Онежского озера точки зрения её рыбохозяйственного использования /А.П. Георгиев // Научные дискуссии. - Т. 2. - 2014. - С.29–33

25 Георгиев, А.П. Характеристика корюшки (снетка) (*Osmerus eperlanus eperlanus morpha spirinchus* Pallas) Водлозерского водохранилища

(Карелия) с точки зрения ее рыбохозяйственного освоения. / А.П. Георгиев // Электронный научно-практический журнал «Исследования в области естественных наук» <http://science.snauka.ru/2014/12/8570>

26 Герасимов, Ю.В. Корюшка / Ю.В. Герасимов, М.Н. Иванова // Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология/ ред. Ю.В. Герасимов. РАН, Ин-т биологии внут. Вод им. И.Д. Папанина. - Ярославль: Филигрань, 2015. - С. 169-183

27 Голубкова, Т.А. Куршский залив. Физико-географическая и гидрологическая характеристика / Т.А. Голубкова // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 14-20.

28 Гордилов, Н.Ю. Эмбриональное развитие европейской корюшки / Н.Ю. Гордилов, Е.Л. Мельникова // Биология моря: сб. науч. тр. - 2006. - Вып. 6. - 136 с.

29 Гуделис, В.И. Геологические и физико-географические условия Куршю Марес и территории, окаймляющей залив / В.И. Гуделис // Куршю Марес. - Вильнюс, 1959. - С.7-40.

30 Гуляева, А.М. О корюшке Выгозерского водохранилища / А.М. Гуляева // Вопросы ихтиологии и гидробиологии внутренних вод. - Л., 1967. - Т.62. - С.164-170

31 Дмитриева, О.А. Фитопланктон. Куршский залив / О.А. Дмитриева // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 25-27.

32 Домрачев, П. Ф. Рыбы озера Ильменя и реки Волхова и их хозяйственное значение / П.Ф. Домрачев, И.Ф. Правдин // Материалы по исследованию реки Волхова и его бассейна. - Вып.10, - первый полutom. Исследования рыбных промыслов оз. Ильменя и р. Волхова. – Ч. 2. - Л. - 1926. - С.1-262.

33 Евдокимова, Е.Б. Фауна паразитов корюшки и снетка Куршского залива в устье реки Неман / Е.Б. Евдокимова, Е.В. Авдеева, С.К. Заостровцева,

А.С. Бурбах, А.Д. Карбан// Известия Калининградского государственного технического университета. - 2018. - №50. - С. 57-65.

34 Евдокимова, Е.Б. Экологические особенности паразитофауны корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* Linnaeus, 1758) Куршского залива / Е.Б. Евдокимова, Е.В. Авдеева, С.К. Заостровцева // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: II междунар. науч.- практ. конф. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2014. - С. 92-95.

35 Жуков, П.И. Рыбы Белоруссии / П.И. Жуков // - Минск: Ураджай, 1965. - 416 с.

36 Засосов, А.В. Теоретические основы рыболовства / А.В. Засосов // М.: Пищевая пром-сть, 1976. - 312 с.

37 Ивлев, В. С. Метод оценки популяционной плодовитости рыб / В. С. Ивлев // Тр. Латв. отд-ния ВНИРО. - 1953. - Т. 1.- С. 37-42.

38 Касперовичене, Ю.Р. Диатомовые водоросли в пресноводных водоемах Литвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук: Вильнюс: Институт ботаники, 1990. - 20 с.

39 Кесминас, В. Река Неман. Ихтиофауна / В. Кесминас, Р. Репечка, К.В. Тылик // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. - С. 123-126.

40 Кирлис, В. Функциональные изменения экосистемы северной части Куршского залива / В. Кирлис, А.И. Гярулайтис // Биологические ресурсы водоемов Балтийского моря. Материалы 22 научной конференции по изучению водоемов Прибалтики. - Вильнюс: Инс-тут зоологии и паразитологии АИ Лит.ССР, 1987. - С. 75-76.

41 Кирпичников, В.С. Биолого-систематический очерк корюшки Белого моря / В.С./ Кирпичников /, Чешской губы и реки Печоры. - М.: Агрометеиздат, 1935. - 186 с.

42 Кожевников, Г.П. Прогнозы нерестового хода и уловов невской корюшки / Г.П. Кожевников // - Научно-техн.бюлл. ВНИОРХ, 1956. - № 1-2. С. 61-63.

43 Корляков, К.А. Некоторые особенности биологии корюшки озера Большой Кисегач / К.А. Корляков, В.В. Речкалов // Известия Челябинского научного центра. - вып. 3 (37). - 2007. - С.72-74

44 Крылова, О.И. Сезонная изменчивость фитоценоза Куршского залива / О.И. Крылова // Исследования биологических ресурсов Атлантического океана: Сб.науч. тр.- Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 1980. - С. 25-42.

45 Крылова, О.И. Функционирование планктона и бентоса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря в связи с их экологическими различиями / О.И. Крылова /Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 1985. - 225 с.

46 Крылова, О.И. Функционирование планктона и бентоса Куршского и Вислинского залива Балтийского моря в связи с их экологическими различиями: автореф. дис. ... канд.биол.наук / Крылова Ольга Иннокентьевна. – М., 1984. - 23 с.

47 Кудерский, Л.А. О появлении корюшки в Сямозере (Южная Карелия) / Л.А. Кудерский // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. - Сборник №14. Л., 1976. - С.18-29.

48 Лукин, А.А. Современное состояние ихтиофауны выгозерского водохранилища / А.А. Лукин, Д.Э. Ивантер, Д.С. Беляев // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - № 2. – 2013. - С.16-22.

49 Лунева, Е.В. Биоэкологическая характеристика комплексного прогнозируемого воздействия Балтийской АЭС на экосистему реки Неман: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08/ Лунева Елена Владимировна. – Тюмень., 2018. – 223 с.

50 Манюкас, И. Ихтиофауна, состояние запасов и промысел рыб в заливе Кюршюмарес / И. Манюкас // Куршюмарес. Итоги комплексных исследований. - Вильнюс, 1959. - 403 с.

51 Маркова, Л.П Реки / Л.П Маркова // Калининградская область: очерки природы. - Составитель Д.Я. Беренбейм. - Калининград. - Янтарный сказ, 1999. - С. 69-84.

52 Масюткина, Е.А. Оценка экологического состояния водных объектов Калининградской области на основе структурно-функциональных и индикаторных свойств зообентоса: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Масюткина Елена Андреевна. – Тюмень: ФГБОУ ВО «ГАУСЗ». - 2018. – 18 с.

53 Михин, В.С. Очерк рыбного хозяйства на Финском заливе / В.С. Михин, О.П. Антипова // - Изв. ВНИОРХ, 1932. - т.15. – С. 3-109.

54 Моисеев, П.А. Ихтиология / П.А. Моисеев, Н.А. Азизова, И.И. Куранова//. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 384 с.

55 Науменко, Е.Н. Видовой состав зоопланктона Куршского залива Балтийского моря / Е.Н. Науменко // Сб.науч.тр. АтлантНИИ рыб.хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1994. - С.20-31.

56 Науменко, Е.Н. Зоопланктон / Е.Н. Науменко // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 32-34.

57 Науменко, Е.Н. Многолетняя динамика и современное состояние зоопланктона. / Е.Н. Науменко // Изучить и оценить влияние применения удобрений на эвтрофирование Куршского и Вислинского заливов и его биологические исследования: Отчет НИИ. - АтлантНИИ рыб.хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1990. - С. 52-57.

58 Науменко, Е.Н., Биологическое состояние популяции снетка Куршского залива в связи с развитием кормовой базы /Е.Н. Науменко, Е.Д. Носкова // Экологические рыбохозяйственные исследования в Атлантическом океане и юго-восточной части Тихого океана: Сб. науч. тр. - Атлант.НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Калининград. 1988. С. 107-117.

59 Никольский, Г.В. Теория динамики стада рыб / Г.В. Никольский // М.: Наука, 1974. - 447 с.

60 Никольский, Г.В. Частная ихтиология: Учебник. / Г.В. Никольский // М.: Советская наука, 1970. - С.175-177.

61 Носкова, Е.Д. Биология снетка *Osmerus eperlanus eperlanus* m. *spirinchus* (Pallas) и колебания его численности в Куршском заливе Балтийского

моря: дис. ... канд. биол. наук. / Носкова Елена Дмитриевна. - Калининград, 1968. - 238 с.

62 Носкова, Е.Д. Жизненный цикл снетка / Е.Д. Носкова // Сырьевая база Курского залива и пути ее рационального использования. - Калининград: АтлантНИРО, 1971. - С. 34-38.

63 Оленина, И.А. Видовой состав фитопланктона залив Куршю Марес и прибрежной зоны юго-восточной части Балтийского моря / И.А. Оленина // Botanica Lithuanica, 1996. - № 2(3). - С. 259-300.

64 Осадчий, В.М. Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе: дисс... канд. биол. наук./ Осадчий Виктор Михайлович. - Калининград, 2000. - 175 с.

65 Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин // М., 1966. - 375 с.

66 Рикер, У.Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб / У.Е. Рикер // М.: Пищ. про-сть, 1979. - 408 с.

67 Рудинская, Л.В. Зообентос / Л.В. Рудинская, А. Бубинас, Г. Вайтонис // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. - С. 34-37.

68 Руйгите, Ю.К. Морфо-экологическая характеристика и возможности промыслового использования густеры (*Blicca bjoerkna* L.) Вислинского залива Балтийского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук/ Руйгите Юлия Казимировна. - Калининград, 2009. 24 с.

69 Рябчун, В.А. Современное состояние популяции корюшки европейской *Osmerus eperlanus* (L.) в Куршском заливе и использование адаптивных моделей для прогнозирования рекомендованного вылова / В.А. Рябчун, К.А. Подгорный, Т.А. Голубкова // Труды АтлантНИРО. - 2020. - Том 4. - №1(9). - Калининград: АтлантНИРО. - С.94-115.

70 Семенова, С.Н. Современное состояние альгофлоры Калининградской области / С.Н. Семенова, М.М. Хлопников // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в Балтийском море в 1996-1997 годах. - Сб. науч.

Трудов. - Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 1998. - С. 96-129.

71 Семенова, С.Н. Состояние фиоцена Куршского залива Балтийского моря на рубеже XX-XI веков / С.Н. Семенова, В.А. Смыслов // Гидробиологические исследования в бассейне Балтийского моря, Атлантическом и Тихом океанах на рубеже тысячелетий. - Сб. науч. трудов к 40-летию Калининградского отделения Гидробиологического общества РАН. – Калининград, 2005. - С. 17-63.

72 Сенин, Ю.М. Гидрохимические условия. Куршский залив / Ю.М. Сенин // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – с. 20-24.

73 Смирнова-Стефановская, А.М. Морфологическая и биолого-экологическая характеристика корюшки озер Карелии: автореф. дис. канд. биол. наук, / Смирнова-Стефановская А.М.- Петрозаводск, 1967. - 20 с

74 Смирнова-Стефановская, А.Ф. Систематические и биологические особенности корюшки Сегозерского водохранилища / А.Ф. Смирнова-Стефановская // Труды Карельского отделения ГосНИОРХ. - Т. IV. - Вып. 2. - Петрозаводск, 1966. - С. 110-114.

75 Стефановская, А.Ф. Корюшка как объект для повышения рыбопродуктивности озер Карелии / А.Ф. Стефановская // Рыбное хоз-во Карелии. - Вып. 7. - Петрозаводск, 1958 С. 79-91.

76 Тылик, К.В. Ихтиофауна водоёмов Калининградской области / К. В. Тылик// Калининград, 2003. - 135 с.

77 Тылик, К.В. Рыбы трансграничных районов России и Литвы / К. В. Тылик// Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2007. - 127 с.

78 Унанян, Ю.М., О размножении и развитии беломорской корюшки / Ю.М. Унанян, С.Г. Соин // Вестн. МГУ: Сер. биол. и почвовед. - 1963. - № 4. - С. 25–37.

79 Уселите, С.И. Фитопланктон залива Куршю Марес и его сезонная динамика / С.И. Уселите // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования. - Вильнюс. - АН ЛитССР. - Институт биологии, 1959. - С.139-163

80 Федеральное агентство по рыболовству. "Об организации работ по предоставлению в пользование водных биологических ресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается, а также организации контроля за освоением объемов их добычи (вылова)". Приказ Росрыболовства N 287 от 18.04.2013 (ред. от 25.10.2017). 103 с

81 Федорова, Г.В. Белозерская форма озерной корюшки: автореф. дис. канд. биол. наук/ Федорова Г.В.. – ВНИОРХ, 1953. - 24 с.

82 Хлопников, М.М. Промысловая характеристика ихтиофауны / М.М. Хлопников, Т.А. Голубкова, А. Репечка // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008.– С. 77-88.

83 Черепанова, Н.С. Рыбохозяйственная характеристика корюшки (*Osmerus eperlanus* L.) Выгозерского водохранилища (Карелия) / Н.С. Черепанова, А.П. Георгиев // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2014. № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://agro.snauka.ru/2014/11/1671> (дата обращения: 30.05.2016).

84 Черепанова, Н.С. Рыбохозяйственная характеристика массовых промысловых рыб (ряпушка, корюшка) Топо-пяозерского (Кумского) водохранилища / Н.С. Черепанова, А.П. Георгиев // Научно-исследовательские публикации. - Серия: Природа и экология Земли. - Выпуск № 11 (15). – 2014. - С. 24-31

85 Чугунова, Н.И. Руководство по методике определения возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова // М.: Изд-во АН СССР, 1959. - 158 с.

86 Шестаков, В. О биологии европейской корюшки в Пярнуской бухте/ В. Шестаков // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - 1967. - Т.3. - С. 113-118

87 Шибает С.В. Рост, баланс энергии и обеспеченность пищей леща Чебоксарского водохранилища / С.В. Шибает // Сб. науч. тр. – ГосНИОРХ, 1987. - № 276. - С 93-109.

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

89 Шибает, С.В. Закономерности функционирования и пути рационального использования популяции леща Чебоксарского водохранилища: дис. ... канд.биол.наук. / Шибает Сергей Вадимович. – Л., 1986. - 210 с.

90 Шибает, С.В. Нерестовой ход корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реках бассейна Куршского залива / С.В.Шибает, А.В.Соколов, К.В. Тылик, Л.В. Свирина, М.А. Смирнова, В.А. Шкицкий // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта . - 2012. - Вып. 7. - С.91-96.

91 Шибает, С.В. Оценка репродуктивной способности популяции рыб / С.В. Шибает //Тр. ГосНИОРХ. - Л., 1987. - Вып. 266. - С. 101-117

92 Шибает, С.В. Промысловая ихтиология / С.В. Шибает. – Калининград: ООО «Аксиос», 2014. – 535 с.

93 Шибает, С.В. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях / С.В. Шибает. – Калининград: КГТУ, 2004. – 315 с.

94 Шибает, С.В. Структура и функции интегрированной региональной информационной системы контроля и управления водными биоресурсами / С.В.Шибает, К.В. Тылик, В.М. Осадчий, Л.С. Федоров // VIII съезд ГБО РАН: тезисы докладов. - Калининград, 2001. – Т. 2. – С. 211.

95 Шибаета, М.Н., Бубинас А., Вайтонис Г. Река Неман. Зоопланктон и зообентос / М.Н. Шибаета, А. Бубинас, Г. Вайтонис // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 120-123.

96 Шокель, К.Ю. Биологические характеристика корюшки (*Osmerus eperlanus 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.

97 Янкявичюс, К. Уровень эвтрофирования залива Куршю-Марес / К. Янкявичюс, А. Баранаускаене, А. Антаниене, С. Будрене, С. Мажекайте, Г. Шлапкайсайте, Р. Шулиене, И. Трайнаускайте, Г. Янкавичюте // *Ecologija*. - 1993. - №2. - С. 25-31

98 Belyanina, T.N. (ed.) 1959: Synopsis of biological data on smelt *Osmerus eperlanus* (Linnaeus) 1758. / T.N. Belyanina // *FAO Fisheries Synopsis*'78, 1959. - Rome. – 66 p.

99 Bertalanffy, L. A quantitative theory of organic growth / L. Bertalanffy // *Human biology*. – 1938. – V.10. – pp. 181-213.

100 Doherty, D. The Ecology and Conservation of European Smelt (*Osmerus eperlanus* L.) from Waterford Estuary, in Southeastern Ireland /D Doherty, T.K. ., McCarthy// *Biology and environment: Proceedings of the royal Irish academy*, 2004 - VOL. 104B. - NO. 2. – pp.125-130.

101 Gaigalas, K. Fish and fishery / K. Gaigalas, A. Gerulaitis, R. Krotas, J. Maniukas // *Nemunas River*. - 2. -Vilnius, 1978. - 200 p.

102 Gaigalas, K. Kuršių marių baseino žuvys ir žvejyba. / K. Gaigalas // *Klaipėda*. - Eglė, 2001. – 369 p.

103 Geraghty, F. Studies on smelt *Osmerus eperlanus* (L.) and Pollan *Coregonus autumnalis pollan* (Pallas) from the River Shannon, with particular reference to their parasite assemblages / F. Geraghty // - Unpublished BS. - 1996

104 Graaf, M. Annual report ant smelt 2010./ Institute for marine resources and ecosystem studies / M. Graaf, M. Keller // (Hons) thesis, University College, Galway. – Wageningen, 2010. - 22 pp.

105 Kesminas, V. Human impact on fish assemblages in the Nemunas River, Lithuania / V. Kesminas, R. Repecka // *ArchivfürHydrobiologie*. - Supplement 155 (Large Rivers 15), 2005. – pp. 275-288.

106 Lee, R.W. A review of the methods of age and growth determination / R.W. Lee // *Fishery journal of investigation*. – 1920. - V.2 (4)

107 Lillelund, K. (1961). Untersuchungen über die Biologie und Populationsdynamik des Stintes *Osmerus eperlanus* (Linnaeus, 1758) der Elbe / K. Lillelund // Arch. FischWiss, 1961. – 128 p.

108 Olenina, I. Use of phytoplankton data for typology and identification of reference condition in the coastal waters: the Lithuanian case study / I. Olenina // 5th Baltic Sea Congress The Baltic Sea changing ecosystem Sopot. Poland 20-24 June. - 2005. - pp. 307

109 Pope, J.G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis / J.G. Pope // Research Bulletin ICNAF, 1972/ - t.9. - pp.65-74.

110 Repečka, R. Biology and resources of the main commercial fish species in the Lithuanian part of the Curonian Lagoon / R. Repečka // Freshwater fish and the herring population in the coastal lagoons Environment and fisheries. - Proceedings of Symposium - Sea Fisheries Institute.-Gdynia,1999. - pp. 185–195.

111 Repečka, R. Monitoring of abundance and biological characteristic of migratory fish species (Salmon, Sea trout, Vimba and Smelt) in the beginning of spawning migration. Summary / R. Repečka, A. Gerulaitis // Žuvininkystė Lietuvoje. – 1994. – t. 1. – pp. 47-48

112 Ricker W.E. Farther notes on fishing mortality and effort / W.E. Ricker // Copeia, 1944. - (1). - pp.23-44.

113 Schmidt-Reise, H. Untersuchungen zur Kenntnis des Peladiales eines Strangewassers (Kurisches Haff) / H. Schmidt-Reise // Zeitschriften für Fischerei und deren Hilfswissenschaften. - 1940. - Bd. 6. - H. 2. - 325 p.

114 Shpilev, H. Smelt (*Osmerus eperlanus* L.) in the Baltic Sea / H. Shpilev, E. Ojaveerb, A. Lankova // Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol., 2005, 54, 3, 230-241

115 Svagždys, A. Impact of environmental conditions on smelt catch fluctuations in the Nemunas River and the Curonian Lagoon / A. Svagždys // Ekologija. - 2009. - vol. 55. - No. 3–4. - pp. 204–214

116 Szida, L. Beiträge zur Faunistik und Biologie des Kurisches Haff / L. Szida // Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zur Königsbergi Pr. – 1926. – Bd. 65. - H 1. pp. 5-31.

117 Verbickas, J. Lietuvos zuvys / J. Verbickas // Vilnius. - 2000.- 150 p.

118 Walford, L.A. A new graphic method of describing the growth of animals / L.A. Walford // Biol. Bull. – 1946. - V.90 (2). - pp. 141-147

119 Willer, A. Vergleichende Untersuchungen an den Strandgewässern / A. Willer // Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie. – Stuttgart, 1931. - Bd. 5, - Teil. 1. - pp. 3-35.