

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» ( «КаспНИРХ» )  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт  
проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской Академии  
Наук» («ИПЭЭ РАН»)

FEDERAL AGENCY FOR FISHERY  
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE

Russian Federal “RESEARCH INSTITUTE OF FISHERIES AND  
OCEANOGRAPHY”(VNIRO)

VOLGA-CASPIY BRANCH OF VNIRO (CASPNIRH)

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Russian Academy of Science

I.A. Safaraliev, G.I. Ruban, T.I. Bulgakova

**CASPIAN STELLATE STURGEON:  
DISTRIBUTION, THE STOCK ASSESSMENT  
AND RESTORATION SCENARIOS  
FOR THE VOLGA POPULATION**

Moscow  
VNIRO Publishing  
2019

И.А. Сафаралиев, Г.И. Рубан, Т.И. Булгакова

**КАСПИЙСКАЯ СЕВРЮГА:  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ОЦЕНКА ЗАПАСА  
И СЦЕНАРИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
ВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ**

Москва  
Издательство ВНИРО  
2019

**Редакционный совет ФГУП ВНИРО:** д-р биол. наук *Глубоковский М.К.*, д-р геогр. наук *Масленников В.В.*, д-р биолог. наук *Котляр А.Н.*, д-р биол. наук *Карпинский М.Г.*

**Рецензенты:** д-р биол. наук, проф., начальник отдела аспирантуры и докторантуры Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») **Е.В. Микодина**;

д-р биол. наук, главный научн. сотр. Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова» (ИЭЭП РАН) **В.Г. Петросян**

**Сафаралиев И.А., Рубан Г.И., Булгакова Т.И.**

Ca12 Каспийская севрюга: распределение, оценка запаса и сценарии восстановления волжской популяции. — М.: Изд-во ВНИРО, 2019. — 156 с.

Рассмотрены закономерности сезонного распределения севрюги (*Acipenser stellatus*, Pallas, 1771) в Каспийском море и влияние на него ряда биотических и абиотических факторов. Проведен ретроспективный анализ динамики запаса волжской популяции севрюги, а также меры регулирования его в прошлом и сохранения запаса в настоящее время, оценен объем браконьерского изъятия в Волго-Каспийском районе. Представлены методы оценки и прогнозирования запаса севрюги волжской популяции в условиях дефицита информации, смоделированы возможные сценарии восстановления запаса при разных уровнях нелегального изъятия и искусственного пополнения. Монография может быть полезна для ихтиологов, экологов, студентов, аспирантов, специалистов рыбного хозяйства и в области управления водными биоресурсами.

**I.A. Safaraliev, G.I. Ruban, T.I. Bulgakova**

Caspian stellate sturgeon: distribution, the stock assessment and restoration scenarios for the Volga population. — М.: VNIRO Publishing, 2019. — 156 p.

The monograph discusses the patterns of the seasonal distribution of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*, Pallas, 1771) in the Caspian Sea and the influence of biotic and abiotic environmental factors on it. A retrospective analysis of stellate fishing in the Caspian basin and the dynamics of the Volga stock is carried out. The measures taken to regulate fishing in the past and preserve the stock at the present time are considered. The poaching catch in the Volga-Caspian region is estimated. Methods for assessment and forecasting the Volga stellate stock under data-limited conditions are presented. Possible scenarios of stock recovery at different levels of poaching catch and artificial enhancement are modeled.

The monograph may be useful for ichthyologists, ecologists, students, graduate students, fishery specialists and aquatic bioresources management specialists.

© Сафаралиев И.А., Рубан Г.И., Булгакова Т.И.

© Издательство ВНИРО, 2019

© Safaraliev I.A., Ruban G.I., Bulgakova T.I.

© VNIRO Publishing, 2019

# ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	7
ВВЕДЕНИЕ .....	8
<b>ЧАСТЬ I. Распределение севрюги в Каспийском море .....</b>	<b>13</b>
ГЛАВА 1. Физико-географическая характеристика Каспийского моря .....	13
ГЛАВА 2. Общие сведения о миграциях осетровых в Каспийском море .....	20
ГЛАВА 3. Закономерности распределения севрюги в Каспийском море в XX веке .....	25
3.1. Распределение севрюги в 1930–1990-е годы .....	25
ГЛАВА 4. Закономерности распределения севрюги в Каспийском море в начале XXI века .....	32
4.1. Материал и методы .....	32
4.2. Сезонное распределение севрюги в Каспийском море .....	39
4.3. Межгодовые изменения сезонного распределения плотности скоплений севрюги .....	54
ГЛАВА 5. Влияние факторов среды на распределение севрюги в Каспийском море .....	63
5.1. Общие сведения о влиянии факторов среды на распределение севрюги в Каспийском море .....	63
5.2. Связь распределения севрюги с количественными и качественными характеристиками зообентоса, температурой и соленостью воды в мелководной северной части Каспийского моря в летний период .....	67
5.3. Связь сезонного распределения плотности скоплений севрюги с температурой воды в Каспийском море .....	74
<b>ЧАСТЬ II. Состояние запасов севрюги в Волго-Каспийском районе, их освоение и перспективы сохранения .....</b>	<b>83</b>
ГЛАВА 6. Промысел севрюги в Каспийском бассейне, динамика запаса в Волго-Каспийском районе, меры регулирования ее промысла и сохранения запаса .....	83
6.1. Материалы и методы .....	83
6.2. Динамика промысла севрюги в Каспийском бассейне и меры его регулирования .....	83
6.3. Динамика нерестового запаса севрюги в Волго-Каспийском районе .....	91
ГЛАВА 7. Оценка незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла севрюги в Волго-Каспийском районе .....	94
7.1. Материал и методы .....	94
7.2. Оценка незаконного, несообщаемого и нерегулируемого промысла севрюги в Волго-Каспийском районе .....	96

---

Глава 8. Оценка состояния запасов севрюги в условиях запрета промысла и дефицита информации . . . . .	106
8.1. Методы оценки запасов осетровых в Каспийском бассейне . . . . .	106
8.2. Оценка нерестового запаса севрюги экспертным методом с использованием коэффициента промыслового возврата . . . . .	108
8.3. Модель запаса севрюги волжской популяции по методу DB-SRA . . . . .	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	135
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	139

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- КаспНИРХ — Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
КПВ — коэффициент промыслового возврата  
НИР — научно-исследовательские работы  
ННН-промысел — незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел  
НЭБ — научно-экспериментальная база  
ОДУ — общий допустимый улов  
ООН — Организация Объединенных Наций  
ОРЗ — осетровый рыболовный завод  
РФ — Российская Федерация  
Росрыболовство — Федеральное агентство по рыболовству  
ФГБНУ «ВНИРО» — федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
ФСБ России — Федеральная служба безопасности Российской Федерации  
CITES — Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora  
DB-SRA — Depletion-Based Stock Reduction Analysis  
 $V_{MSY}$  — биомасса запаса, обеспечивающая теоретически возможный максимальный устойчивый улов  
FAO — Food and Agriculture Organization  
 $F_{MSY}$  — величина промысловой смертности, обеспечивающая теоретически возможный максимальный устойчивый улов  
MSY — теоретически возможный максимальный устойчивый улов, который можно получить от запаса  
TACIS — Technical Assistance for the Common wealth of Independent States

## ВВЕДЕНИЕ

Наиболее продуктивным и важным источником осетровых рыб в XX столетии был бассейн Каспийского моря. В 1901–1903 гг. в СССР уловы каспийских осетровых достигали 35–39 тыс. т (Коробочкина, 1964), а в 1970-х гг. — 28,86 тыс. т при среднем значении 22,1 тыс. т. Большую часть осетровых (до 90%) вылавливали в р. Волга и около 10% в реках Урал, Кура, Терек (Stolberg et al., 2006; Ходоревская и др., 2007а). Начиная с 1980-х годов, состояние популяций осетровых начало ухудшаться, сократилась их численность. Если общая численность русского осетра (*Acipenser gueldensataedtii* Brandt 1833) и севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) в 1968 г. насчитывала 192,2 млн экз. (Легеза, 1975), то в 1983 г. — 114,72 млн экз., в 1999 г. общая численность русского осетра, севрюги и белуги (*Huso huso* Georgii 1775) — 52,3 млн экз. (Власенко, 2001).

Для предотвращения исчезновения осетровых как наиболее ценных промысловых видов рыб в Каспийском бассейне Правительство Российской Федерации приняло последовательно ряд ограничительных мер. В 2000 г. был запрещен специализированный промысел русского осетра и севрюги, изъятие белуги разрешалось только для воспроизводства и научно-исследовательских работ (НИР). С 20 июля до конца 2001 г. был запрещен промысел всех видов осетровых в дельте р. Волга, а также в устьевых пространствах других рек бассейна Каспийского моря, вылов разрешался только для научно-исследовательских целей (НИР) и искусственного воспроизводства на осетровых рыбодонных заводах (ОРЗ).

В период с 2002 по 2004 гг. квота вылова на русского осетра и севрюгу выделялась в качестве прилова при промысле частиковых рыб, что фактически означало продолжение коммерческого лова. С 2005 г. вылов осетровых осуществляется только для целей НИР и искусственного воспроизводства, что привело к резкому сокращению общего изъятия осетровых.

К сожалению, остановка в 2005 г. промысла осетровых (во многих публикациях называемая «мораторий», термин, используемый в международной переговорной практике на заседаниях Межправительственной комиссии по водным биологическим ресурсам Каспийского моря), не принесли положительных результатов. С 2005 по 2014 гг. их суммарная численность в северо-западной части и на западном склоне средней части Каспийского моря сократилась с 22,931 до 9,135 млн экз. (Довгопол и др., 2015).

Критическое состояние запасов осетровых обусловлено нарушением условий их естественного размножения и нагула, возросшими масштабами браконьерства, нерациональной хозяйственной деятельностью человека, которая ведется без учета закономерностей формирования запасов и интересов рыбного хозяйства.

Строительство плотин многократно сократило площадь нерестилищ и протяженность миграционных путей производителей. После зарегулирования стока Волги в 1955–1958 гг. масштабы естественного воспроизводства осетровых зависели преимущественно от объема попуска воды в весенне-летний период через Волгоградскую плотину, который определял площадь оставшихся ниже плотины нерестилищ. В 80–90-х гг. на естественное воспроизводство осетровых значительное влияние оказывало антропогенное загрязнение бассейна, вследствие которого наблюдались массовые патологии развития яичников и яйцеклеток, существенно снижающие плодовитость особей. После 1991 г. объем стока уже не был лимитирующим фактором: количество личинок, скатывающихся с этих нерестилищ, значительно уменьшилось и зависело от количества пропущенных на них производителей. В этот период масштабы естественного воспроизводства осетровых быстро сокращались вследствие уменьшения нерестовых частей популяций исследованных видов и доли самок в них из-за массивированного нелегального селективного промысла, а также снижения плодовитости производителей, связанного с уменьшением их размеров, и абсолютной плодовитости у одноразмерных самок. Последнее связано с ухудшением условий нагула осетровых на фоне снижения их кормовой базы в северной части Каспийского моря и повышения загрязненности вод тяжелыми металлами, хлорорганическими соединениями и нефтью. В настоящее время естественное воспроизводство волжских осетровых находится на катастрофически низком уровне, а естественное размножение белуги практически прекратилось с 2009 г. (Рубан и др., 2017).

Севрюга являлась вторым по промысловому значению видом осетровых в Каспийском бассейне после русского осетра. Исследования закономерностей формирования ее запасов, включая численность, возрастную и размерную структуру популяций, соотношение полов, пространственное распределение и пути миграций в Каспийском море, многолетние и сезонные изменения распределения, а также связь распределения севрюги с рядом абиотических и биотических факторов посвящено много публикаций (Борзенко, 1932, 1942, 1961, 1964; Легеза, 1968,

1969, 1972, 1973, 1975, 1989; Коробочкина, 1970; Пискунов, 1965; Пальгуй, 1984, 1986; Сливка и др., 1982а; Власенко, 1982, 1989, 2001; Зыкова, 2004а; Ходоровская и др., 2007а). Были исследованы биологические характеристики нерестовой части популяции севрюги, динамика ее нерестовой миграции в р. Волга и влияние антропогенных факторов на формирование запасов этого вида (Шубина, 1972, 1974; Сливка, 1974; Довгопол, 1989; Распопов и др., 1993; Распопов и др., 1995; Распопов и др., 2000; Распопов, 2001; Вещев и др., 2007). Ряд работ был посвящен естественному воспроизводству севрюги и его вкладу в пополнение ее популяции, уточнению коэффициента промыслового возврата (КПВ) (Вещев, 1986, 1989). Был также оценен коэффициент промыслового возврата (КПВ) от искусственного воспроизводства севрюги (Буханевич и др., 1984, 1986а, 1986б).

Несмотря на значительное количество публикаций по экологии, миграциям, пространственному распределению и формированию запасов севрюги, остаются недостаточно изученными особенности ее распределения в водах иранского побережья, сезонная динамика распределения в Каспийском море в последние десятилетия и комплексное влияние абиотических и биотических факторов на ее распределение в море.

Вследствие относительно недавнего введения запрета на промысел каспийских осетровых (2000 и 2005 гг.) и отсутствия Всекаспийских международных осетровых съемок в последнее десятилетие резко сократился сбор научных материалов для оценки запасов этих видов. В этих условиях традиционные методы оценки запасов — математические модели, основанные на данных по возрастной структуре осетровых, в уловах неприменимы.

В связи с этим целью настоящей работы являлось выявление закономерностей современного распределения севрюги в Каспийском море, его экологических аспектов, связанных с комплексным влиянием абиотических и биотических факторов, и совершенствование методов оценки запаса ее волжской популяции в условиях недостаточности информации.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность руководству Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») за предоставленную возможность сбора, обработки и использования полевого материала; сотрудникам структурных подразделений КаспНИРХ лабораторий естественного воспроизводства рыб, гидробиологии и аквакультуры, предоставившим дополнительный материал.

Отдельную благодарность авторы выражают М.К. Глубоковскому, Р.П. Ходоревской, И.Н. Лепилиной, С.В. Шипулину, А.Д. Власенко и Г.Ф. Довгопол за поддержку и советы при написании книги и всем коллегам лаборатории осетровых рыб КаспНИРХ за помощь в сборе материала.

# ЧАСТЬ I. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

## ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Каспийское море — уникальный изолированный водоем, расположенный на границе Европы и Азии. К его берегам имеют выходы Российская Федерация, Азербайджанская Республика, Исламская Республика Иран, республики Казахстан и Туркменистан. Протяженность их береговой линии неодинакова (табл. 1). По формальным признакам Каспийское море — это бессточное озеро. Однако, учитывая его геологическую историю, большие размеры, солоноватые воды и гидрологический режим, сходный с морским, а также наличие среди его обитателей многих представителей не только речной, но и морской фауны, этот водоем называют морем.

Несмотря на то, что по географическим и гидрологическим параметрам Каспийское море является озером, его международно-правовой статус до 2018 г. был не определен. В ходе многочисленных переговоров, конференций и четырех саммитов прикаспийских государств (Ашхабадский саммит 23–24 апреля 2002 г., Тегеранский саммит 16 октября 2007 г., Бакинский саммит 18 ноября 2010 г. и Астраханский саммит 29 сентября 2014 г.) согласия о статусе Каспийского моря прикаспийским странам достичь не удавалось (Гасымзаде, 2015).

По итогам Пятого каспийского саммита, состоявшегося 12 августа 2018 г. в г. Актау, Казахстан, главы государств Азербайджана, Ирана, Казахстана, России и Туркменистана подписали Конвенцию о правовом статусе Каспийского моря. Положения Конвенции определяют Каспийское море как «окруженный сухопутными территориями Сторон водоем» (Конвенция ..., 2018), то есть Каспийское море не считается ни морем, ни озером. Таким образом, к Каспийскому морю не применяются Конвенция ООН по морскому праву 1982 года и принципы разделения дна, используемые в отношении трансграничных озер. Это объясняется набором специфических географических, гидрологических характеристик. Каспийское море представляет собой внутриконтинентальный водоем, который не имеет прямой связи с Мировым океаном, и поэтому не может рассматриваться в качестве моря.

Таблица 1. Физические параметры Каспийского моря  
(Николаева, 1986; Зонн, 1999; Катунин, 2014)

Площадь, км <sup>2</sup>	Общая	344100–433900
	Северная часть	61800–141000
	Средняя часть	137000–139100
	Южная часть	145300–153800
Объем, км <sup>3</sup>	Общий	77328–79883
	Северная часть	251–856
	Средняя часть	26165–27170
	Южная часть	50912–51857
Протяженность, км	С севера на юг	1204–1225
	С запада на восток	330 (средняя)
Протяженность береговой линии, км	Общая	6500–6700 км, с островами до 7000 км
	Российская часть	755
	Казахстанская часть	2300
	Туркменская часть	1200
	Азербайджанская часть	600
	Иранская часть	724
Соленость, ‰	Общая (средняя)	12,85
	Северная часть	5–10
	Средняя часть	12,7
	Южная часть	13,0

По количеству принимаемых Каспийским морем пресных вод водоем занимает первое место среди озер мира (Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли, 1974). Море вытянуто в субмеридиональном направлении, его протяженность 1204–1225 км, а с запада на восток 330 км (табл. 1). На большей его части (62,2%) глубина не превышает 100 м, а на 44% площади моря, принадлежащих мелководной северной его части,— 10 м (Николаева, 1986).

В Каспийское море впадают реки: Волга, Урал, Терек, Кура и др. Из них наибольший сток дает р. Волга (табл. 2), он играет определяющую роль в формировании трансрегрессий и регрессий моря, уровня его солености и биопродуктивности. Вынос биогенных веществ волжскими водами создает благоприятные условия для жизнедеятельности гидробионтов. Изменяющийся объем стока оказывает влияние на всю трофическую структуру северной части Каспийского моря, определяет соотношение состава планктона и зообентоса и изменяет в большую или в меньшую сторону ее рыбопродуктивность (Салманов, 1999; Катунин, 2014).

Таблица 2. Годовой сток рек в Каспийское море (Катунин, 2014)

Река	Годы наблюдений	Сток воды, км <sup>3</sup> /год	% от общего стока рек
Волга	1881–2010	246,2	82,7
Урал	1936–2005	8,3	2,8
Терек	1930–2005	7,8	2,6
Сулак	1925–2004	4,8	1,6
Реки междуречья Сулак-Самур	1936–1965	0,3	0,1
Самур	1966–1995	1,62	0,5
Реки междуречья Самур-Кура	1936–1965	0,9	0,3
Кура	1936–1988	15,0	5,0
Реки междуречья Кура-Астара	1936–1965	0,6	0,2
Реки нагорья Ирана	1936–1981	12,5	4,2
Всего	–	298,0	100,0

Каспийское море, возникшее около 6 млн лет назад на месте Понтического бассейна, имеет сложную геологическую историю. За последние 3 млн лет этот уникальный бассейн то распространялся от подножий Эльбруса до Вятки и Камы и от Чёрного моря до Аральского, то сокращался до размеров Азовского моря (рис. 1). Этот период насчитывает до 20 ритмик с возрастающей частотой в последний миллион лет, на который приходится 16 пиков уровня моря. За последние 10 тыс. лет максимальная амплитуда колебаний уровня составила до 25 м и до 15 м — за последние 2,5 тыс. лет. В доисторический период причинами изменений уровня Каспийского моря были тектонические и климатические процессы (Латыпов, 1997; Свиточ, 2016).

В исторический период наиболее высокая отметка уровня Каспийского моря была зафиксирована в 1805 г. и составила –22 м по Балтийской системе (БС). В 1932 г. уровень моря был –26,2 м БС и до 1977 г. он снижался до отметки –28,92 м БС (Алигаджиев, 1989). Далее последовало повышение уровня Каспийского моря до –27,22 м БС в 2009 г. (Катунин, 2014).

В настоящее время на уровень моря влияют пять факторов (Зонн, 1997, 1999):

1. Нарушение режима стока рек в результате деятельности человека.

2. Нарушения атмосферной циркуляции, в частности, вследствие изменения солнечной активности.

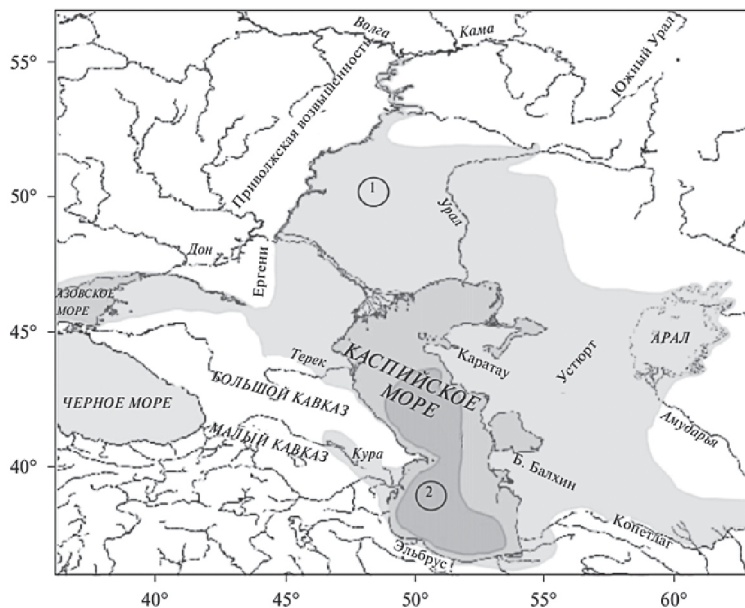


Рис. 1. Карта-схема максимального (1) и минимального (2) развития водоемов Большого Каспия (Свиточ, 2016)

3. Изменения объема чаши моря и изменение водообмена через дно моря.

4. Тектонические движения земной коры.

5. Изменения климата в пределах бассейна моря.

Будущие изменения уровня Каспийского моря не ясны. Одни ученые считают, что море пребывает в регрессивной стадии, осложненной небольшим поднятием уровня (Осика, 1995; Свиточ, 2016), а другие, что море находится в стадии трансгрессии при кратковременном снижении уровня моря (Клиге, 1997; Абдусаматов и др., 2004).

По морфологическому строению и физико-географическим особенностям Каспийское море делят на три части: северную, среднюю и южную (Книпович, 1921; Салманов, 1999; Катунин, 2014). За условную границу между северной и средней частями принимают линию, соединяющую остров Чечень и мыс Тюб-Караган, а между средней и южной частями моря — линию от острова Жилого к мысу Куули (рис. 2). В зависимости от уровня моря (от -30,0 до -24,0 м БС) площади и объемы водных масс частей Каспийского моря изменялись, их доли составили в среднем для северной части — 26,8 и 0,7%, средней — 35,1 и 34,0%, южной — 38,1 и 65,3%, соответственно (табл. 1).



Рис. 2. Карта-схема Каспийского моря и его подразделения (Книпович, 1921; Салманов, 1999; Катунин, 2014). Части моря:

I – северная, II – средняя, III – южная, --- – границы между частями Каспийского моря

В северной части Каспийского моря выделяют мелководную и глубоководную части (Архипова, 1957; Катунин, 2014). Мелководная часть, в свою очередь, подразделяется на северо-западную и северо-восточную части и ее глубина не превышает 10 м. Линия раздела проходит от острова Укатный до мыса Тюб-Караган. Глубоководная северная часть Каспийского моря граничит со средней частью моря и представлена глубинами 10–30 м.

В средней части Каспийского моря к западному склону относятся воды, прилегающие к побережью от северной оконечности полуострова Аграханский до острова Жилой. Восточный склон средней части моря лежит между мысом Тюб-Караган и мысом Куули.

Воды западного склона южной части моря шириной от 15 до 60 км протянулись от острова Жилой до г. Астара. Район моря, прилегающий к восточному побережью южной части Каспийского моря простирается от мыса Куули до поселка Гасан-Кули. Он расположен в пределах Туркменской структурной террасы и значительно шире западного, его максимальная ширина — 190 км. Склон иранского побережья, находящийся в южной части Каспийского моря, узкий (6–10 км) его границы находятся у г. Астара и поселка Гасан-Кули (Кулакова, 1986).

В Каспийском море насчитывается до 50 островов, их суммарная площадь составляет, по данным разных авторов, от 350 до 2049 км<sup>2</sup> (Николаева, 1986; Зонн, 1999; Ходоревская и др., 2007а), что, вероятно, связано с колебаниями уровня моря. Площадь островов в северной части Каспийского моря равна 1813, в средней — 71, южной — 165 км<sup>2</sup> (Николаева, 1986). Острова Каспийского моря в основном небольшие и сосредоточены вблизи берегов. В северной части Каспийского моря расположено наибольшее их количество. В северо-восточной мелководной части Каспийского моря находится архипелаг Тюленьих островов, среди которых наиболее крупные — острова Кулалы и Морской. В северо-западной части моря расположен самый большой остров моря — Чечень (122 км<sup>2</sup>), а также острова Тюлений, Чистая Банка, Малый Жемчужный, Укатный. Эти острова и подводные поднятия (банки Большая и Средняя Жемчужная, Ракушечная, Кулалинская и др.) находятся на высокопродуктивной акватории, сформированной в зоне схождения волжских и морских вод, и представляют единую экосистему гидрофронта «река-море» (Катунин, 2014).

В средней части Каспийского моря вдоль Апшеронского полуострова протянулась цепь островов Апшеронского архипелага, наибольший среди которых остров Жилой (28 км<sup>2</sup>). Вдоль западного склона южной части Каспийского моря к югу от Бакинской бухты расположена группа небольших островов Бакинского архипелага (Булла, Лось, Свиной, Вульф и др.). Прибрежные зоны моря у островов Бакинского и Апшеронского архипелагов в первой трети прошлого века были основным местом нагула бентосоядных и пелагических рыб. В настоящее время в связи с нефтяным загрязнением эти районы потеряли рыбохозяйственное значение.

В водах восточного склона южной части моря находится узкий, вытянутый в меридиональном направлении, о-в Огурчинский, прибрежные воды которого являлись местом нагульных концентраций каспийского тюленя, а на самом острове формировались его залежки (Николаева, 1986; Хураськин, 1989; Касымов, 1994; Катунин, 2014).

Особенности гидрологического режима Каспийского моря обусловлены его замкнутостью, внутриматериковым положением, большой меридиональной протяженностью (более чем на  $10^\circ$  в географических координатах), воздействием речного стока, конфигурацией берегов и рельефом морского дна. Сезонные изменения гидрологических параметров, в частности температуры, весьма значительны, но они неодинаковы в пределах акватории и уменьшаются в направлении с севера на юг. Колебания температуры воды наиболее выражены в зимнее время, наименее — в летнее. На глубинах более 200 м сезонные колебания температуры не отмечаются (Гюль и др., 1971; Салманов, 1964; Косарев, 1975; Гордиенко, Косарев, 1986). В глубоких слоях средней и южной частей Каспийского моря температура постоянна и находится в пределах  $5-7^\circ\text{C}$  (Салманов, 1972а, б; 1987).

Зимой температура воды в южной части моря опускается до  $+13^\circ\text{C}$ , а в северной до  $0^\circ\text{C}$  подо льдом (Зонн, 1999; Катунин, 2014). Северная часть Каспийского моря подвержена замерзанию (январь-февраль). Граница льда проходит от острова Чечень до полуострова Мангышлак, выгибаясь дугой, обращенной к северу.

В летнее время к августу температура поверхностных слоев воды северной и южной частей выравнивается и находится в пределах от  $22$  до  $30^\circ\text{C}$  (Гордиенко, Косарев, 1986; Катунин, 2014).

Различия температурных режимов, формирующихся в течение года на разных участках моря, определяют межгодовые изменения продукционных свойств биоценозов, их структуру и видовое разнообразие, сроки прохождения фаз развития гидробионтов, пространственное перераспределение представителей ихтиофауны в миграционные и нагульные периоды (Катунин, 2014).

Характерной чертой каспийских вод является относительно малое содержание солей натрия и хлора, но высокое — карбоната натрия и кальция, а также сульфатов, что объясняется давней обособленностью от океана и своеобразием водного питания. Прозрачность воды Каспийского моря, особенно около устьев рек и в мелководных зонах, невелика (до  $0,2$  м) из-за большого притока взвешенных речных наносов. В открытых частях моря прозрачность воды достигает  $15-17$  м (Зонн, 1999).

## ГЛАВА 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МИГРАЦИЯХ ОСЕТРОВЫХ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Миграции животных, в частности рыб, возникли в процессе эволюции, носят адаптивный характер, обеспечивая благоприятные условия существования и воспроизводства популяции, и направлены, в конечном счете, на увеличение численности вида (Васнецов, 1953; Никольский, 1963). Рассматривая миграции рыб, необходимо учитывать два аспекта: 1) возникновение миграций в процессе исторического развития как адаптации; 2) факторы, вызывающие миграции и обуславливающие их характер в настоящее время. При этом следует иметь в виду, что все непосредственные причинно-следственные связи, способствующие осуществлению миграций, необходимо рассматривать как механизмы миграций, т. е. понимать под общим детерминизмом миграции ту историческую причину, которая в процессе естественного отбора привела к появлению такого приспособления, как миграции, а под механизмами — звенья той цепи причинно-следственных явлений, благодаря которым миграции осуществляются в настоящее время (Ходоревская и др., 2007а, с. 17).

Важным направлением изучения миграций является их адаптивное значение. В.В. Васнецов (1953) считал, что нерестовые миграции проходных рыб в реки являются приспособлением, способствующим защите икры этих видов от донных хищников — икродов, которыми изобилует море. Обобщая представления об адаптивном значении миграций, Б.П. Мантейфель (1959, с. 5) писал, что миграции «следует рассматривать как адаптации данной (мигрирующей) популяции вида к использованию конкретных условий своего ареала в соответствии с меняющимися потребностями животных на разных отрезках жизненного цикла и с изменением внешних условий».

Г.В. Никольский (1963) выделял три типа миграции: нерестовую — перемещение рыбы от мест нагула или зимовки к местам размножения (нерестилищам); нагульную или кормовую — перемещения от мест размножения или зимовки к местам нагула; зимовальную — перемещения с мест нагула к местам зимовки. Эти миграции находятся во взаимосвязи между собой, подготовляются предыдущими звеньями жизненного цикла особей и обеспечивают дальнейшую их жизнь. Факторами, вызывающими миграцию могут выступать определенное состояние рыбы (упитанность, жирность, стадия развития половых желез), температура воды и т. д.

Исходя из этих представлений о миграциях, можно объяснить наблюдаемые сезонные изменения в распределении и численности осетровых по районам Каспийского моря через процессы зимовальных, нерестовых и нагульных миграций и связать с факторами, вызывающими данные миграции.

Миграции севрюги включают нерестовую миграцию производителей из Каспийского моря в основные нерестовые реки, впадающие в него (рр. Волга, Урал, Сефидруд и Кура), посленерестовую миграцию производителей из рек в море, покатную миграцию молоди с нерестилищ в реках в море, а также сезонные нагульные и зимовальные миграции между частями моря. По современным представлениям севрюга ежегодно совершает в Каспийском море сезонные миграции: весной из южной и средней частей в северную, а осенью из северной в среднюю и южную части моря (Борзенко, 1942; Державин, 1947; Соколова, 1952; Пискунов, 1965; Тарвердиева, 1968; Коробочкина, 1970; Шубина, 1972, 1974; Легеза, 1969; Shubina et al., 1989; Ivanov et al., 1997; Иванов, 2000; Ходоревская и др., 2007а; Зыкова, Коноплева, 2011; Сафаралиев, 2012; Сафаралиев и др., 2013; Ходоревская и др., 2014а).

Стимулом к началу нерестовой миграции производителей осетровых в реки является достижение определенной стадии зрелости их гонад и повышение активности нейросекреторной и эндокринной систем (Гербильский, 1957; Баранникова, 1975). Выявлена тесная связь уровня метаболизма осетровых со сроками их миграции в реку (Шелухин, 1974). Внешними стимулами нерестовой миграции осетровых, являются температура, мутность и уровень воды в устьях нерестовых рек (Городничий, 1955; Козловский, 1956; Баранникова, 1964; Песериди, Чертихина, 1967; Harden Jones, 1968).

У проходных рыб, в частности, осетровых, мигрирующих на нерест в рр. Волга, Урал и Кура, были выделены две сезонные расы — яровая и озимая (Берг, 1953). Производители яровой расы заходят в реку незадолго до нереста, весной или летом и нерестятся в этом же году, а производители озимой расы начинают миграцию поздней весной или летом, проводят в реке до нереста несколько месяцев, зимуют и размножаются весной следующего года.

Производители яровых рас осетровых р. Волга мигрируют осенью из средней и южной частей Каспийского моря в его в северную часть и с понижением температуры воды до 4–6 °С начинают концентрироваться на свале глубин и во впадинах этой части моря. Наибольшие преднерестовые скопления наблюда-

ются в западном районе северной части моря (банки Тбилиси и Средняя Жемчужная), а в центральном и восточном районах этой части моря (банка Ракушечная и Уральская бороздина) концентрации производителей яровой расы в это время незначительны и представлены, главным образом, русским осетром и белугой (Державин, 1922; Легеза, Маилян, 1972; Легеза, 1974; Пироговский, 1978). Их преднерестовые скопления формируются в предустьевых пространствах рек на глубине 1,8–3,6 м (Сливка, 1974).

Производители озимых рас осетровых р. Волга, также как и яровых, концентрируются в глубоководной северной части моря с осени до весны, а с конца весны и до глубокой осени мигрируют в реку и зимуют поблизости от нерестилищ. Зимовка происходит в глубоководных частях рек (Павлов, Елизаров, 1968).

Нерестовая миграция производителей севрюги в южной части моря начинается в конце зимы, но чаще ранней весной (Легеза, 1973). Они начинают движение из юго-восточной части моря вдоль иранских берегов и сосредоточиваются в больших количествах на юго-западе, где расположены основные нерестовые реки (рр. Кура и Сефидруд) (рис. 3 а) этой части моря.

Основными стимулами, инициирующими нагульные и зимовальные миграции неполовозрелых и пропускающих нерест половозрелых особей севрюги в море, являются сезонные изменения абиотических и биотических условий среды. Ряд авторов (Пискунов, 1965; Полянинова и др., 1999, 2001) считают, что сезонные миграции севрюги обусловлены изменениями кормовых условий и, отчасти, температуры. Перераспределение севрюги направлено на наиболее полное использование кормовых ресурсов. Нагульные миграции севрюги из одного участка моря в другой, позволяют ей использовать для нагула участки моря с наиболее обильной в данный момент времени кормовой базой и в тоже время дают возможность восстановиться биомассе кормовых организмов на покинутых местах нагула. Однако большинство исследователей склонны считать, что стимулом весенней и осенней миграций в море является температура воды (Павлов, Захаров, 1968; Легеза, 1968, 1969, 1972, 1973; Зыкова, Коноплева, 2011; Сафаралиев, 2012; Пальгуй, 1986; Сафаралиев, Зыкова, 2010а; Сафаралиев, Зыкова, 2010б; Зыкова, 2004а).

Весной в апреле температура в слое воды 0–100 м в средней части моря составляет от 5,7 до 9,0 °С, в южной части — от 6,0 до 12,0 °С (Косарев, Егоров, 1986). В это же время с прогревом вод в северной части моря до 7,8–13,3 °С севрюга, зимовавшая в его средней и южной частях, начинает перемещаться из сред-

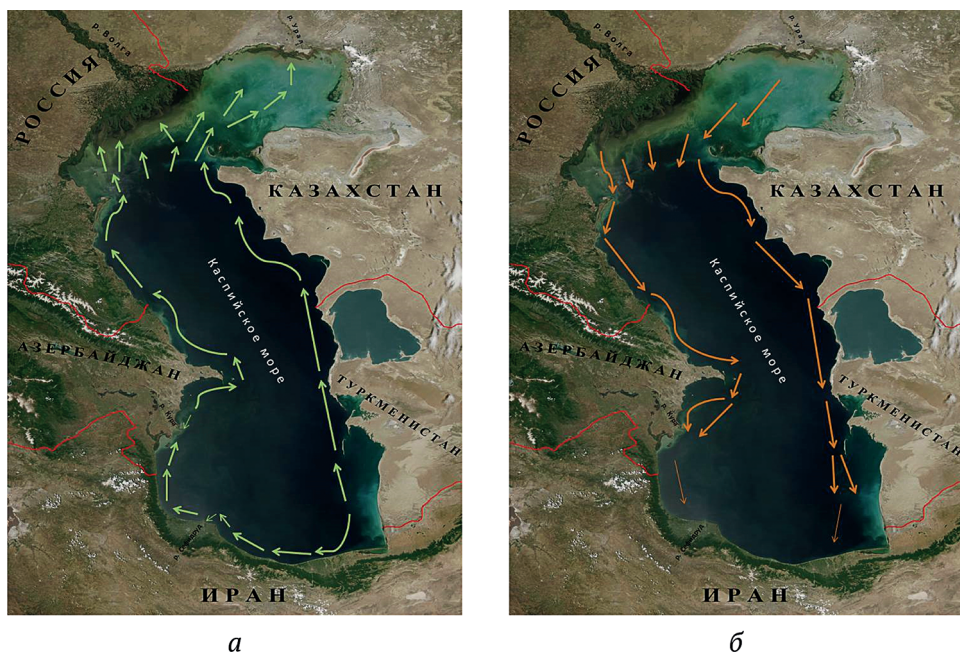


Рис. 3. Основные весенние (а) и осенние (б) миграционные пути севрюги в Каспийском море.

ней части в северную и несколько позже из южной в среднюю часть моря, вдоль западного и восточного берегов (рис. 3а) (Легеца, 1968; Тарвердиева, 1968). С повышением температуры до  $14,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  она распределяется по всей северной части Каспийского моря на глубинах не более 10 м (Зыкова, 2004а).

Начало осенней миграции севрюги, направленной к югу, наблюдается при первых признаках охлаждения северо-каспийских вод (рис. 3б). В конце августа основные скопления севрюги встречаются уже не в северной, а в средней части моря, главным образом, к югу от Аграханского полуострова вдоль западного берега. Передвижение севрюги из северной части моря в воды у восточного берега средней части в связи с более поздним похолоданием наблюдается несколько позже по сравнению с западным берегом. К октябрю основная масса рыбы покидает северную часть моря. При завершении осенней миграции севрюга из северной части моря образует зимовальные скопления вдоль западного побережья средней и южной частей моря, а южного происхождения, нерестящаяся в рр. Кура и Сефидруд, преимущественно в юго-восточной части моря у туркменского побережья (Легеца, 1968, 1972, 1973; Коробочкина, 1970; Зыкова, 2004а).

---

Таким образом, у северюги Каспийского моря наблюдаются ежегодные сезонные нагульные и зимовальные миграции между районами моря и нерестовые миграции в основные реки Каспийского бассейна (рр. Волга, Урал и Кура, реки иранского побережья) реки Каспийского бассейна (рр. Волга, Урал и Кура, реки иранского побережья).

## ГЛАВА 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ В XX ВЕКЕ

Распределению осетровых в Каспийском море исследователи уделяли значительное внимание. Многочисленные публикации дают возможность проследить ретроспективные изменения в распределении рыб, начиная с 1930-х гг.

При изучении распределения осетровых в Каспийском море под термином «**распределение**» обычно подразумевают распределение **плотности их скоплений** в местах обитания, которая может быть охарактеризована как количеством особей на единицу объема воды, так и количеством особей, выловленных за одно траление стандартным тралом за установленное время. Распределение осетровых и, в частности, севрюги в Каспийском море формируется в процессе их миграций и зависит от численности этих видов (Ходоревская и др., 2007а).

К сожалению, для периода 1930–1970-х гг. невозможно определить объем процеженной воды тралом, так как в литературе по этим годам не приводятся эксплуатационные характеристики тралов. Упоминается только что в 60-х гг. использовался 23-метровый трал, а в 70-х гг.— 34-метровый трал. Начиная с 1980 г., размеры и эксплуатационные характеристики тралов, использовавшихся для осетровых съемок Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (9-м и 24,7-м), известны и дают возможность рассчитать количество особей на единицу объема воды. Это обстоятельство не дает возможности количественного сравнения распределения осетровых в период 1930–1970 гг. с данными, полученными в последующие годы. Однако, такое сравнение и выявление основных тенденций изменения распределения осетровых в течение каждого из периодов, взятых отдельно, вполне корректно.

### 3.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕВРЮГИ В 1930–1990-Е ГОДЫ

По опубликованным источникам, картину распределения севрюги в 1930-х годах в Каспийском море можно воссоздать лишь фрагментарно. В эти годы в западных районах северной части моря летом уловы севрюги не превышали 11 особей за 1 час траления (Легеза, 1973). В средней части моря в марте-апреле скопления севрюги наблюдались у западного (Килязинская коса) и восточного (п-ов Мангышлак) побережий, а начиная с мая, и до

осени она встречалась лишь единично (Борзенко, 1942); в южной части моря концентрации севрюги в августе-сентябре отмечались у восточного побережья, к югу от банки Ульского (Легеза, 1973).

Начиная с 1960-х гг. распределение севрюги исследовали более подробно.

### Распределение севрюги в 1960-е годы

**Весной**, в апреле, она ловилась по всей акватории северной части моря (Коробочкина, 1970; Павлов, Захаров, 1971) и ее скопления обнаруживались на востоке, в районе Уральской бороздины, в западном районе она ловилась в больших количествах, чем в восточном (Пискунов, 1965). В годы с холодной и затяжной весной подходы севрюги с юга в северные районы могли задерживаться. В средней части моря в апреле и мае севрюга добывалась у обоих побережий, но преимущественно у западного, где она, двигаясь на север, сосредоточивалась в основном на мелководье у Аграханского полуострова. Здесь на одно траление в эти месяцы могли вылавливаться до 50 и более экземпляров. В южных районах моря севрюга, как правило, вылавливалась в небольших количествах.

**Летом**, в июне-июле, севрюга встречалась по всей мелководной северной части Каспийского моря, концентрируясь преимущественно в западном районе — у банки Бахтемирской, о. Тюленьего, Жемчужных банок (Пискунов, 1965; Коробочкина, 1970; Легеза, 1973; Павлов, Захаров, 1971). В июне на банке Бахтемирской иногда добывали до 74–137 экземпляров за одно траление. Однако уже в июле был замечен ее отход из северной части моря (Коробочкина, 1970). В средней части моря на склонах западного и восточного побережий в это время года севрюга встречалась единично. Причем у восточного побережья севрюга была крайне редка и вылавливалась в основном в Казахском заливе. В отдельные годы ее скопления наблюдались у северной части западного побережья. Например, в июне 1968 г. на мелководье у Аграханского полуострова за одно траление добывали 30–40 экземпляров (Легеза, 1973). В конце лета, в августе, севрюга начинала перемещаться на юг и значительное ее количество из северной части моря появлялось у Аграханского полуострова. В отдельные годы характер распределения в июле и августе был сходным. В другие годы в августе севрюга, отходя на юг, сосредоточивалась на юго-западе северной части моря или на границе между северной и средней частями, у о. Чечень. В южной части

Каспийского моря вдоль западного побережья уловы севрюги летом были невелики, а вдоль восточного они достигали 25–30 экз/траление (Легеза, 1973).

**Осенью**, в сентябре, в мелководной северной части Каспийского моря севрюга обычно встречалась единично, но иногда уловы бывали несколько увеличенными. В октябре она уже покидала эту часть моря и вылавливалась лишь изредка. Осенью и зимой севрюга обитала в средней части моря у восточного и западного побережий, но преимущественно у восточного, где на мелководье Казахского залива ее вылавливали до 100 экз/траление. В южной части моря в это время попадание севрюги в трал также значительно учащалось, при этом она встречалась на всем мелководье, расположенном к югу от о. Огурчинского.

**В конце зимы**, но чаще ранней весной, двигаясь к местам размножения вдоль иранских берегов, севрюга сосредотачивалась в больших количествах в юго-западной части Каспийского моря (Легеза, 1973).

### Распределение севрюги в 1970-е годы

**Весной** в связи с начинающимися миграционными процессами происходило перераспределение севрюги в Каспийском море. Сокращались площади скоплений севрюги вдоль западного побережья средней части моря и на юго-восточном побережье у Туркменистана. В это же время скопления севрюги невысокой плотности до 10 экз/траление появлялись на нагульных площадях в северных районах моря (Легеза, 1989).

**Летне**е распределение севрюги в северной части моря не претерпело изменений по сравнению с 1960-ми годами. Так же как и ранее севрюга предпочитала западные районы этой части моря, осваивая значительные нагульные площади, плотность ее скоплений достигала 8 экз/траление. Северо-восточная часть моря характеризовалась меньшей плотностью скоплений, севрюга осваивала, главным образом, Уральскую бороздину (Ходоревская и др., 2007а).

Летом в средней части Каспийского моря наибольшее количество севрюги нагуливалось по всему западному побережью. Наибольшие плотности скоплений отмечены в водах у поселка Сулак и вдоль полуострова Аграханский. Во время летней съемки 1978 г. в этом районе вылавливалось свыше 30 экз/траление (Легеза, 1989). Восточный склон этой части моря характеризовался невысокими локальными плотностями скоплений севрюги — не более 10 экз/траление.

В южной части Каспийского моря летом наибольшее значение для нагула осетровых имело восточное побережье (Ходоревская и др., 2007а). Здесь севрюга осваивала все нагульные районы от острова Огурчинского, банок Ульского и Грязный Вулкан. Значительные по площади ее скопления с плотностью до 46 экз/траление были отмечены в водах, смежных с иранскими (Пироговский, 1981; Ходоревская и др., 2007а).

Летом в водах вдоль западного побережья южной части моря осетровые были крайне малочисленны из-за сильного антропогенного загрязнения дна (Пироговский, 1981). Скопления севрюги плотностью до 0,4 экз/10000 м<sup>3</sup> были обнаружены только в районе банки Куринская (Ходоревская и др., 2007а).

**Осенняя** съемка 1978 г. показала, что в это время севрюга оставляла летние нагульные районы в северной части моря и формировала зимовальные концентрации на западных и восточных склонах средней и южной частей моря. В связи с еще не сформировавшимися стабильными концентрациями в этот период уловы в этих частях моря составляли до 10 экз/траление в редких исключениях до 20 экз/траление (Легеза, 1989).

**Зимой** севрюга образовывала устойчивые скопления вдоль западного и восточного побережий средней части моря и в юго-восточном районе. Наибольшие уловы во время зимней съемки 1978 г. превышали 30 экз/траление. В юго-западном районе Каспийского моря уловы не превышали 10 экз/траление (Легеза, 1989).

### Распределение севрюги в 1980-е годы

В эти годы распределение наиболее полно характеризуется материалами зимних, весенних и летних съемок 1983–1988 гг. (Пальгуй, 1984, 1986; Пальгуй и др., 1989).

**Весной** с наступлением тепла отмечалась массовая миграция севрюги в западные районы северной мелководной части моря с последующим перераспределением по всей северной части моря. Наибольшая плотность скоплений севрюги в 1983 г. была у о. Тюлений (19 экз/траление), а в 1985 г. в водах, прилегающих к восточному берегу у о. Малый Жемчужный (23 экз/траление).

Как и в предыдущее десятилетие (1960–1970 гг.) в 1980-х годах восточные районы северной части моря по-прежнему в меньшей степени осваивались севрюгой для летнего нагула севрюги. Основные концентрации севрюги в мелководной северной части моря находились в районах Белинского, Кировского банков, в районе о. Тюлений и о. Малый Жемчужный (Пальгуй, 1984). Средняя плотность ее скоплений, по результатам съемки 1985 г., в западных

районах северной мелководной части моря составила 1,1 экз/траление, в восточных 0,43 экз/траление (Пальгуй, 1986), в 1988 г. — 0,6 и 0,3 экз/траление, соответственно (Пальгуй и др., 1989). Несмотря на более высокую плотность скоплений севрюги в западном районе северной части моря в 1980-х гг., было отмечено, что этот район моря терял свое значение для летнего нагула севрюги. Если в 1979 г. соотношение уловов севрюги в западном и восточном районах составляло 4:1, то уже в 1985 г. — 2,5:1, а в 1988 г. — 2:1.

**Летом** распределение севрюги в средней и южной частях Каспийского моря свидетельствовало о снижении плотности ее скоплений в водах, прилегающих к побережью Аграханского полуострова (1983 г. — 54 экз/траление, 1985 г. — 35 экз/траление). Несмотря на высокую плотность скоплений в этом районе, основная масса севрюги нагуливалась в восточных районах южной части моря (Пальгуй, 1986).

**Осеннее** понижение температуры с 24 до 12 °С вызывало начало осенней миграции севрюги, сопровождавшееся сокращением площади ее нагула в северной части моря и увеличением в мелководных прибрежных районах средней части Каспийского моря вдоль дагестанского побережья (Пальгуй, 1986).

**Зимой** скопления севрюги наблюдались на западном склоне средней части Каспийского моря от о. Чечень до г. Дербент. В юго-восточной части моря она была распределена более равномерно, уловы не превышали 23 экз/траление (Пальгуй, 1986).

### Распределение севрюги в 1990-е годы

Общий характер распределения севрюги в море в 1990-е гг. сохранялся, однако, из-за сокращения численности этого вида характеристика сезонного распределения севрюги в северной части моря становилось все более затруднительной для исследований (Красиков, Федин, 1996).

**Зимний** нагул севрюги в 1990-е гг., как и в предыдущие десятилетия, проходил в водах западного побережья средней и южной частей Каспийского моря (от о. Чечень до г. Астара), а также в юго-восточной части моря, в водах, прилегающих к туркменскому побережью (Власенко и др., 2001).

**Весной** по мере прогрева водных масс в северной части моря севрюга перераспределялась из средней части в северную с последующим смещением ее основных концентраций с запада на восток.

**Летом** траловые уловы севрюги в северо-западной части моря были наименьшими — до 1 экз/траление, а в северо-восточной,

в районе Уральской бороздины наибольшими — до 5 экз/траление. На перераспределение наиболее плотных скоплений рыб повлияли значительный нелегальный вылов в западных районах северной части моря, уменьшение зон гипоксии, а также распреснение северо-восточных районов моря (Сливка и др., 2000; Зыкова, 2004а).

В летний период в водах западного склона средней части Каспийского моря произошло резкое, почти в 25 раз, сокращение плотности скоплений севрюги с 0,73 экз/траление в 1998 г. до 0,05 экз/траление в 1999 г. (Чуканов и др., 2000). Плотность скоплений севрюги в восточных районах южной части моря уменьшились в 1,3 раза — с 1,29 (1998 г.) до 0,98 экз/траление (1999 г.) (Сливка и др., 2000).

Причиной летнего перераспределения севрюги и падения ее численности, по мнению ряда авторов (Красиков, Федин, 1996; Сливка и др., 2000), в западных районах северной и средней частей моря являлся возросший пресс браконьерства в море. Наблюдалось общее уменьшение плотности скоплений севрюги в северной части моря с 0,30 экз/траление (1991–1995 гг.) до 0,21 экз/траление (1998 г.). Высокий пресс браконьерства привел к снижению доли особей промысловых размеров в популяции с соответствующим увеличением доли особей непромысловой длины. Это особенно сильно было выражено летом в средней и южной частях Каспийского моря, где в это время традиционно наблюдалось преобладание особей непромысловых размеров из-за весенне-летней миграции преимущественно крупных зрелых и незрелых особей промысловой длины в северные мелководные воды моря. В средней и южной частях моря доля молодежи севрюги увеличилась с 25,9% в 1991 г. до 36,4% в 1994 г. В целом в Каспийском море доля севрюги непромысловых размеров увеличилась летом с 27,9% в 1991 г. до 29,5% в 1994 г. Такое увеличение на фоне общего снижения численности вида свидетельствовало о том, что наблюдаемое омоложение популяции произошло не за счет увеличения пополнения популяции молодыми генерациями, а в результате нарастающего нелегального изъятия взрослой (промысловой) части популяции.

**Осенью** численность севрюги в мелководной северной части Каспийского моря сокращалась с 0,27 до 0,15 экз/траление, в связи с осенней миграцией на зимний нагул в средней и южной частях моря (Красиков, Федин, 1996).

В целом анализ литературных данных о распределении севрюги в Каспийском море в 1960–1990-е годы дает возможность выделить два периода.

**Первый период** — с 1960-х до конца 1980-х годов характеризовался устойчивым пространственным распределением плотностей нагульных скоплений севрюги. Летом основные наиболее плотные скопления формировались в северо-западной части моря, плотность скоплений в средней и южной частях с это время года сокращалась. Осенью и зимой происходила миграция севрюги из северной части моря на юг, она концентрировалась вдоль западного побережья средней части и в восточных районах южной части моря. Восточные районы северной и средней частей моря использовались севрюгой для нагула незначительно в течение всего года, за исключением 1960-х гг., когда в зимний период плотность ее скоплений достигала 100 экз/траление на восточном склоне средней части моря.

**Второй период**, пришедшийся на 1990-е годы, является переломным в состоянии запасов осетровых и, в частности, севрюги. В это время началось стремительное сокращение их численности в связи с увеличением нелегального вылова, сопровождавшееся общим уменьшением плотности скоплений севрюги. Причем, в западных районах северной и средней частей Каспийского моря это уменьшение было более выраженным, чем в восточных районах. Вследствие этого плотность скоплений в северо-восточной части моря стала выше, чем в северо-западной.

В настоящее время в связи с сокращением численности севрюги в море из-за сильного антропогенного пресса (браконьерство) особенности распределения этого вида в море могли измениться по сравнению с предыдущими десятилетиями (1960–1990-е годы). За последнее время опубликован ряд статей (Романов и др., 2005; Кулиев и др., 2005; Зыкова и др., 2008; Журавлева и др., 2008; Зыкова, Коноплева, 2011), касающиеся особенностей современного распределения севрюги в море, но они содержат лишь разрозненные данные съемок по отдельным годам, отсутствует обобщенный анализ по распределению этого вида за период начала XXI в. Не изучено современное сезонное распределение севрюги в различных районах моря. Кроме того, в силу сложившихся межгосударственных отношений между СССР и Исламской Республикой Иран исследования по распределению осетровых и, в частности, севрюги в период 1960–1990-е гг. на иранской акватории Каспийского моря не проводились. Отсутствие соответствующих данных вследствие этого не дает возможности составить полную картину распределения севрюги по Каспийскому морю.

## ГЛАВА 4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

### 4.1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужили результаты ежегодных сезонных траловых и сетных съемок 2000–2013 гг. в Каспийском море, проводившиеся Волжско-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), а также Всекаспийских международных съемок осетровых, проведенных силами прикаспийских государств в 2001–2006 гг. Дополнительно в подразделе 5.2 использовали данные летних траловых съемок 1992 и 1994 гг. в Каспийском море лаборатории осетровых рыб Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). В ходе этих работ проводили ихтиологические, гидробиологические и гидрологические исследования. Объем собранного и обработанного материала представлен в табл. 3.

Таблица 3. Объем собранного и проанализированного материала

Виды исследований	Способы исследования	Количество, рыб/проб/тралений/сетных постановок
Ихтиологические	Контрольные траления	1133 экз. рыб / 5781 тралений
	Контрольные сетепостановки	215 экз. рыб / 119 сетных постановок
Гидрологические	Измерение температуры придонного слоя воды	4872 проб
Гидробиологические	Определение состава и биомассы бентоса	411 проб

Сбор ихтиологических данных проводился в соответствии с принятыми методиками (Инструкция по сбору ..., 2011; Методики оценки запасов ..., 2011).

Исследования закономерностей распределения и динамики плотности скоплений севрюги в Каспийском море были разбиты на два периода: первый период, когда траловые съемки про-

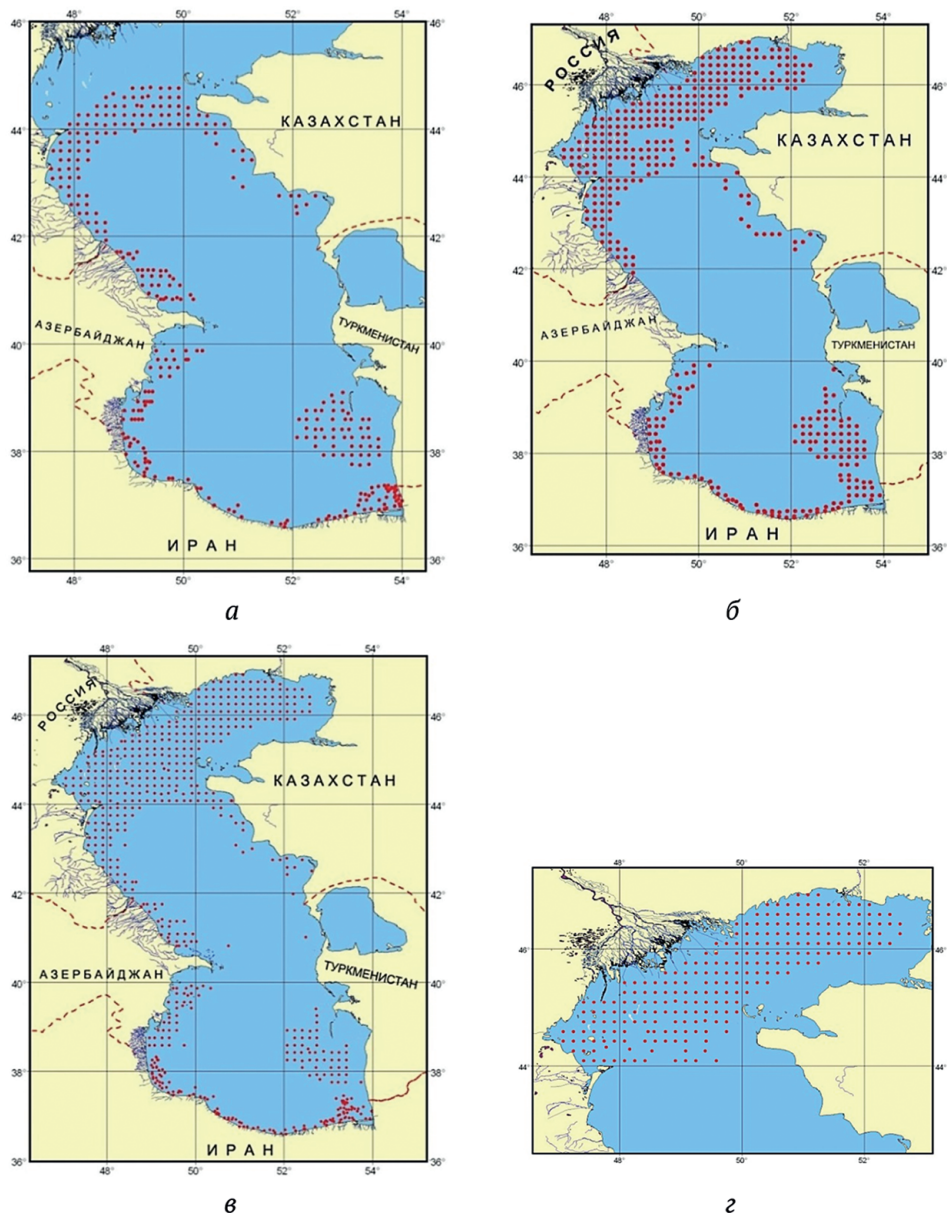


Рис. 4. Схема расположения траловых станций осетровых съемок в Каспийском море в 2000–2007 гг. Красным цветом отмечены траловые станции: а — зимняя сетка станций (2003–2007 гг.), б — весенняя сетка станций (2000–2002 гг.), в — летняя сетка станций (2000–2007 гг.), г — осенняя сетка станций (2000–2005 гг.)

водились совместно с прикаспийскими государствами, второй период — только судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (рис. 4 и 5). Первая Всекаспийская морская экспедиция была выполнена в августе 2001 г. при поддержке программы Европейского союза по содействию ускорению процесса экономических реформ в СНГ Technical Assistance for the Commonwealth of Independent States, TACIS. В последующие годы, в соответствии с решениями шестнадцатого (Протокол от 6–8 декабря 2001 г.) и восемнадцатого (Протокол от 9–11 декабря 2002 г.) заседаний Комиссии по водным биоресурсам Каспийского моря, рекомендациями Постоянного Комитета CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (1–2 ноября 2002 г., Сантьяго, Чили ПК 47, Док. 11), междуна-

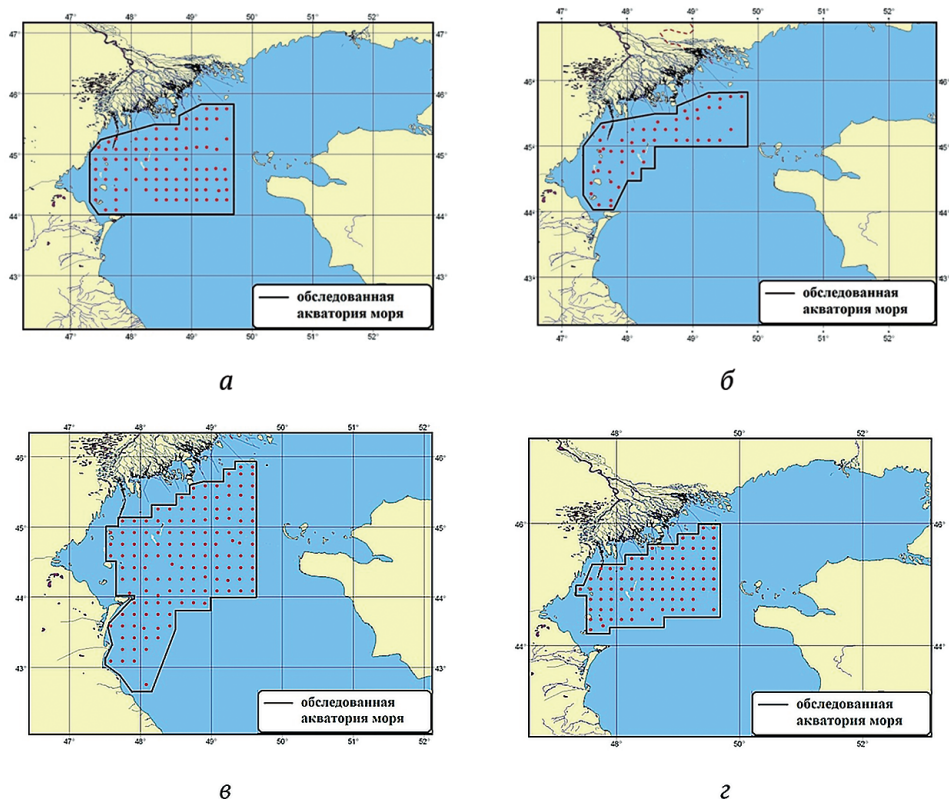


Рис. 5. Схема расположения станций осетровых съемок на акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), в 2005–2013 гг. Красным цветом отмечены станции: а — весенние траловые станции (2005–2013 гг.), б — весенние сетные станции (2005–2013 гг.), в — летние траловые станции (2008–2013 гг.), г — осенние траловые станции (2006–2013 гг.)

родного семинара «Методы оценки запасов осетровых и определения их ОДУ» (Астрахань, 12–14 марта, 2003 г.) с 2002 по 2006 гг. ежегодно проводили ежегодные зимние и летние всекаспийские тралово-акустические съемки. В последующем была разработана и подписана «Межгосударственная программа мониторинга по оценке численности, запасов и определения ОДУ осетровых Каспийского моря в 2004–2006 гг.». Начиная с 2006–2007 гг., вследствие завершения межгосударственных соглашений о проведении совместных зимних и летних съемок, район исследований сократился до северо-западной мелководной, глубоководной северной части моря и западного склона средней части моря (Республика Дагестан) (рис. 5). В последующих главах эти районы моря для периода исследований 2005–2013 гг. именуется как акватория Каспийского моря, обследованная судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Сводная информация по проведенным сезонным траловым осетровым съемкам дана в табл. 4.

Таблица 4. Сезоны и обследованные районы проведения траловых осетровых съемок в Каспийском море в 2000–2013 гг.

Период	Сезон	Обследованные части Каспийского моря
2003–2007	зима	глубоководная северная, средняя, южная
2000–2001	весна	мелководная северная
2002	весна	мелководная северная часть глубоководная северная, средняя, южная
2005–2013	весна	северо-западная мелководная
2000–2007	лето	мелководная северная, глубоководная северная, средняя, южная
2008–2013	лето	северо-западная мелководная, глубоководная северная, западный склон средней части
2000–2005	осень	мелководная северная, глубоководная северная
2006–2013	осень	северо-западная мелководная и глубоководная северная части

Съемки проводили на научно-исследовательских судах, принадлежащих Российской Федерации, Исламской Республике Иран и Азербайджанской Республике. Российской Федерацией использовались суда типа РПС «Исследователь Каспия», РПС-300 «Прогноз» с мощностью двигателя от 300 до 800 л. с. в районах моря с глубиной свыше 10,0 м, в мелководных частях моря (глубины менее 10,0 м) — на судах с мощностью двигателя от 150 до 250 л. с. (НИС «Гидробиолог» и НИС «Медуза»). Исламской Республикой Иран использовались суда типа СРТМ «Gilan» на глубинах свыше 10,0 м и судно «Si-Sara» на глубинах менее 10,0 м. Азербайджанской Республикой исследовались глубины от 10,0 м изобаты на судне «Али Гаджиев». Во время проведения осетровых съемок судами Ирана и Азербайджана на борту находились представители Российской Федерации в качестве наблюдателей. Учетные траления выполнялись донными тралами: 24,7-метрового — в глубоководной северной, средней и южной частях Каспийского моря; 9,0-метрового — в мелководной северной части моря и в водах Иранской Республики с глубинами не более 10,0 м.

Сбор материалов из траловых уловов осуществлялся по двум вариантам сетки траловых станций:

1 — равномерное (фиксированное) распределение станций (Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»));

2 — случайное распределение станций (рекомендации FAO).

В северной, средней и юго-восточной частях Каспийского моря использовался первый вариант распределения траловых станций; в иранских и азербайджанских водах — второй вариант. Сетки траловых и сетных станций сезонных осетровых съемок представлены на рисунках 4 и 5.

Картирование распределения севрюги в Каспийском море осуществлено с помощью прикладной программы ArcView GIS, ver. 3.1.

В исследованиях весеннего распределения севрюги в 2005–2013 гг. и для оценки величины ННН-промысла (незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел) в 2004–2015 гг. использовали данные сезонных сетных учетных съемок на мелководной северо-западной части Каспийского моря. В качестве учетного орудия лова использовали порядок сетей с набором ячеи 70, 80, 90, 100 и 110 мм. Каждая сеть была длиной 37 м и высотой 5 м. При проведении ежегодной весенней осетровой съемки сетные порядки выставляли ежедневно в ночное время с 19.00 до 7.00 следующего в соответствии с сеткой станций (рис. 5 б). Для оценки ННН-промысла использовали данные, собранные в период проведения летних сетных учетных съемок, порядок сетей вы-

ставляли в ночное время в местах предполагаемых наибольших скоплений севрюги.

При изучении распределения севрюги в Каспийском море под «распределением» мы понимали распределение плотности скоплений вида в местах обитания (Ходоревская и др., 2007а). Это понятие характеризует распространение данного вида и количество особей на единицу площади или объема воды в той или иной части его ареала. Последняя характеристика является относительной величиной и выражается как число особей на единицу площади водоема или объема воды. Отсюда следует, что распределение вида связано с общей численностью вида в исследуемом водоеме.

Плотность локальных скоплений севрюги на 10000 м<sup>3</sup> рассчитывали исходя из фактического улова за траление, объема процеженной тралом воды и коэффициента уловистости используемых орудий лова. В основу расчетов положена преобразованная формула З.М. Аксютинной (Аксютинна, 1968):

$$N = \frac{10000 * n}{kV}, \quad (1)$$

где  $N$  — плотность скопления севрюги, экз/10000 м<sup>3</sup>,  $n$  — улов за траление, экз.,  $k$  — коэффициент уловистости трала для севрюги, 10000 — коэффициент,  $V$  — процеженный объем воды, м<sup>3</sup>.

Для расчета объема процеженной воды были использованы известные параметры технической эксплуатации и уловистости 9,0-метрового и 24,7-метрового тралов (Методики ..., 2011). Вычисления проводились по следующей формуле:

$$V = l \left( t * \frac{v * 1852,0}{3600} \right) h, \quad (2)$$

где  $V$  — объем процеженной воды, м<sup>3</sup>,  $l$  — горизонтальное раскрытие трала, м,  $t$  — время траления, сек,  $v$  — скорость траления в узлах,  $h$  — вертикальное раскрытие трала, м.

Данные, использованные для расчета плотности скоплений севрюги на 10000 м<sup>3</sup>, представлены в табл. 5.

При описании распределения севрюги в море первичные данные траловых уловов по каждой станции, выполняемые по фиксированному варианту распределения станций (1-й вариант), были осреднены в соответствии с периодами наблюдений по годам. Для второго варианта сетки траловых станций (случайное распределение) вычисление среднего улова выполнялось объединением близлежащих станций, если расстояние между ними не превышало 3' (минут) по географической системе координат.

Таблица 5. Эксплуатационные параметры, коэффициенты уловистости и режим траления 9,0-метрового и 24,7-метрового тралов для расчета плотности скоплений севрюги на 10000 м<sup>3</sup> (Методики ..., 2001)

Трал	Горизонтальное раскрытие трала ( <i>l</i> ), м	Время траления ( <i>t</i> ), сек	Скорость траления ( <i>v</i> ), узел*	Вертикальное раскрытие трала ( <i>h</i> ), м	Коэффициент уловистости ( <i>k</i> )
9,0-м	5,8	1800	3,0	1,5	0,07
24,7-м	17	1800	3,0	4,5	0,1

\* Примечание: скорость в один узел равна 1,852 км/час

Этот способ обработки первичных материалов позволил объединить большой объем данных в единый массив, выявить наличие ежегодно формирующихся локальных скоплений в обследованных районах моря, а по величине средней локальной плотности оценить степень значимости данного участка в период нагула за рассматриваемый период лет.

В период проведения сезонных траловых осетровых съемок на траловых и сетных станциях измеряли придонную температуру воды в местах контрольного лова в соответствии с инструкцией РД (руководящий документ) 52.24.496–2005 «Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений». Эти данные использованы для выявления связи сезонного распределения плотности скоплений севрюги с температурой воды в Каспийском море.

Для изучения связи летнего распределения севрюги с количественными и качественными параметрами зообентоса и температуры воды в мелководной северной части Каспийского моря в работе использовали гидробиологические и гидрологические материалы, собранные во время летних осетровых съемок в 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг. Первичные данные проб бентоса любезно предоставлены Л.В. Смирновой, сотрудником лаборатории гидробиологии Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Статистическая обработка материала и компонентный анализ (метод главных компонент) проводились на основе руководств А.В. Коросова (1996) и Э.В. Ивантера и А.В. Коросова (2011). Расчеты выполнялись в программной среде R Core Team (2016) с использованием пакетов {stats} и {ade4} (2007). Графическая визуализация статистических данных проводилась при помощи программных продуктов MS Excel 2010 и R Core Team (2016).

## 4.2. СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

### Распределение севрюги зимой

По данным зимних всекаспийских учетных осетровых съемок в 2003–2007 гг. область распространения севрюги в Каспийском море простиралась от глубоководной северной части до южных районов моря, включая воды Исламской Республики Иран. Средняя плотность отдельных скоплений рыб в 2003–2007 гг. на обследованной акватории варьировала от 0,12 до 3,84 экз/10000 м<sup>3</sup>. В эти годы севрюга формировала ежегодные скопления в одних и тех же районах моря. По результатам картирования распределения севрюги зимой 2003–2007 гг. можно выделить несколько участков моря с повышенной плотностью ее скоплений — это глубоководная северная часть моря, граничащая со средней частью, и южная часть моря, преимущественно районы, прилегающие к восточному склону (рис. 6).

В глубоководной северной части моря севрюга формировала скопления высокой плотности, отмеченные южнее банок Кулалинская и Большая Жемчужная, в водах полуострова Мангышлак и восточнее острова Чечень. В этих районах средняя плотность отдельных локальных скоплений варьировала от 0,48 до 1,08 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 6).

Воды западного и восточного склонов средней части Каспийского моря в 2003–2007 гг. характеризовались низкой плотностью скоплений севрюги, не превышавшей зимой 0,72 экз/10000 м<sup>3</sup>. Скопления этого вида зафиксированы у полуострова Аграханский, мысов Сагындык и Песчаный, сел Макстедер, Хачмас и Бёюк-Гамья (рис. 6). В период проводимых съемок, в отличие от 1960-х гг., в заливе Казахский восточного склона средней части моря зимой не было обнаружено ни одной особи севрюги.

В водах западного склона южной части моря повышенная плотность скоплений севрюги была у косы Кюр-Дили со средней плотностью отдельных скоплений до 2,4 экз/10000 м<sup>3</sup>. Менее плотные скопления в этой части моря обнаружены южнее острова Хере-Зирия — до 0,48 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 6).

Зимой севрюга встречалась вдоль всего побережья Ирана. Средняя плотность ее локальных скоплений на обследованной акватории варьировала от 0,48 до 3,84 экз/10000 м<sup>3</sup>. Эти скопления формировались на глубинах от 9,0 до 83,0 м. На меньших глубинах севрюга отсутствовала. Наибольшие ее скопления обнару-

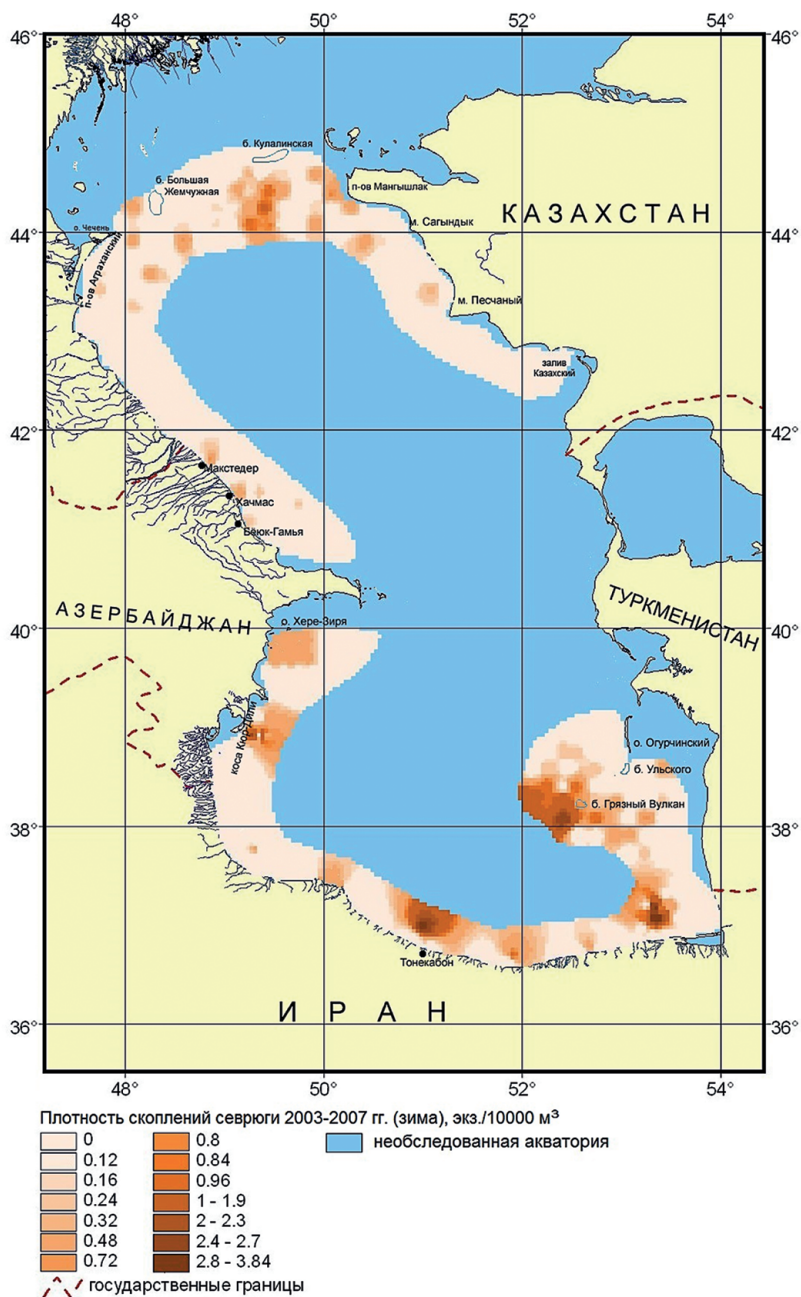


Рис. 6. Распределение плотности скоплений северюги на обследованной акватории Каспийского моря зимой 2003–2007 гг., экз./10000 м<sup>3</sup>

жены у устья р. Чешмекеле (г. Тонекабон) и в юго-восточной части акватории Ирана, с плотностью 2,88 и 3,84 экз/10000 м<sup>3</sup>, соответственно (рис. 6).

По данным зимних съемок 2003 и 2002 гг. воды туркменского склона, расположенного в юго-восточной части Каспийского моря, по-прежнему, как и в 1960–1980-х гг., оставались одними из наиболее значимых для зимовки севриги. Скопления высокой плотности (1,68–2,64 экз/10000 м<sup>3</sup>) формировались западнее банки Грязный Вулкан (рис. 6).

### Распределение севриги весной

Результаты съемок 2000–2002 гг. показали, что ее скопления повышенной плотности были расположены в мелководной северной и в южной частях моря. В водах западного и восточного склонов средней части моря количество локальных концентраций и их средняя плотность были невелики (рис. 7).

Весной севрига образовывала скопления высокой плотности в мелководной северной части Каспийского моря у входа в Волго-Каспийский морской судоходный канал (ВКМСК) основного пути нерестовой миграции осетровых в дельте р. Волга, в водах, прилегающих к островам Чистая банка и Малый Жемчужный, на свале Хохладского и южнее о. Укатный. В 2000–2002-х гг. скопления наибольшей плотности и площади — до 7,83 тыс. км<sup>2</sup> (акватория Уральской бороздины) севрига формировала в восточных районах мелководной части моря. Отмечались локальные скопления у входа в Урало-Каспийский канал, по которому проходят нерестовые миграции осетровых в р. Урал (Державин, 1922; Берг, 1948; Песериди, 1971; Иванов, 2000; Бокова, 2010; Иванов, Комарова, 2008, 2012). В целом, во всей мелководной северной части моря значения средних плотностей скоплений рыб варьировали от 1,97 до 17,7 экз/10000 м<sup>3</sup>, а наибольшие по плотности скопления зафиксированы в южной части Уральской бороздины (рис. 7).

Весной 2002 г. в глубоководной северной части моря плотность скоплений севриги варьировала от 0,48 до 0,96 экз/10000 м<sup>3</sup>. Они были отмечены в водах, прилегающих к полуострову Мангышлак, севернее банки Кулалинская и восточнее банки Большая Жемчужная (рис. 7).

Весенняя всекаспийская съемка 2002 г. в средней части моря показала, что, если в предыдущие десятилетия в водах западного и восточного склонов плотность скоплений севриги была высока, то во время съемки были отмечены лишь единичные концентрации низкой плотности (0,48–0,96 экз/10000 м<sup>3</sup>) в водах запад-



Рис. 7. Распределение плотности скопления севруги на обследованной акватории Каспийского моря весной 2000–2002 гг., экз./10000 м<sup>3</sup>

ного склона, прилегающих к полуострову Аграханский, устью р. Сулак и г. Избербаш, и на восточном склоне — у м. Урдюк (рис. 7). В более южных участках вод обоих склонов севрюга в уловах отсутствовала.

В процессе весенней съемки 2002 г. в водах западного склона южной части моря на участке от Апшеронского полуострова до устья р. Кура было обнаружено только одно локальное скопление севрюги плотностью 0,48 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 7). Скопления большей плотности (до 0,96 экз/10000 м<sup>3</sup>) были отмечены южнее от устья р. Кура и далее вдоль косы Кюр-Дили.

В иранских территориальных водах наиболее значительные скопления севрюги наблюдались в юго-западной части прибрежных вод от Астары до Энзели с наибольшей плотностью 4,32 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 7). Вблизи устья р. Сефидруд и многочисленных мелких рек центральной части побережья Ирана и до залива Горган концентрации севрюги не превышали 1,44 экз/10000 м<sup>3</sup>.

Весной 2002 г. основные скопления севрюги в водах восточного склона южной части Каспийского моря были расположены западнее и юго-западнее банки Грязный Вулкан и в водах, смежных с иранскими (рис. 7).

Наибольшая плотность скоплений севрюги на исследованной акватории достигала 2,88 экз/10000 м<sup>3</sup>. Другие районы этой части моря характеризовались малочисленными локальными скоплениями плотностью до 0,48 экз/10000 м<sup>3</sup>.

### **Распределение севрюги весной 2005–2013 гг.**

В силу обстоятельств, указанных выше, после 2002 г. площадь, обследуемая траловыми съемками, значительно сократилась (рис. 4б, 5а). Результаты траловых съемок, проведенных судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») показали, что в северо-западной мелководной части моря наблюдались скопления севрюги высокой плотности  $\boxtimes$  в водах, прилегающих к острову Малый Жемчужный, западнее банки Средняя Жемчужная и севернее банки Большая Жемчужная, острова Чистая Банка и свала Сухобелинского (рис. 8). Средняя плотность скоплений севрюги на отдельных локальных участках моря варьировала от 0,48 до 3,93 экз/10000 м<sup>3</sup>. В глубоководной северной части Каспийского моря выявлены устойчивые скопления рыб в районе банки Кулалинская и в водах, смежных со средней частью моря, где средняя локальная плотность севрюги варьировала от 0,12 до 0,32 экз/10000 м<sup>3</sup>.

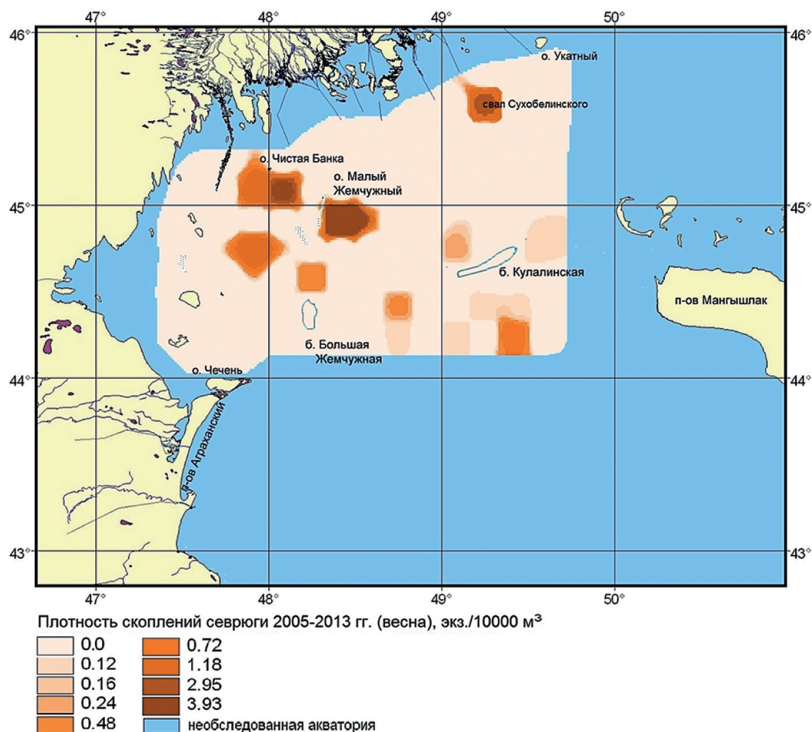


Рис. 8. Распределение плотности скоплений севрюги на обследованной акватории Каспийского моря весной 2005–2013 гг., экз./10000 м<sup>3</sup>

Многолетние исследования свидетельствуют о сокращении численности севрюги в Каспийском море. С 2005 по 2013 гг. ее численность в северо-западной части и на западном склоне средней части Каспийского моря упала с 4,9 до 1,19 млн экз. (Сафаралиев, 2012; Довгопол и др., 2015). Это повлияло на точность оценок запасов по весенним траловым съемкам в северной части Каспийского моря, когда при невысокой численности рыб количество результативных тралений сокращается и получаемая картина распределения недостаточно показательна. Для выявления более полной картины по распределению севрюги в 2005–2013 гг. в мелководной северо-западной части моря был проведен сетной лов параллельно с весенней траловой съемкой на акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (рис. 5б). На рис. 9 показано распределение плотности скоплений севрюги в северной части Каспийского моря весной 2005–2013 гг., характеризующее количество рыб, пойманных за одну сетепостановку. Эти данные частично подтвердили полученные ранее резуль-

таты траловых съемок. Севрюга весной образовывала в исследованных районах скопления повышенной плотности вблизи островов Чистая Банка и Малый Жемчужный и свала Сухобелинского (рис. 9). Она встречалась во всех водах, прилегающих к аванделте р. Волга: от входа в Волго-Каспийский канал до свала острова Укатный, где наблюдались наибольшие значения плотности скоплений в сетных орудиях лова — 8,0–9,3 экз./сетепостановку.

Результаты сетных съемок 2005–2013 гг. позволили установить миграционные пути севриги от мест зимовки к местам летнего нагула. Обнаруженные скопления мигрирующих рыб южнее о. Тюлений и района банок Тюленья и Часовая, севернее банки Средняя Жемчужная и у острова Малый Жемчужный свидетельствуют, что миграция севриги из глубоководной северной части моря и западного склона средней части моря в мелководную северную часть моря происходит двумя миграционными трассами — вдоль западного берега моря у побережья респу-

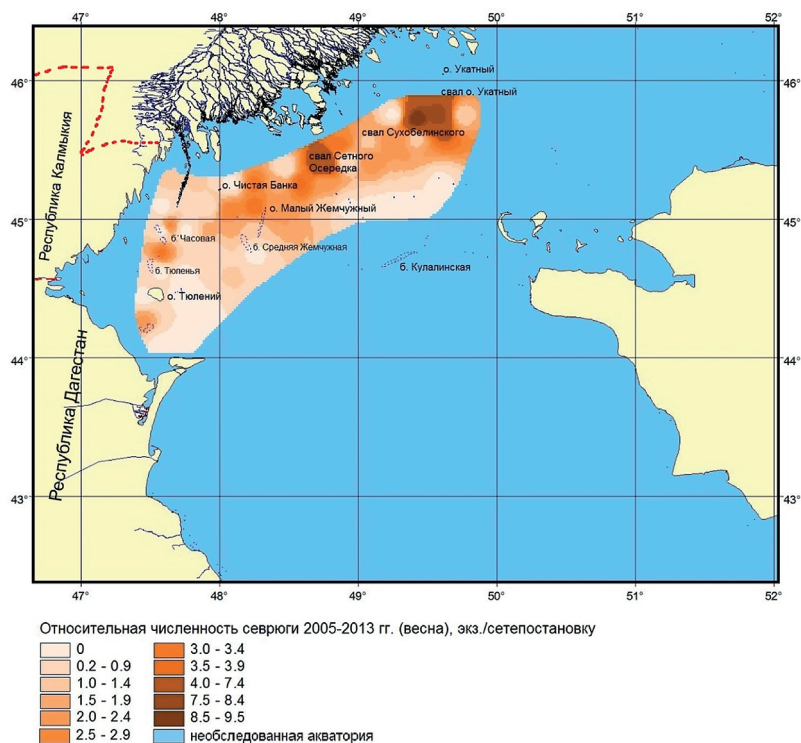


Рис. 9. Распределение плотности скоплений севриги на обследованной части Каспийского моря весной 2005–2013 гг., экз./сетепостановку

блик Дагестан и Калмыкия и через воды, прилегающие к банке Средняя Жемчужная и острову Малый Жемчужный (рис. 9).

### Распределение севрюги летом 2000–2007 гг.

Результаты летних траловых съемок в 2000–2007 гг. показали, что севрюга осваивала практически всю мелководную северную часть Каспийского моря (рис. 10). Устойчивые нагульные концентрации севрюги наблюдались от острова Тюлений до входа в Урало-Каспийский канал (воды возле островов Тюлений, Чистая Банка и Малый Жемчужный, выходов банков Белинский и Кировский, свала Хохладского и острова Укатный и на всей Уральской бороздине). Средние значения локальных плотностей за период 2000–2007 гг. варьировали от 0,19 до 7,87 экз/10000 м<sup>3</sup>.

В 2002–2007 гг. распределение севрюги в глубоководной северной части Каспийского моря было мозаичным (рис. 10). Выделялись четыре крупных скопления: 1) южнее банки Большая Жемчужная и восточнее острова Чечень; 2) восточнее банки Большая Жемчужная; 3) западнее банки Кулалинская; 4) юго-западнее острова Кулалы. В этих местах плотность летних нагульных скоплений составляла от 0,07 до 0,5 экз/10000 м<sup>3</sup>. Наибольшие локальные средние плотности севрюги выявлены у островов Чечень и Кулалы (0,5 экз/10000 м<sup>3</sup>).

Исследования 2000–2007 гг. в средней части Каспийского моря подтвердили установленные в 1960–1980-х гг. закономерности летнего распределения севрюги в этой части моря (рис. 10). На большей части обследованной акватории севрюга малочисленна и ее нагульные площади невелики. Как и в прошлые десятилетия, наиболее привлекательными для летнего нагула севрюги были воды, прилегающие к полуострову Аграханский, расположенному на западном склоне средней части Каспийского моря. В этих водах отмечены наибольшие значения плотности, достигавшие до 0,69 экз/10000 м<sup>3</sup>. В прибрежных водах от устья р. Сулак до г. Избербаш скопления рыб были малой плотности  $\times$  0,10–0,16 экз/10000 м<sup>3</sup>. Южнее г. Избербаш и до г. Дербент в 2000–2007 гг. севрюга в уловах не встречалась. У побережья Республики Азербайджан скопления севрюги были незначительны с плотностью 0,10–0,24 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 10).

Наименьшая плотность скоплений севрюги в средней части Каспийского моря в 2000–2007 гг., по данным летних траловых съемок, наблюдалась на восточном склоне. В эти годы локальные скопления севрюги формировала только в водах, прилегающих

к мысу Сагындык (рис. 10), со средней плотностью за период исследований 0,16 экз/10000 м<sup>3</sup>.

Летом 2001–2006 гг. севрюга была широко распространена в обследованных районах южной части Каспийского моря.

В водах, прилегающих к западному склону южной части моря, в 2001–2006 гг. скопления севрюги формировались, начиная от

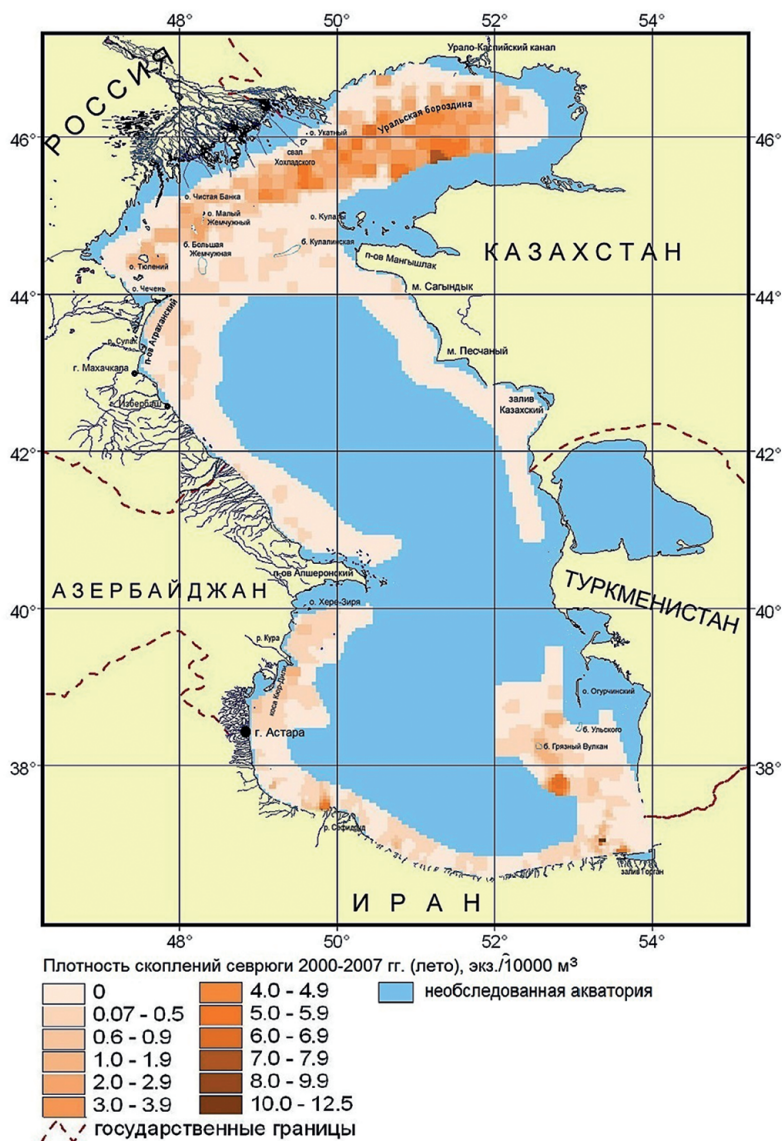


Рис. 10. Распределение плотности скоплений севрюги в Каспийском море летом 2000–2007 гг., экз./10000 м<sup>3</sup>

острова Хере-Зиря до г. Астара. Средние локальные плотности ее скоплений в эти годы варьировали от 0,12 до 0,96 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 10). Наибольшая плотность скоплений севрюги была у устья р. Кура, которая являлась одной из ее основных нерестовых рек в южной части моря (Державин, 1922; Борзенко, 1932, 1961, 1964; Магеррамов, 2000). Большая часть особей осваивала глубины менее 100 м. Единичное скопление рыб на глубине 150 м со средней плотностью за период исследований 0,24 экз/10000 м<sup>3</sup> было обнаружено вблизи косы Кюр-Дили.

Результаты осетровых съемок, проведенных в 2001, 2004–2006 гг., в водах, прилегающих к иранскому побережью, показали, что скопления севрюги формируются вдоль всей обследованной акватории со средними локальными плотностями 0,16–12,48 экз/10000 м<sup>3</sup> на глубинах не более 100 м (рис. 10). Наиболее плотные ее скопления были обнаружены у устья р. Сефидруд и на востоке иранских вод, где их плотность варьировала от 5,9 до 12,48 экз/10000 м<sup>3</sup>.

В водах восточного склона южной части моря основные нагульные концентрации севрюги летом 2001–2005 гг. формировались в районах, расположенных от банки Ульского до банки Грязный Вулкан и южнее (рис. 10). Средняя плотность скопления рыб здесь составляла 0,10–6,24 экз/10000 м<sup>3</sup>. Единичные скопления севрюги обнаружены западнее острова Огурчинский, их средняя плотность составляла 0,12–0,16 экз/10000 м<sup>3</sup>.

### **Распределение севрюги летом 2008–2013 гг.**

В 2008–2013 гг. траловые съемки, проведенные в северной части моря судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (рис. 5 в), выявили сокращение летних нагульных площадей и плотности скоплений севрюги на отдельных участках. Установлено, что в северо-западной мелководной части Каспийского моря распределение устойчивых скоплений севрюги было мозаичным (рис. 11), в отличие от 2000–2007 гг., когда особи этого вида осваивали практически все мелководье с глубинами до 10,0 м (рис. 10). В 2008–2013 гг. площадь скоплений севрюги значительно сократилась. Концентрации этого вида были обнаружены в водах, прилегающих к островам Чистая Банка и Малый Жемчужный, на свалах глубин Сухобелинского и Белинского банков. В эти годы средняя локальная плотность скоплений варьировала от 0,08 до 3,93 экз/10000 м<sup>3</sup> с наибольшим значением у северной оконечности острова Малый Жемчужный.

В глубоководной северной части моря севрюга была представлена малочисленными, небольшими по площади скопленни-

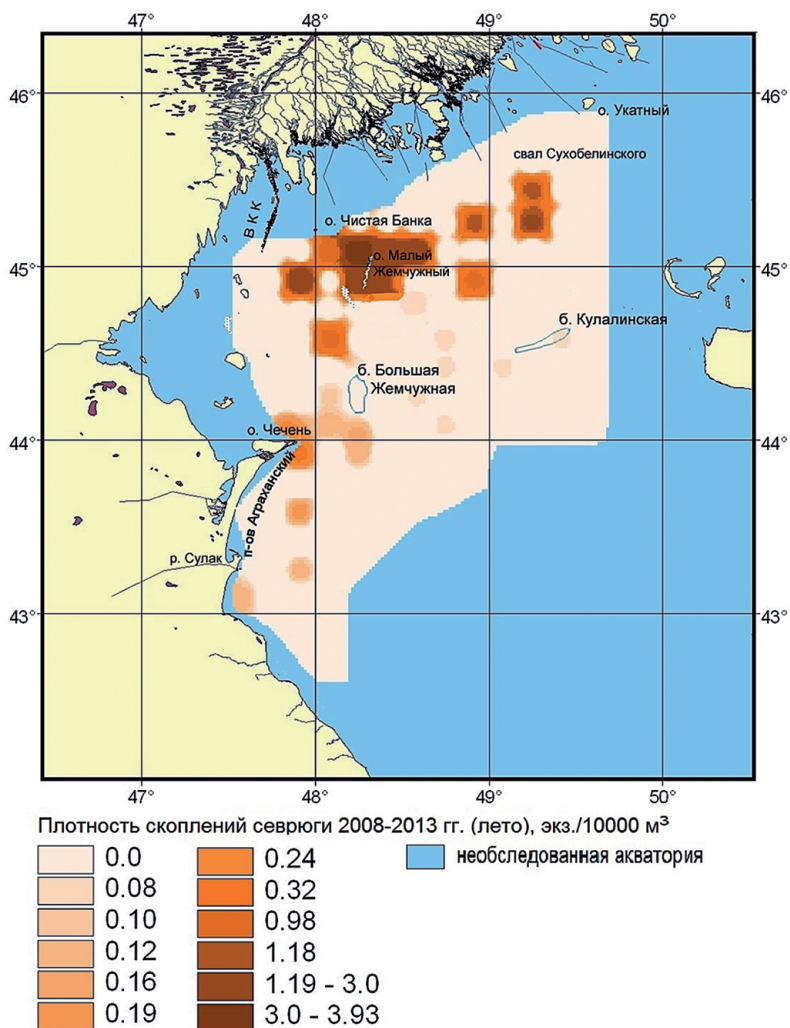


Рис. 11. Распределение плотности скоплений севрюги в Каспийском море летом 2008–2013 гг., экз./10000 м<sup>3</sup> (поднять чуть вверх б. Кулалинская)

ями у банки Кулалинская и в центральной части этого района. Средняя плотность отдельных скоплений за период исследований составляла не более 0,08 экз./10000 м<sup>3</sup>. Максимальная плотность здесь, как и в 2000–2007 гг., была на восточном склоне острова Чечень и составляла 0,24 экз./10000 м<sup>3</sup> (рис. 11).

Характер летнего распределения севрюги в водах западного склона средней части Каспийского моря в 2007–2013 гг. не претерпел существенных изменений в сравнении с предыдущими годами исследований. На этом участке моря вид был малочислен

и его нагульные площади невелики. Наибольшие плотности скоплений отмечены у острова Чечень, т. е. в районе, смежном с глубоководной северной частью моря. Средняя плотность здесь составила 0,32 экз/10000 м<sup>3</sup>. В 2000–2007 гг. она была вдвое выше — 0,69 экз/10000 м<sup>3</sup>. Плотность скоплений севрюги у полуострова Аграханский и устья Сулак не превышала 0,19 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 11).

### Распределение севрюги осенью 2000–2005 гг.

Результаты траловых съемок в северной мелководной части моря показали, что плотность скоплений и нагульные площади севрюги осенью были меньше, чем летом 2000–2007 гг., ее распределение было мозаично и представлено локальными скоплениями, протянувшимися от о. Тюлений на восток до Уральской борозды, со средней плотностью до 0,48–5,9 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 12). В северо-западной части скопления наибольшей плотности об-

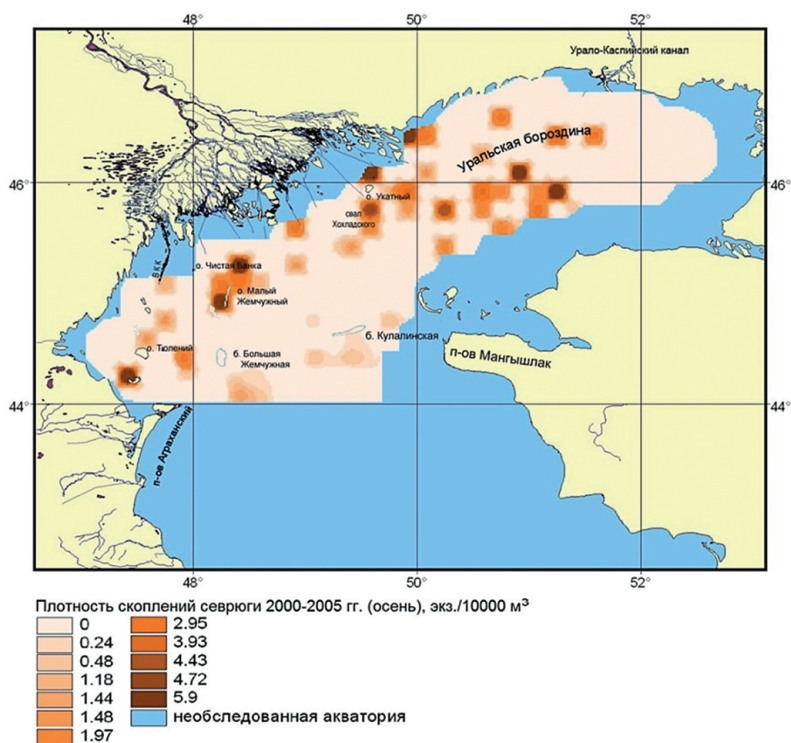


Рис. 12. Распределение плотности скоплений севрюги в Каспийском море осенью 2000–2005 гг., экз/10000 м<sup>3</sup>

наружены в водах, прилегающих к островам Тюлений, Малый Жемчужный и Укатный. В северо-восточной мелководной части моря скопления были разрежены с небольшим увеличением их встречаемости в южном районе Уральской бороздины. Осенние скопления севрюги в глубоководной северной части Каспийского моря по результатам съемок 2002–2003 гг. формировались в водах, прилегающих кб. Кулалинская, при средней их плотности за период исследований 0,24–0,48 экз/10000 м<sup>3</sup>, наибольшая плотность скоплений была обнаружена южнее банки Большая Жемчужная и составляла 1,44 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 12).

### Распределение севрюги осенью 2006–2013 гг.

Осенними траловыми съемками в мелководной северо-западной части Каспийского моря было установлено, что плотность скоплений севрюги и их площадь значительно сократились по сравнению с соответствующим сезоном 2000–2005 гг. Скопления были обнаружены западнее банки Средняя Жемчужная, севернее острова Малый Жемчужный, у входа в Кировский банк и южнее свала Хохладского (рис. 13). Средняя плотность отдельных скоплений на участках моря варьировала от 0,84 до 2,95 экз/10000 м<sup>3</sup>.

Подводя итоги анализа результатов траловых съемок, проведенных в 2000–2008 гг., можно утверждать, что севрюга осваивала практически всю обследованную часть Каспийского моря, за исключением вод, прилегающих к восточному склону средней части моря от мыса Песчаный до залива Казахский, где за весь период исследований не было обнаружено ни одной особи этого вида. Основные места скоплений севрюги относительно высокой плотности круглогодично наблюдались в северной и южной частях Каспийского моря.

Плотность скоплений каспийской севрюги и их площадь изменяются в течение года, что согласуется с существующими представлениями об особенностях ее сезонных миграций. Осенью она мигрирует из северной части моря в среднюю и южную части, а весной, наоборот, из южной и средней частей в северную (Борзенко, 1942; Державин, 1947; Пискунов, 1965; Шубина, 1972, 1974; Легеза, 1973; Пальгуй, 1986; Shubina et al., 1989; Ходоревская и др., 2007а; Сафаралиев, Зыкова, 2010а; Сафаралиев, Зыкова, 2010б; Зыкова, Коноплева, 2011; Лепилина и др., 2011; Сафаралиев, 2012; Ходоревская и др., 2014а).

Весной в мелководной северной части Каспийского моря севрюга, идущая на нерест, появляется в предустьевых пространствах рек Волги и Урала, общая площадь ее скоплений состав-

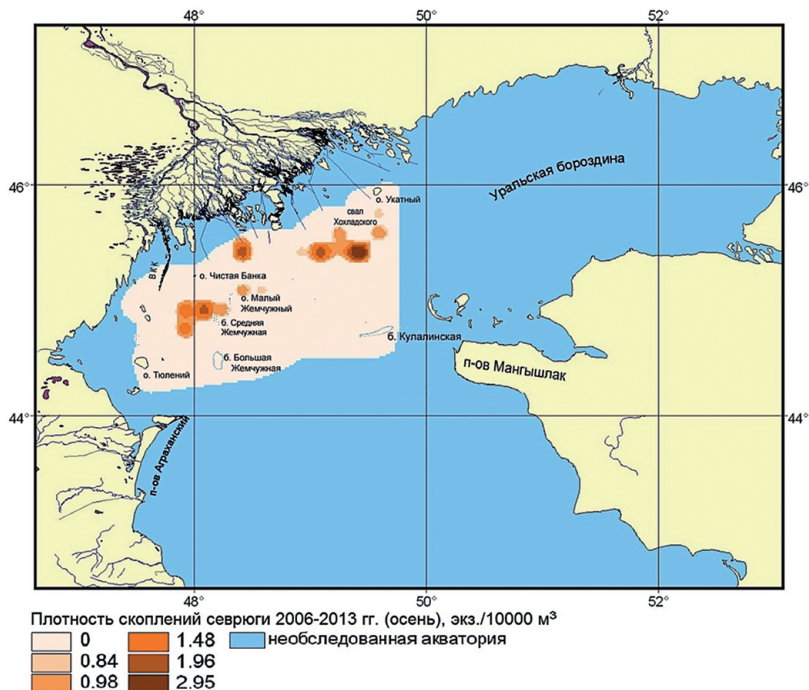


Рис. 13. Распределение плотности скоплений севрюги в Каспийском море осенью 2006–2013 гг., экз./10000 м<sup>3</sup>

ляла около 14,4 тыс. км<sup>2</sup>. Летом плотность скоплений возроста- ла. Устойчивые летние нагульные концентрации наблюдались от острова Тюлений до Уральской бороздины, занимая суммарную площадь около 38,8 тыс. км<sup>2</sup> мелководной части. Осенью нагуль- ные площади сокращались до 9,8 тыс. км<sup>2</sup>, а плотность скоплений не превышала 5,9 экз/10000 м<sup>3</sup>.

В глубоководных районах северной части моря зимой пло- щадь зимовальных скоплений составляла 2,9 тыс. км<sup>2</sup>. Весной, по мере миграции в мелководную часть, площадь скоплений со- кращалась до 1,6 тыс. км<sup>3</sup>, а летом — снова увеличивались до 4,8 тыс. км<sup>3</sup>. Осенью севрюга занимала наименьшую площадь в этой части моря — около 0,96 тыс. км<sup>2</sup>.

Плотность скоплений севрюги и их площадь в средней части Каспийского моря, по сравнению с другими исследованными ча- стями моря, минимальны в течение большей части года (зимой, весной и летом). Основные места концентраций севрюги в этой части моря не изменились. Как было отмечено ранее (Пискунов, 1965; Легеза, 1973; Павлов, Захаров, 1971; Пальгуй, 1986; Легеза и др., 1989) наиболее плотные скопления формировались у полу-

острова Аграханский и у восточной оконечности острова Чечень, но их плотность с годами сокращалась. Снизилась плотность скоплений и на восточном склоне средней части моря.

В южной части моря зимой, весной и летом севрюга осваивала все прибрежные воды, но плотность и площадь скоплений были неодинаковы в разных районах этой части моря. Зимой площадь зимовальных концентраций на западном склоне составляла около 5,0 тыс. км<sup>2</sup>, в водах вдоль иранского побережья площадь скоплений севрюги была около 6,0 тыс. км<sup>2</sup>, а скопление наибольшей площади наблюдалось на восточном склоне — 9,3 тыс. км<sup>2</sup>. Весной площадь концентраций севрюги на восточном склоне сокращалась до 6,5 тыс. км<sup>2</sup> в связи с перераспределением рыб в воды иранского и западного склонов, где общая площадь скоплений составляла 12,7 тыс. км<sup>2</sup>. Эта особенность ее поведения была отмечена в более ранних исследованиях. Было установлено, что севрюга в конце зимы, но чаще ранней весной, мигрировала к местам размножения вдоль иранских берегов с восточного склона южной части моря, сосредотачиваясь в больших количествах в юго-западной части Каспийского моря (Легеза, 1973).

Обобщение данных о сезонном распределении севрюги в 2005–2013 гг. на акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (рис. 5), показало, что наиболее значимыми в северо-западной мелководной части Каспийского моря весной, летом и осенью являются воды, прилегающие к островам Чистая Банка и Малый Жемчужный. Как и в предыдущие годы, отмечена сезонная динамика величины нагульных площадей, занимаемых севрюгой. Весной севрюга занимает около 2,8 тыс. км<sup>2</sup>, летом нагульные площади увеличиваются до 5,2 тыс. км<sup>2</sup>. Осенью, в связи с миграцией в среднюю и южную часть моря, площади, используемые севрюгой, вновь сокращаются до 2,8 тыс. км<sup>2</sup>.

Таким образом, современные данные о сезонном распределении севрюги в 2000–2013 гг. подтвердили ранее сформулированное положение о том, что оно характеризуется стабильной локализацией мест концентрации и нестабильной плотностью скоплений рыб, зависящей от их численности (Ходоревская и др., 2007а; Ходоревская и др., 2014а), которая на протяжении последних лет катастрофически снижалась.

### 4.3. МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЗОННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ СКОПЛЕНИЙ СЕВРЮГИ

#### Межгодовые изменения зимнего распределения плотности скоплений севрюги

В 2003–2007 гг. на обследованной акватории Каспийского моря (рис. 4) наблюдалось уменьшение средней плотности скоплений севрюги зимой в северной части моря в 26 раз, в средней — в 2 раза и южной — 1,3 раза. Средняя плотность скоплений севрюги по всей этой акватории за 4 года сократилась в 4,8 раза. Установлено, что наиболее многочисленные скопления севрюги находятся в северной и южной частях моря, где их средняя плотность в 2003–2007 гг. составила  $0,14 \pm 0,04$  и  $0,24 \pm 0,04$  экз/10000 м<sup>3</sup> соответственно, в средней части моря этот показатель был ниже (табл. 6).

Таблица 6. Средние значения плотности скоплений севрюги на обследованной акватории Каспийского моря в зимний период (2003–2007 гг.), экз/10000 м<sup>3</sup>

Годы	Глубоководная северная часть моря	Средняя часть моря	Южная часть моря	Среднее по всей обследованной акватории
2003	$0,52 \pm 0,16$	$0,08 \pm 0,03$	$0,28 \pm 0,06$	$0,24 \pm 0,04$
2004	$0,12 \pm 0,05$	$0,16 \pm 0,06$	$0,22 \pm 0,06$	$0,18 \pm 0,04$
2005–2006	$0,08 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,04$	н/д	$0,08 \pm 0,03$
2007	$0,02 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,06$	н/д	$0,05 \pm 0,03$
<b>Среднее</b>	<b><math>0,14 \pm 0,04</math></b>	<b><math>0,11 \pm 0,03</math></b>	<b><math>0,24 \pm 0,04</math></b>	<b><math>0,17 \pm 0,02</math></b>

#### Межгодовая динамика плотности скоплений севрюги в весенний период

Изменения по годам средней плотности скоплений севрюги на обследованной акватории в северной части Каспийского моря весной в 2000–2002 гг. были обусловлены колебанием сроков начала ее весенних миграций из глубоководного района северной частей моря в мелководный (табл. 7). Средняя плотность скоплений в 2000 и 2001 гг. в мелководной части была выше, чем в 2002 г. в 5,7 и 5,2 раза, соответственно (табл. 7).

Падение численности севрюги на акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») (рис. 5а и 5б), более чем в 4 раза за период

Таблица 7. Средние значения плотности скоплений севрюги на обследованной акватории северной части Каспийского моря в весенний период (2000–2013 гг.), экз/10000 м<sup>3</sup>

Годы	Северная мелководная часть			Северная глубоковод- ная часть	Среднее по всей обследованной акватории
	северо- западная часть	северо- восточная часть	среднее		
2000	0,83±0,28	0,95±0,33	0,92±0,22	н/д	0,92±0,22
2001	0,63±0,26	1,18±0,42	0,83±0,23		0,83±0,23
2002	0,12±0,09	0,18±0,11	0,16±0,07		0,20±0,05
2003	н/д				
2004	н/д				
2005	0,30±0,28		0,30±0,28	0,13±0,06	0,20±0,13
2006	0		0	0,05±0,03	0,04±0,02
2007	0,28±0,20		0,28±0,20	0,01±0,01	0,20±0,14
2008	0,30±0,30		0,30±0,30	н/д	0,30±0,30
2009	0	н/д	0	0	0
2010	0		0	0,03±0,03	0,02±0,02
2011	0		0	0	0
2012	0		0	0	0
2013	0,53±0,30		0,53±0,30	0,034±0,02	0,18±0,15

2005–2013 гг. (Сафаралиев, 2012; Довгопол и др., 2015) повлияло на результативность траловых съемок в северной части Каспийского моря. В отдельные годы при малом количестве особей в мелководном районе весной траления были не результативны (табл. 7).

В целом можно констатировать, что средняя плотность скоплений севрюги в северной части Каспийского моря на обследованной акватории, уменьшилась в течение 2000–2002 гг. (табл. 7). В 2005–2013 гг. наблюдались значительные колебания средней плотности (0,02–0,30 экз/10000 м<sup>3</sup>), которые объясняются неполным обследованием северной части моря (отсутствуют данные по мелководной северо-восточной части моря). Так же на неопределенность полученных показателей повлияло падение численности популяции севрюги в Каспийском море, сопровождавшееся уменьшением вероятности поимки рыбы контрольными тралами до нуля в отдельные годы в западном районе мелководной северной части моря (табл. 7).

### Межгодовая динамика плотности скоплений севрюги в летний период

В мелководной северной части Каспийского моря средние значения плотности скоплений севрюги возрастали с 2000 по 2001 гг. с последующим снижением в 2002–2005 гг. В 2006 и 2007 гг. наблюдалось увеличение этого показателя до уровня 2000 г. (табл. 8).

Таблица 8. Средние значения плотности скоплений севрюги на обследованной акватории северной части Каспийского моря (рис. 4) в летний период 2000–2007 гг. (экз/10000 м<sup>3</sup>)

Годы	Северная мелководная часть моря		Среднее по северной мелководной части	Глубоководная северная часть моря
	Северо-западная часть	Северо-восточная часть		
2000	0,95±0,33	2,95±0,82	1,97±0,46	н/д
2001	2,9±0,74	2,81±0,55	2,86±0,46	
2002	1,19±0,39	2,42±0,43	1,85±0,30	0,04±0,04
2003	0,71±0,25	1,01±0,31	0,88±0,20	0,08±0,03
2004	0,18±0,12	0,88±0,24	0,59±0,15	0,11±0,03
2005	0,30±0,15	0,53±0,26	0,41±0,13	0,07±0,04
2006	0,30±0,16	1,18±0,28	0,84±0,19	0,08±0,04
2007	1,18±0,64	2,78±0,60	1,97±0,44	0,08±0,04
<b>Среднее</b>	<b>0,95±0,14</b>	<b>1,72±0,16</b>	<b>1,39±0,11</b>	<b>0,08±0,01</b>

Результаты траловых съёмок показали, что в отдельные годы значение средней плотности скоплений севрюги в северо-восточной части были выше, чем в северо-западной в 1,4–4,9 раза (табл. 8).

В глубоководной северной части Каспийского моря средняя плотность скоплений севрюги в 2002–2004 гг. немного увеличилась с последующим понижением в 2005 г., в 2005–2007 гг. она стабилизировалась (табл. 8).

Средняя плотность скоплений севрюги в северо-западной мелководной части Каспийского моря летом с 2008 по 2009 гг. увеличивалась, а затем, вплоть до 2013 г. оставалась относительно стабильной, минимальное значение плотности было в 2008 г. (табл. 9).

В глубоководном районе северной части и на западном склоне средней части Каспийского моря в 2008–2013 гг. средние значения плотности скоплений севрюги были низки (табл. 9). В связи со снижением численности севрюги и, следовательно, малыми уловами при проведении съёмок в отдельные годы средние величины были равны нулю, а значения ошибки средних величин составляли в отдельные годы 100% от среднего значения.

На акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), средняя плотность севрюги в период 2009–2013 гг. варьировала от  $0,14 \pm 0,10$  до  $0,23 \pm 0,10$  экз/10000 м<sup>3</sup> и не выражалась положительной или отрицательной динамикой в явном виде (табл. 9).

Таблица 9. Средние значения плотности скоплений севрюги на акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), в летний период (2008–2013 гг.), экз/10000 м<sup>3</sup>

Годы	Северная часть моря		Западный склон средней части моря	Среднее по всей обследованной акватории
	западная мелководная часть	глубоководная часть		
2008	0,09±0,09	0,07±0,03	0,03±0,02	0,07±0,04
2009	0,38±0,21	0,02±0,02	0	0,21±0,11
2010	0,41±0,25	0,04±0,02	0,03±0,02	0,20±0,11
2011	0,30±0,20	0	0,03±0,02	0,14±0,10
2012	0,44±0,33	0,03±0,02	0,01±0,01	0,23±0,10
2013	0,33±0,16	0	0,02±0,02	0,19±0,09
<b>Среднее</b>	<b>0,32±0,08</b>	<b>0,03±0,01</b>	<b>0,02±0,007</b>	<b>0,17±0,04</b>

Сравнение средней плотности скоплений севрюги за два представленных периода 2000–2007 гг. и 2008–2013 гг. показало ее сокращение в западном мелководном и в глубоководном районах северной части Каспийского моря (табл. 8, 9) почти в 3 и 2,5 раза, соответственно, несмотря на некоторое увеличение показателя в западных мелководных районах в 2007 и 2009–2013 гг. Вероятной причиной увеличения плотности в западных мелководных районах моря могло послужить частичное перераспределение севрюги с востока на запад. Сходный процесс перераспределения, но в обратную сторону, был отмечен в 1990-х гг. (Красиков, Федин, 1996; Сливка и др., 2000) и в наших материалах за 2000–2007 гг., когда основные скопления севрюги пере-

местились из западной части в восточную. Отсутствие данных и совместных исследований прикаспийских стран не позволяет однозначно объяснить выявленную динамику. Недостаточность информации по другим районам моря также вносит неопределенность в оценку запасов севрюги в Каспийском море, так как этот вид является трансграничным и способен мигрировать на большие расстояния (Ходоревская и др., 2007а).

Средняя плотность скоплений севрюги на восточном склоне южной части Каспийского моря в 2001, 2003, 2004 гг. была выше, чем на западном, а в 2002 и 2005 гг., наоборот, меньше. В среднем в 2001–2006 гг. плотность скоплений севрюги летом на восточном склоне была больше, чем на западном (табл. 10). В прибрежных водах Ирана средняя плотность скоплений севрюги в 2001, 2004–2006 гг. составила  $0,25 \pm 0,07$  экз/10000 м<sup>3</sup>. Прослеживается тенденция к снижению средней плотности скоплений по годам по всей обследованной акватории южной части Каспийского моря с  $1,55 \pm 0,74$  до  $0,13 \pm 0,03$  экз/10000 м<sup>3</sup> (табл. 10).

Анализ межгодовой динамики средней плотности скоплений севрюги в летний период в разных частях моря в 2000–2007 гг. показал, что плотность нагульных скоплений севрюги в северной и южной частях Каспийского моря была выше, чем в средней части (табл. 11). При этом выявлена общая тенденция снижения средней плотности во всех частях моря, за исключением 2007 г.,

Таблица 10. Средние значения плотности скоплений севрюги на обследованной акватории южной части Каспийского моря в летний период (2001–2006 гг.), экз/10000 м<sup>3</sup>

Годы	Южная часть моря			Среднее по всей обследованной акватории
	западный склон	восточный склон	зона ответственности Ирана	
2001	0	$1,55 \pm 0,74$	$1,80 \pm 1,0$	$1,55 \pm 0,74$
2002	$0,33 \pm 0,12$	$0,31 \pm 0,10$	н/д	$0,31 \pm 0,10$
2003	$0,12 \pm 0,05$	$0,21 \pm 0,08$	н/д	$0,21 \pm 0,08$
2004	$0,14 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,03$	$0,08 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,03$
2005	$0,25 \pm 0,07$	$0,19 \pm 0,06$	$0,25 \pm 0,10$	$0,19 \pm 0,06$
2006	$0,23 \pm 0,07$	$0,13 \pm 0,03$	$0,06 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,03$
<b>Среднее</b>	<b><math>0,20 \pm 0,03</math></b>	<b><math>0,23 \pm 0,04</math></b>	<b><math>0,25 \pm 0,07</math></b>	<b><math>0,23 \pm 0,04</math></b>

Таблица 11. Средние значения плотности скоплений севрюги на обследованной акватории Каспийского моря в летний период (2000–2007 гг.), экз/10000 м<sup>3</sup>

Годы	Части Каспийского моря		
	северная	средняя	южная
2000	1,97±0,46*	0,02±0,02**	н/д
2001	2,86±0,46*	0,48±0,48	1,55±0,74
2002	1,61±0,26	0,05±0,03	0,31±0,10***
2003	0,74±0,17	0,05±0,02	0,21±0,08***
2004	0,51±0,13	0,06±0,02	0,15±0,03
2005	0,33±0,11	0,03±0,02**	0,19±0,06
2006	0,70±0,15	0,01±0,01	0,13±0,03****
2007	1,57±0,35	0,02±0,02**	н/д
<b>Среднее</b>	<b>1,20±0,10</b>	<b>0,04±0,01</b>	<b>0,23±0,04</b>

\* Обследованы только мелководный район северной части моря.

\*\* Обследован только западный склон средней части моря.

\*\*\* Не обследована зона ответственности Ирана.

\*\*\*\* Не обследован восточный склон.

когда в северной части этот показатель увеличился с  $0,70 \pm 0,15$  до  $1,57 \pm 0,35$  экз/10000 м<sup>3</sup>.

### Межгодовая динамика плотности скоплений севрюги в осенний период

Осенью в 2000–2005 гг. плотность скоплений севрюги была выше в северо-восточной мелководной части Каспийского моря, где ее среднее значение за указанный период составило  $0,57 \pm 0,14$  экз/10000 м<sup>3</sup> (табл. 12). Средняя плотность скоплений осенью за отдельные годы наблюдений уменьшалась, аналогично тому, как это наблюдалось и в летний период (табл. 8 и 12). Среднее значение плотности по всей обследованной мелководной северной части моря снизилось в 1,7 раза (табл. 12).

Средняя плотность скоплений севрюги в 2006–2013 гг. в мелководной северной части Каспийского моря снизилась в 3 раза, что вызвано общим падением ее численности в море (табл. 12).

Полученные результаты сезонных осетровых съемок показали, что общий характер распределения севрюги в Каспийском море в 2000–2013 гг. не претерпел существенных изменений по сравнению с 1960–1990-ми гг. Северная и южная части Каспийского

Таблица 12. Средние значения плотности скоплений севрюги в мелководных районах северной части Каспийского моря в осенний период 2000–2013 гг., экз/10000 м<sup>3</sup>

Годы	Мелководные районы северной части Каспийского моря		Среднее по северной мелководной части
	северо-западная часть	северо-восточная часть	
2000	0,60±0,31	0,98±0,34	0,78±0,23
2001		н/д	
2002	0,34±0,18	0,56±0,20	0,46±0,13
2003	0,68±0,26	2,53±2,53	0,83±0,31
2004	0,44±0,26	0,09±0,09	0,25±0,13
2005	0,52±0,22	0,39±0,39	0,47±0,19
<b>Среднее за 2000–2005 гг.</b>	<b>0,51±0,11</b>	<b>0,57±0,14</b>	<b>0,53±0,09</b>
2006	0,36±0,25	н/д	–
2007	0,12±0,10	н/д	–
2008	0,12±0,09	н/д	–
2009	0,24±0,17	н/д	–
2010	0,18±0,12	н/д	–
2011	0,18±0,10	н/д	–
2012	0,15±0,11	н/д	–
2013	0,11±0,10	н/д	–
<b>Среднее за 2006–2013 гг.</b>	<b>0,17±0,04</b>	–	–

моря, как и ранее (Пискунов, 1965; Павлов, Захаров, 1971; Легеза, 1973; Пироговский, 1981; Пальгуй, 1984, 1986; Пальгуй и др., 1989; Сливка и др., 2000; Зыкова, 2004а; Ходоревская и др., 2007а), характеризовались наиболее высокими значениями плотности скоплений в зимние и летние сезоны года. Зимой наиболее плотные скопления севрюги были в южной части моря. Летом основная масса севрюги концентрировалась в его северной части. В средней части моря плотность скоплений севрюги зависит от времени года: зимой она больше, а летом в связи с миграцией рыб в северную часть моря на места нагула — меньше.

Анализ изменения распределения плотности скоплений севрюги по годам подтвердил выявленные в 1990-х гг. А.П. Сливка и др. (2000) и Г.Ф. Зыковой (2004) процессы перераспределения севрюги из северо-западной в северо-восточную мелководную

часть моря. Исследования 2000–2007 гг. показали, что летом в мелководных восточных районах северной части и Каспийского моря севрюга более многочисленна, чем в западных. Ряд исследователей (Красиков, Федин, 1996; Сливка и др., 2000) считали, что причинами перераспределения плотностей являлись значительные объемы нелегального промысла в западных участках северной и средней частей моря, наблюдавшиеся с начала 90-х гг. XX века, уменьшение зон гипоксии и распреснение водных масс в восточных участках.

Осенью в мелководной северной части Каспийского моря плотность скоплений севрюги снижается по сравнению с летними значениями, что связано с миграцией рыб из остывающих водных масс мелководья в более южные участки моря (глубоководный район северной части и средняя часть моря). Эта особенность севрюги отмечалась в других работах (Борзенко, 1942; Державин, 1947; Пискунов, 1965; Шубина, 1972, 1974; Легеза, 1973; Пальгуй, 1986; Shubina et al., 1989; Ходоревская и др., 2007а; Сафаралиев, Зыкова, 2010а; Сафаралиев, Зыкова, 2010б; Зыкова, Коноплева, 2011; Сафаралиев, 2012; Ходоревская и др., 2014а).

Наши исследования показали, что выявленная ранее тенденция сокращения плотности скоплений севрюги во всех частях Каспийского моря (Легеза и др., 1989; Красиков, Федин, 1996; Сливка и др., 2000; Чуканов и др., 2000; Ходоревская и др., 2007а) продолжается и непосредственно связана с сокращением общей численности вида в Каспийском море. Наиболее показательны результаты летних съемок, когда севрюга распределяется по всем доступным местам нагула в Каспийском море и формирует на них устойчивые скопления.

Результаты исследований в период, когда проводились сезонные траловые съемки только на акватории Каспийского моря, обследованной судами Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), не позволяют провести полный анализ динамики плотности скоплений севрюги, что обусловлено двумя причинами. Во-первых — севрюга является трансграничным далеко мигрирующим видом, способным, как показали наши данные, менять основные нагульные районы в северной части моря, что влияет на получаемые результаты. Во-вторых, сокращение абсолютной численности вида приводит к нерепрезентативным результатам съемок, т. е. к высокой стандартной ошибке. Приемлемая репрезентативность результатов достигается лишь при объединении данных в два периода по проведенным летним траловым осетровым съемкам и вычислении среднего значения плотности скоплений севрюги за 2000–2007 гг. и за 2008–2013 гг.

Такой подход позволил выявить продолжающееся сокращение численности севрюги в 2000 по 2013 гг. в мелководной западной и в глубоководной северной частях моря.

Полученные результаты свидетельствуют, что в 2000–2013 г. плотность скоплений севрюги уменьшалась во всех частях Каспийского моря. Основной причиной снижения плотности скоплений и, соответственно, численности вида и его запасов является фактически возобновленный с 1991 г. морской промысел осетровых в результате значительно возросших масштабов браконьерства в прибрежных зонах, где формируются основные скопления севрюги (Ходоревская и др., 2014а).

## ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

### 5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВЛИЯНИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

По литературным данным в период 1962–1967 гг. нижняя температурная граница обитания севрюги в Каспийском море находилась в пределах 2,4–6,5 °С в придонных водах, а верхняя — 24,5–27,0 °С (Легеза, 1968, 1972; Пискунов, 1965; Павлов, Захаров, 1971). По более поздним данным верхняя граница составляла 28,3 °С (Зыкова, 2004а). Это объясняется доступностью районов моря для контрольных траловых ловов и, в частности, минимальной глубиной в северной части моря в летний период. В 1962–1967 гг. исследования проводили при минимальной возможной глубине 6 м. Поздние исследования охватывали районы моря до минимальной глубины 2,5 м. Вследствие этого, появилась возможность уточнить верхнюю температурную границу обитания севрюги.

Установлено, что весенний прогрев вод обуславливал начало весенней миграции осетровых из средней в северную часть и из южной в среднюю часть Каспийского моря, а также подход рыб, остающихся в средней и южной частях моря, ближе к берегам (Легеза, 1972). При температурах ниже 7 °С подход осетровых в северную часть моря мог задерживаться. В западных районах северной части моря придонные температуры в 1962 г., по данным съемки, варьировали от 8,4 до 14,5 °С и при этом севрюга попадалась в больших количествах; в 1965 г. при температуре придонных вод 4,6–6,4 °С ее уловы были незначительными (Пискунов, 1965). В начале апреля (2001, 2002 гг.) при прогреве водных масс до 7,8–13,3 °С севрюга появлялась в водах северной части моря, в районах банок Большая Жемчужная, Кулалинская и Ракушечная и на юго-восточных границах Уральской бороздины. С достижением придонной температуры 14 °С севрюга распределялась по всей акватории мелководной северной части Каспийского моря: от о-вов Тюлений, Чистая Банка на западе до юго-восточных мелководий Казахстана, предпочитая районы многочисленных банок, островов и свалов выходов Главного, Кировского и Белинского банков (Зыкова, 2004а).

Летом в северной и средней частях Каспийского моря севрюга нагуливалась при температуре воды 20,0–28,3 °С, в южной

части — при 16,1–27,0 °С. Наибольшие уловы севрюги обнаружены в диапазоне температур 18,0–22,0 °С (Лебеза, 1972; Зыкова, 2004а). В восточных районах южной части Каспийского моря летом 2003 г. прослеживалась возрастная избирательность в выборе температуры нагула, большая часть половозрелых особей была выловлена в водах с придонной температурой 26,0–27,0 °С, а молодь — 22,0–24,0 °С (Левин, Камелов, 2004).

При осеннем охлаждении воды до 18,0–20,0 °С севрюга образует предзимовальные скопления (Лебеза, 1972), а с понижением температуры воды до 10,0 °С она мигрирует из мест нагула к местам зимовки, преимущественно (до 65,6% общей численности) в южные районы моря.

По приведенным литературным данным, при всей кажущейся эвритермности севрюги, она, по мнению ряда авторов (Лебеза, 1968, 1972; Зыкова, 2004а), является наиболее теплолюбивым видом из каспийских осетровых. Скопления и наибольшее число особей севрюги во всех участках моря встречены при наивысших значениях температур для данного месяца (Лебеза, 1968, 1972). Межвидовые различия в предпочитаемых температурах особенно отчетливо заметны летом. Если русский осетр встречался в северной части моря при колебании придонных температур от 9,3 до 23,5 °С, то температурный диапазон севрюги смещен в более высокие значения (14,0–28,3 °С). При осенней миграции из северной части моря севрюга начинала перемещаться на юг первой, в августе она держалась на мелководье у полуострова Аграханский. Зимой также прослеживалась избирательность температур у русского осетра и севрюги. Максимальное число особей русского осетра было обнаружено при придонных температурах 2,0–4,0 °С, а севрюги — 6,0–8,0 °С.

Сходная температурная избирательность у осетровых отмечена весной 1999 г. — севрюга встречалась при температуре придонной воды 12,1–14,0 °С, белуга — 11,1–13,0 °С, а русский осетр — 2,1–12,0 °С (Сливка и др., 2000). Авторы пришли к выводу, что температурный режим Каспийского моря является одним из основных факторов, определяющих пространственно-временное распределение севрюги.

Другого мнения о влиянии температуры на распределение осетровых, и в частности севрюги, придерживались И.А. Пискунов (1965), А.В. Павлов и С.С. Захаров (1971), считая, что осетровые встречаются в водах с температурой, варьирующей в широких пределах 4,5–27,0 °С, а распределение в основном обуславливается не температурой и соленостью, а глубиной и характером грунта, т. к. глубина и грунт определяют распределение донных животных, являющихся кормом осетровых.

Наиболее полно связь распределения осетровых и глубины была описана по материалам съемок в средней, южной и, частично, в северной частях Каспийского моря в 1962–1969 гг. (Легеза, 1968, 1972). Было обнаружено, что севрюга зимой и ранней весной обитает на глубинах 25–45 м, а поздней весной и летом — 15–20 м. Весной наибольшее число особей было поймано на глубине 15–20 м, летом — на 8 м, а осенью и зимой — на 15–30 и даже на 50 м.

В северо-западной части моря севрюга в апреле встречалась на глубинах 6–25 м, а в июне и июле — 6–17 м. В августе осетровые покидали этот район моря, мигрируя в среднюю часть моря, и наиболее плотные скопления оставшихся особей севрюги были в зоне с глубиной 11–25 м (Легеза, 1972; Пискунов, 1965; Павлов и Захаров, 1971).

В средней части Каспийского моря у западного побережья севрюга встречалась зимой и ранней весной на глубине — до 100 м, а у восточного побережья — до 50 м.

В южной части моря у западного побережья единичные особи севрюги встречались на глубинах 8–75 м. Весной наибольшее число ее особей выловлено тралом на глубине 50 м, а летом — 15–16 м. У восточного побережья она обнаружена в основном на глубине 6,5–50,0 м, изредка 60,0–75,0 м. Среднемесячные значения глубины обитания севрюги на протяжении года варьируют от 18 до 30 м с максимальными плотностями скоплений на глубинах 10,0–20,0 м (Легеза, 1968).

Отличия в распределении севрюги разных размеров и возраста в зависимости от глубины четко не прослеживаются, однако известно, что наиболее крупные особи придерживаются больших глубин, по-видимому, глубина является фактором, ограничивающим распределение (Пискунов, 1965).

Более поздние исследования подтвердили и уточнили связь распределения севрюги с глубиной мест нагула. Севрюга в весенний период в северной части Каспийского моря распределяется повсеместно, предпочитая районы многочисленных банок, островов и свалов с глубиной 2,1–10 м (Сливка и др., 2000; Зыкова, 2004а).

В 2001–2002 гг. в северо-каспийских водах концентрации севрюги в первую половину лета наблюдались на глубинах 5–13 м, во вторую половину — от 12,8 до 25,0 м, что связано, по-видимому, с повышенным прогревом вод на мелководных участках северной части моря (Зыкова, 2004а).

Работы, посвященные влиянию солености воды на распределение севрюги в Каспийском море, немногочисленны. Севрюга

встречается в широком диапазоне солености: от 0,5 до 14,6‰ (Пискунов, 1965; Павлов, Захаров, 1971; Легеза, 1972). Соленость воды более 8‰ и температуре свыше 28,3 °С является губительной для севрюги (Металлов, 2002; Зыкова, 2004а).

Наиболее изучено влияние солености воды на осетровых на первом году их жизни. По данным Р.Ю. Касимова (1980), морская вода с соленостью 5,0–7,5‰ на выработанные условные рефлексы не влияет, но при дальнейшем повышении солености наблюдается нарушение условно-рефлекторных реакций. Молодь русского осетра волжской и куринской популяций в возрасте 1,5–2 месяца выживает при резком переводе из пресной воды в воду с соленостью более 10‰ (Касимов и др., 1966; Краюшкина, 1967; Беляева, Болдырев, 1967; Болдырев, 1974), а при предварительной адаптации и ступенчато возрастающей солености сеголетки осетра без потерь выдерживают и до 14‰ (Краюшкина, 1967; Дюбин, Киселева, 1976).

Результаты ряда экспериментальных исследований показывают, что при различной солености и резко выраженных ее градиентах изменяется поведение и распределение молоди белуги и севрюги, сильно нарушается их двигательная и пищевая активность (Сбикин, Лапина, 1982; Цветков, Сбикин, 1983). Резкий переход в зону с соленостью более 8‰ предположительно вызывает гибель сеголеток осетровых во время их ската из р. Урал в Каспийское море (Песериди и др., 1979). С увеличением температуры воды солеустойчивость молоди осетровых несколько снижается (Болдырев, 1973).

Данные литературы о связи распределения осетровых с насыщенностью воды кислородом и характером донного грунта в морской период жизни весьма скудны. Установлено, что севрюга может обитать при значительных колебаниях содержания кислорода у дна 42,5–131,1%, а наибольшее число особей севрюги отмечено в северо-западной части Каспийского моря при содержании кислорода от 64,93 до 94,67% (Легеза, 1972).

Предпочтение осетровыми тех или иных грунтов, вероятно, связано с распределением кормовых организмов, приуроченных к определенному субстрату. Отмечено, что севрюга придерживается илистых и песчано-илистых грунтов, но может обитать на песчаных и ракушечных грунтах (Державин, 1922; Борзенко, 1942; Пискунов, 1965). В северной части моря она встречалась на песчаном и песчано-илистом грунтах. В средней части, на западном побережье, ее излюбленным грунтом был песчанистый ил, а в районе восточного берега — песок. В южной части моря у обоих побережий она попадалась преимущественно на илистых

и песчано-илистых грунтах, однако у восточного берега она заходила и на песчаные грунты (Легеца, 1972).

Анализ литературы показал, что исследователями не рассматривалось комплексное влияние факторов среды на распределение осетровых в Каспийском море или высказывались предположения о взаимосвязи некоторых факторов (температура — соленость, кормовые организмы — тип грунта). Таким образом, в настоящее время проблема комплексного влияния абиотических и биотических факторов на распределение севрюги в Каспийском море изучена недостаточно.

## 5.2. СВЯЗЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕВРЮГИ С КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ И КАЧЕСТВЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЗООБЕНТОСА, ТЕМПЕРАТУРОЙ И СОЛЕННОСТЬЮ ВОДЫ В МЕЛКОВОДНОЙ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Главными компонентами в рационе севрюги являются многощетинковые черви (*Nereididae*) и ракообразные (*Crustacea*), из которых нереис (*Hediste diversicolor*) превалирует (Молодцова, Полянинова, 2007; 2009). Доля *H. diversicolor* в пищевом комке в период 1996–2006 гг. варьировала от 52,9 до 62,5%, а ракообразных — от 24,7 до 29,9%. Из *Crustacea* севрюга использует в своем рационе мизид (*Mysida*), кумовых (*Cumacea*), гаммарид (*Gammaridea*), корофиид (*Corophiidae*) и крабов (*Rhithropanopeus harrisi*). Далее для краткости в данной работе выше перечисленные семейства и один вид краба объединены и будут именоваться как *Crustacea* (подтип — ракообразные). Остальные гидробионты (рыба и моллюски) имеют меньшее значение в питании севрюги. Возрастные изменения в питании севрюги в отличие, например, от русского осетра прослеживаются слабо, хотя в отдельные годы (1985 г.) молодь предпочитала ракообразных, взрослые — червей (Шорыгин, 1952; Полянинова, Кашенцева, 1986; Кравченко, Молодцова, 1998; Кашенцева и др., 2003; Молодцова, 2006).

Исследования пространственного распределения севрюги и отдельных групп бентических организмов выявили положительную связь между их количественными показателями в море (Сафаралиев и др., 2013). В северной мелководной части Каспийского моря за 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг. в летний период более высокие значения средней плотности скоплений севрюги и биомассы *Crustacea* и *H. diversicolor* формировались в северо-восточной части моря, чем северо-западной.

В северной части Каспийского моря развитие моллюска *Abra ovata* на локальных участках моря снижает доступность излю-

бленных объектов питания севрюги и увеличивает ее энергетические затраты на поиск пищи. В отдельных случаях при значительной биомассе и численности этого моллюска и одновременном наличии *H. diversicolor* накормленность севрюги была практически равна нулю (0,02‰) (Кашенцева, 1986). Однако, по другим данным, присутствие *A. ovata* в бентосе не является однозначно отрицательным фактором для нагула севрюги во всех районах Каспийского моря (Молодцова, Полянинова, 2009). В средней и южной частях моря этот моллюск присутствовал в рационе севрюги. В период пониженного уровня Каспийского моря (1942–1969 гг.) в его средней части главной пищей севрюги были nereidy и *A. ovata*, составлявшие 38% от пищевого рациона. В 1970–1977 гг. при незначительной доле моллюсков (4,6%) в рационе его основу составляла *A. ovata*. В 1942–1995 гг. в южной части Каспийского моря этот моллюск присутствовал в рационе севрюги, но играл второстепенную роль, главными объектами питания были nereidy и ракообразные. В 1996–2002 гг. в рационе севрюги произошла замена *A. ovata* на моллюска рода *Didacna* (Молодцова, Полянинова, 2009).

Многие исследователи (Державин, 1922; Берг, 1948; Борзенко, 1932, 1942; Легеза, 1968, 1972; Сливка и др., 2000; Зыкова, 2004а; Ходоревская и др., 2007а; Зыкова, Коноплева, 2011; Ходоревская и др., 2014б) считают, что температура является важным фактором в распределении севрюги. Другие (Пискунов, 1965; Павлов и Захаров, 1971), наоборот, утверждают, что она не является ограничивающим фактором в распределении этого вида, так как в уловах севрюга встречалась в широком диапазоне температур (4,5–27,0 °С), и может лишь косвенно влиять на интенсивность питания, процессы роста и созревания рыб, а сезонные перемещения в большей степени зависят от кормовых условий и лишь отчасти связаны с распределением температуры воды.

Принимая во внимание противоречивость приведенных выше литературных данных о предпочтении севрюгой определенных видов бентоса и определенной температуры и солености воды, был проведен многофакторный анализ методом главных компонент, позволивший оценить комплексное влияние биотических и абиотических факторов на плотность и скопления севрюги в мелководной северной части Каспийского моря в летний период.

Для исследования были выбраны следующие количественные показатели: биомасса (г/м<sup>2</sup>) представителей бентоса *Crustacea* и *H. diversicolor* (как возможный аттрактивный (привлекающий) фактор), и *A. ovata* (как фактор избегания севрюгой локальных

участков моря), температура и соленость придонного слоя воды, и плотность скоплений севрюги (экз/10000 м<sup>3</sup>). Выборка севрюги состояла из рыб в возрасте от 1 до 15 лет. В исследовании использовались результаты летних осетровых съемок 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг. в мелководной северной части Каспийского моря. Предварительный анализ данных показал, что биомасса *Crustacea*, *H. diversicolor*, *A. ovata* и плотность скоплений севрюги на станциях варьировали в довольно широких пределах (табл. 13). Температура придонной воды на станциях была от 19,4 до 30,0 °С, соленость — от 0,0 до 13,0‰.

Таблица 13. Биомасса *Crustacea*, *H. diversicolor*, *A. ovata* (г/м<sup>2</sup>), плотность скоплений севрюги (экз/10000 м<sup>3</sup>), придонная температура (°С) и соленость (‰) воды на станциях в период летних осетровых съемок в мелководной северной части Каспийского моря 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг.

Показатели	Биомасса <i>Crustacea</i>	Биомасса <i>H. diversicolor</i>	Биомасса <i>A. ovata</i>	Плотность скоплений севрюги	Температура	Соленость
Среднее ( $M \pm m$ )	2,7±0,2	2,5±0,2	2,1±0,5	1,5±0,3	25,3±0,1	5,8±0,15
Стандартное отклонение ( $\sigma$ )	3,8	4,2	9,4	5,5	1,6	3,0
Пределы варьирования ( $min-max$ )	0,0–19,5	0,0–32,3	0,0–115,6	0,0–59,0	19,4–30,0	0,0–13,0
Объем ( $n$ )	411	411	411	411	411	411

Так как анализируемые показатели представлены в разных единицах измерения, то для корректного проведения анализа их значения были стандартизированы через среднюю и стандартное отклонение по следующему выражению (Ивантер, Коросов, 2011):

$$z_{ji} = (x_{ji} - M_j) / \sigma_j, \quad (3)$$

где  $z_{ji}$  — нормированное  $i$ -е значение  $j$ -го фактора,  $x_{ji}$  — исходное значение  $i$  фактора  $j$ ,  $M_j$ ,  $\sigma_j$  — средняя и стандартное отклонение  $j$ -го фактора по всей его выборке,  $i$  — индекс объекта,  $j$  — индекс фактора.

Анализ рассчитанных факторных нагрузок по главным компонентам показал, что первая главная компонента, объясняющая наибольший разброс вариант (23,1%), отражает связь распределе-

ния анализируемых видов бентосных организмов с соленостью воды (табл. 14). Значения факторных нагрузок выявили однонаправленную связь между биомассой *H. diversicolor*, *A. ovata* и соленостью воды на локальных участках моря, которая объясняется избирательностью мягких грунтов и предпочтением осолоненных вод этими видами бентоса (Беляев, 1952; Малиновская, Зинченко, 2010). Представители ракообразных, наоборот, преимущественно встречаются в местах, где биомасса *H. diversicolor* и *A. ovata* относительно низка.

В рамках нашей работы наиболее интересны вторая и третья главные компоненты, показывающие связь распределения севрюги, бентоса и температуры воды на локальных участках мелководной северной части Каспийского моря. Отображение значений второй и третьей компонент в координатах двумерного пространства выявляет два облака станций, категоризированных по плотности скоплений севрюги (экз/10000 м<sup>3</sup>) (рис. 14). Станции, где плотность скоплений рыб составляла 5,9–59,0 экз/10000 м<sup>3</sup>, расположены в направлении векторов собственно севрюги, *H. diversicolor*, *Crustacea*, температуры и солености воды. Вектор, характеризующий биомассу *A. ovata*, визуально представлен только станциями, на которых отсутствовала севрюга (0,0 экз/10000 м<sup>3</sup>).

Значения факторных нагрузок второй главной компоненты показывают однонаправленную связь средней силы между плотностью скоплений севрюги, биомассой *H. diversicolor* и температурой воды (табл. 14). Анализируемые данные показывают, что

Таблица 14. Факторные нагрузки главных компонент (ГК) отдельных гидробионтов и придонной температуры воды по данным летних осетровых съёмов в мелководной северной части Каспийского моря 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг.

Факторы	Главные компоненты					
	1	2	3	4	5	6
Севрюга	0,126	-0,417	0,724	0,310	-0,396	0,179
<i>A. ovata</i>	-0,398	-0,019	-0,242	0,871	0,066	-0,143
<i>H. diversicolor</i>	-0,262	-0,723	0,057	-0,222	0,417	-0,427
<i>Crustacea</i>	0,341	0,312	0,446	0,218	0,730	-0,079
Температура	0,477	-0,450	-0,420	0,165	0,236	0,557
Соленость	-0,643	0,057	0,193	-0,149	0,275	0,70
Дисперсия	1,57	1,16	1,02	0,89	0,85	0,50
Доля дисперсии, %	23,1	19,3	17,1	14,9	14,2	8,4

наибольшее значение температуры придонного слоя воды, при которой формировались скопления севрюги, составило  $28,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а биомассы *H. diversicolor*  $21,7\text{ г/м}^2$ . Выявленная связь между выше названными показателями объясняет 19,3% от общей дисперсии вариант.

Третья главная компонента характеризует связь распределения плотностей скопления севрюги, биомассы *Crustacea* и температуры придонного слоя воды. Значения факториальных нагрузок показали положительную связь плотности скоплений севрюги с биомассой ракообразных и отрицательную — с температурой воды на обследованных станциях (табл. 14 и рис. 14). Установлено, что в диапазоне температуры  $29,0\text{--}30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  севрюга на станциях отсутствовала.

К сожалению, применение метода главных компонент не выявило возможной положительной или отрицательной связи между плотностью скоплений севрюги, соленостью воды и биомассой *A. ovata*, как можно было бы ожидать из представленных выше

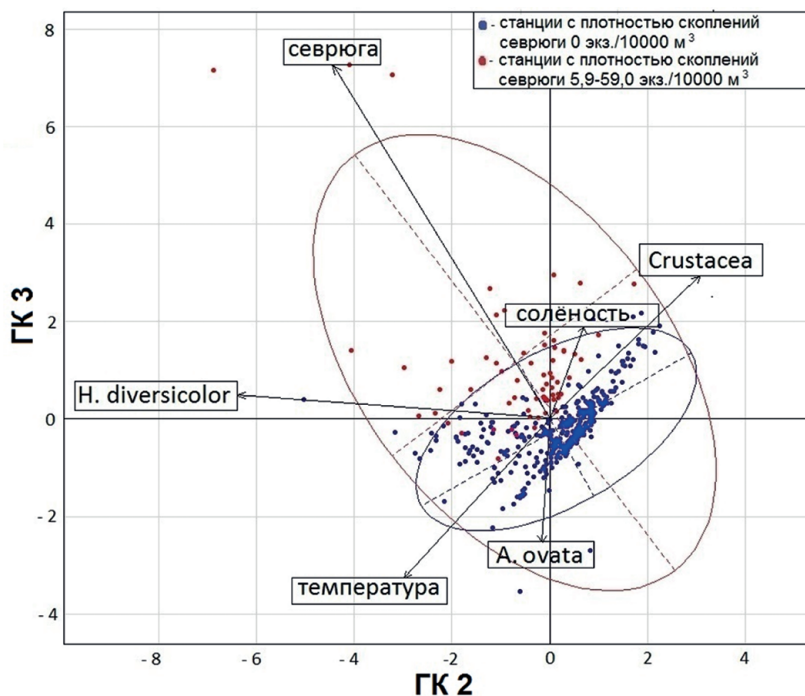


Рис. 14. Распределение станций с разной плотностью скоплений севрюги в пространстве главных компонент (ГК) 2 и 3, построенных по значениям биомассы отдельных компонентов бентоса и температуры воды на этих станциях в период летних осетровых съемок в мелководной северной части Каспийского моря по данным 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг.

литературных источников. Для оценки степени возможной связи между данными факторами на локальных участках мелководной северной части Каспийского моря было рассчитано корреляционное отношение ( $\eta$ ).

Корреляционное отношение ( $\eta$ ) плотности скоплений севрюги и биомассы *A. ovata* составило  $0,48 \pm 0,04$  ( $p < 0,001$ ). Анализ связи плотности скоплений рыб с биомассой этого моллюска показал, что с увеличением биомассы *A. ovata* плотность скоплений севрюги снижается (рис. 15), но при достижении биомассы моллюска 5,0–5,9 г/м<sup>2</sup> плотность скоплений рыб резко возрастает. Это объясняется тем, что на одной из станций с высокой плотностью севрюги (53,1 экз/10000 м<sup>3</sup>), где биомасса моллюска *A. ovata* была 5,3 г/м<sup>2</sup>, биомасса *H. diversicolor* составила 21,7 г/м<sup>2</sup>, что и послужило аттрактивным фактором. При биомассе моллюска более 6,4 г/м<sup>2</sup> севрюга не встречалась, несмотря на присутствие на некоторых станциях *H. diversicolor*.

Корреляционное отношение ( $\eta$ ) связи плотности скоплений севрюги с соленостью придонного слоя воды составляет  $0,38 \pm 0,04$

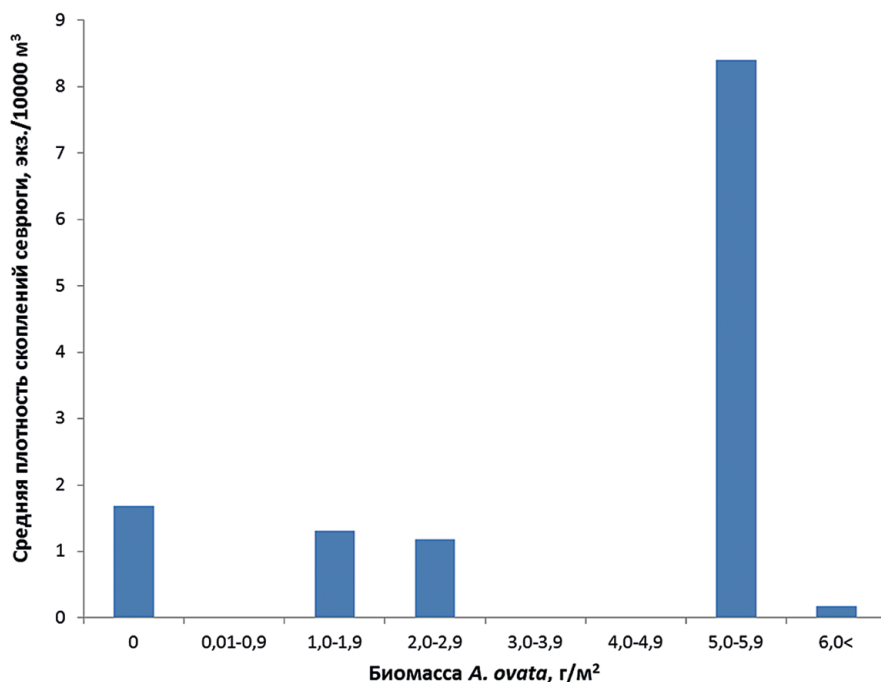


Рис. 15. Связь средней плотности скоплений севрюги (экз/10000 м<sup>3</sup>) и биомассы *A. ovata* (г/м<sup>2</sup>) на локальных участках мелководной северной части Каспийского моря по данным летних осетровых съемок 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг.

( $p < 0,001$ ). Данная связь выражена одновершинным распределением наблюдений с максимальным значением плотности скоплений севрюги при солености воды в диапазоне 5,0–5,9‰ (рис. 16). Важно отметить, что скопления севрюги отсутствовали на участках моря, где соленость воды превышала 11,0‰. Отсутствие рыб, вероятно, связано с высокой биомассой моллюска *A. ovata* на этих же станциях, которая достигала в отдельных случаях до 43,4 г/м<sup>2</sup>, в среднем — 9,6 г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, наши исследования показали, что предпочтение в питании севрюги *H. diversicolor* и ракообразными (*Crustacea*) (мизиды (*Mysida*), кумовые (*Cumacea*), гаммариды (*Gammaridea*), корофииды (*Corophiidae*) и краб (*Rhithropanopeus harrisi*)) отражается на ее распределении в мелководной северной части Каспийского моря в летний период. Характер распределения севрюги связан не только с биомассой этих гидробионтов, но и с другими биотическими и абиотическими факторами. Наиболее аттрактивным фактором для севрюги является *H. diversicolor*. Присутствие этого червя на локальном участке моря привлекает севрюгу даже при высокой температуре придонного слоя воды. В тоже время уста-

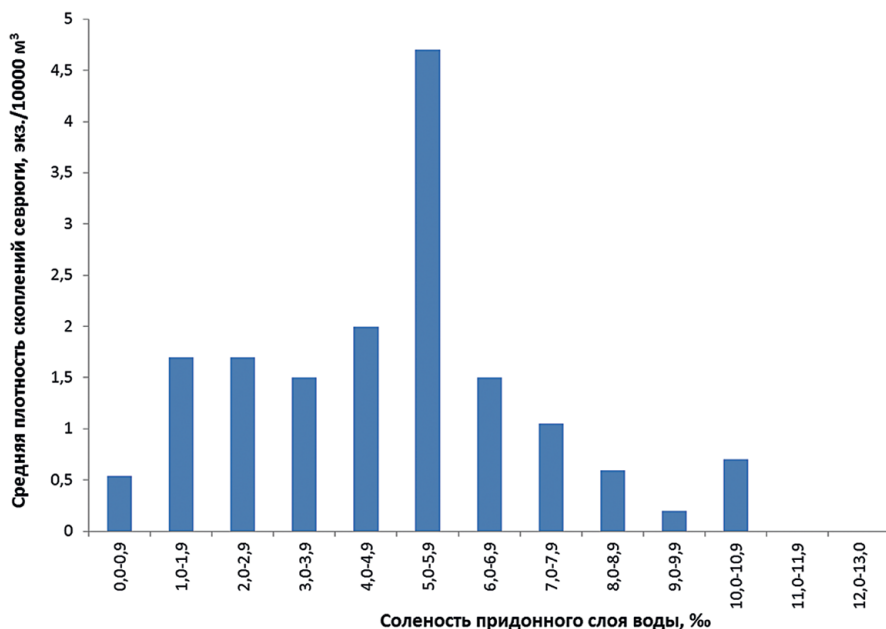


Рис. 16. Распределение средней плотности скоплений севрюги (экз./10000 м<sup>3</sup>) от солености придонного слоя воды (‰) на локальных участках мелководной северной части Каспийского моря по данным летних осетровых съемок 1992, 1994, 2002, 2003 и 2006 гг.

новлено, что на участках моря с температурой более 29,0 °С и одновременно отсутствии *H. diversicolor* или *Crustacea* севрюга не встречается.

Полученные результаты дополняют представления о взаимоотношении севрюги и моллюска *A. ovata* в местах нагула в мелководной северной части Каспийского моря. Ранее было известно, что на участках моря, где одновременно присутствовали *A. ovata* и *H. diversicolor*, накормленность севрюги была низкой, т. е. существует отрицательная связь между накормленностью севрюги и наличием этого моллюска (Кашенцева, 1986). Нами установлено, что севрюга избегает те районы северной части моря, где биомасса моллюска *A. ovata* превышает 6,4 г/м<sup>2</sup>. Его присутствие на отдельных участках моря несколько снижает потребление севрюгой ракообразных (*Crustacea*).

Связь распределения севрюги в мелководной северной части Каспийского моря с соленостью воды выражается опосредованно через другие связанные факторы, как, например, биомасса моллюска *A. ovata*. Наши данные подтверждают существующие представления об эвригалинности севрюги в возрасте старше одного года.

### 5.3. СВЯЗЬ СЕЗОННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ СКОПЛЕНИЙ СЕВРЮГИ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОДЫ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

Исследование связи сезонного распределения севрюги в Каспийском море и придонной температуры воды выполнено по данным за 2000–2013 гг. В качестве учетных орудий лова использовались 24,7-метровый трал (глубоководная северная, средняя и южная части моря), 9,0-метровый трал и порядки ставных сетей (мелководная северная часть моря).

По данным сетного лова, севрюга в мелководной северной части Каспийского моря весной 2005–2013 гг. распределялась следующим образом в зависимости от придонной температуры воды. Рыбы встречались в водах с температурой 8,7–25,2 °С при медиане и среднем значении температуры 16,9 °С и 16,8±0,3 °С, соответственно (табл. 15 и рис. 17). Наибольшие концентрации севрюги (1,38–4,04 экз/сетепостановку) в сетных орудиях лова отмечены при температурах от 16,0 до 21,9 °С (рис. 17). В более холодных и теплых водах весной плотность скоплений численность рыб была ниже. Исключения составляют температуры 8,0–10,9 °С и 25,0–25,9 °С. При этих значениях наблюдалось увеличение плотности до 3,0 экз/сетепостановку. Это объясняется тем,

что высокие плотности скоплений севрюги при температурах 8,0–10,9 °С сформировались в холодные 2009 и 2011 гг., когда весной средняя температура на станциях составляла 13,3 и 13,5 °С, соответственно. Увеличение плотности скоплений в диапазоне температур 25,0–25,9 °С наблюдалось в 2008 г., когда были зафиксированы наиболее высокие температуры придонной воды весной за период 2005–2013 гг. со средней температурой 18,2 °С.

Таблица 15. Придонная температура воды (°С) на сетных и траловых станциях с уловами севрюги в мелководной северной части Каспийского моря в разные сезоны года

Сезон	Пределы варьирования ( <i>min-max</i> )	Медиана ( <i>Me</i> )	Среднее ( <i>M±m</i> )
Весна 2005–2013 гг.*	8,7–25,2	16,9	16,8±0,3
Лето 2000–2013 гг.**	20,8–29,8	26,1	26,1±0,1
Осень 2000–2013 гг.**	15,4–24,6	21,2	21,2±0,3

\* Сетные станции.

\*\* Траловые станции.

Летом 2000–2013 гг., с прогревом водных масс в мелководной северной части Каспийского моря, севрюга осваивала более теплые воды, чем весной. В диапазоне температур, при которых проводились траления (17,0–31,1 °С), результативные траловые станции с уловами севрюги зафиксированы в водах с температурой от 20,8 до 29,8 °С при медиане и среднем значении 26,1 и 26,1±0,3 °С соответственно (табл. 15 и рис. 17). Анализ распределения средней плотности скоплений севрюги летом от температуры показывает, что она увеличивается с повышением температуры от 20,0–20,9 до 29,9 °С при наибольшей плотности 1,74 экз/10000 м<sup>3</sup>.

Осенью в мелководной северной части Каспийского моря температура воды снижается по сравнению с летним временем года. Диапазон температур, в которых проводились контрольные траления (2000–2013 гг.), сместился к более низким значениям, по сравнению с летними, и составил 9,0–26,8 °С. Несмотря на снижение температуры, по-прежнему, как и в летний период года, наиболее плотные скопления севрюги (0,67–0,76 экз/10000 м<sup>3</sup>) были отмечены на участках с более высокой температурой (19,0–24,9 °С) (табл. 15 и рис. 17).

В зимний период 2003–2007 гг. в глубоководной северной части Каспийского моря придонная температура воды на траловых станциях варьировала от 3,3 до 9,6 °С, уловы севрюги отмече-

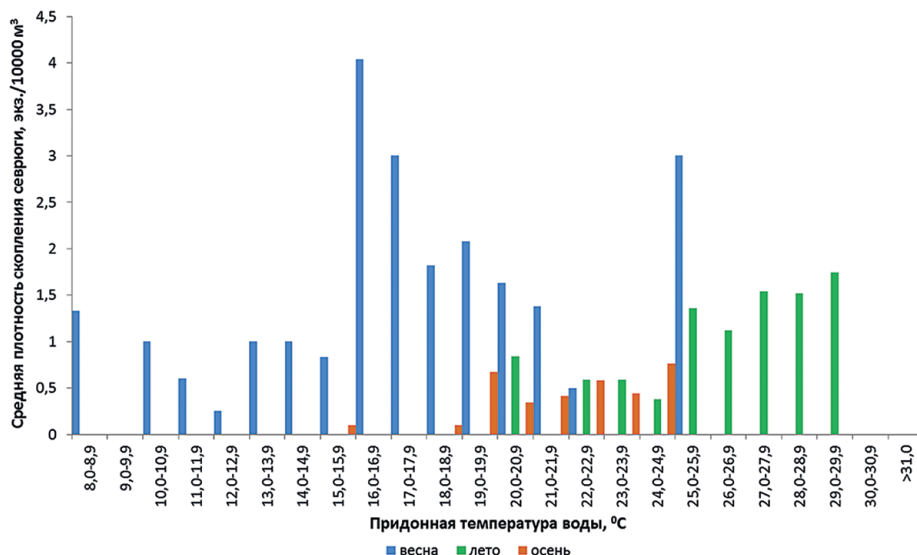


Рис. 17. Распределение плотности скопления севрюги в зависимости от придонной температуры воды в мелководной северной части Каспийского по сезонам года (по данным весны 2005–2013 гг., лета 2000–2013 гг. и осени 2000–2013 гг.)

ны в более узком диапазоне температур 3,6–8,5 °C. Наибольшие плотности скопления рыб (0,64–0,4 экз./10000 м<sup>3</sup>) формировались на участках с низкой температурой 3,3–4,9 °C. В целом севрюга осваивала воды со средней температурой и ее медианой 5,5±0,3 °C и 4,9 °C, соответственно (табл. 16 и рис. 18).

Результаты весенних траловых съемок 2002–2013 гг. в глубоководной северной части Каспийского моря показали, что с закономерным весенним повышением температуры воды частота встречаемости траловых станций с уловами севрюги увеличивается по сравнению с зимним периодом. Севрюга формировала концентрации при температурах придонного слоя воды от 5,0 °C до 13,1 °C, наиболее высокие плотности скоплений (0,64–0,24 экз./10000 м<sup>3</sup>) отмечались у нижней границы температур, при которых проходил весенний нагул рыб (табл. 16 и рис. 18).

Летнее распределение севрюги 2002–2013 гг. в глубоководной северной части моря характеризуется наиболее широким диапазоном температур, при которых отмечены скопления севрюги. Выявлены два выраженных обособленных диапазона температуры 10,7–14,9 °C и 22,0–28,7 °C, с наибольшими плотностями скоплений 0,09 и 0,11 экз./10000 м<sup>3</sup> соответственно (рис. 18). Существование этих двух диапазонов температур обусловлено непостоянством термического режима в годы исследований

Таблица 16. Придонная температура воды ( $^{\circ}\text{C}$ ) на траловых станциях с уловами севрюги в глубоководной северной части Каспийского моря в разные сезоны года

Сезон	Пределы варьирования ( <i>min-max</i> )	Медиана ( <i>Me</i> )	Среднее ( <i>M<math>\pm</math>m</i> )
Зима 2003–2007 гг.	3,6–8,5	4,9	5,5 $\pm$ 0,3
Весна 2002–2013 гг.	5,0–13,1	7,8	8,3 $\pm$ 0,5
Лето 2002–2013 гг.	10,7–28,7	24,3	20,6 $\pm$ 1,0

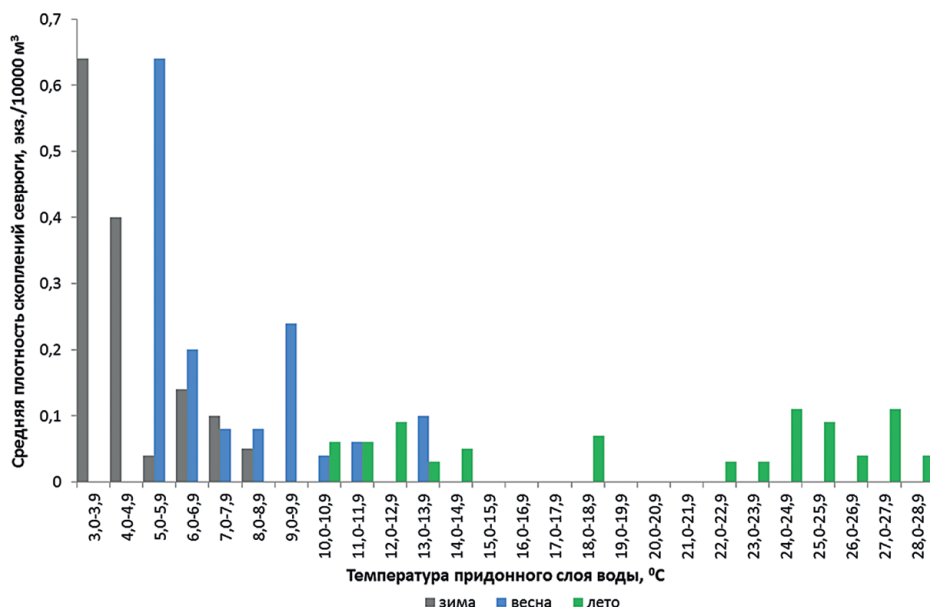


Рис. 18. Распределение плотности скоплений севрюги в зависимости от придонной температуры воды в глубоководной северной части Каспийского моря по сезонам года (по данным зимы 2003–2007 гг., весны 2002–2013 гг. и лета 2002–2013 гг.)

в этой части Каспийского моря. Повышенные концентрации севрюги, зафиксированные в диапазоне низких температур (10,0–14,9  $^{\circ}\text{C}$ ), отмечены в годы, когда средняя температура воды летом в этой части моря составляла 12,7  $^{\circ}\text{C}$  (2003 г.) и 15,3  $^{\circ}\text{C}$  (2005 г.). В диапазоне температур 22,0–28,7  $^{\circ}\text{C}$  скопления рыб наблюдались в сравнительно теплые годы, когда средняя температура придонного слоя воды по всему глубоководному району составляла 19,3–24,9  $^{\circ}\text{C}$  в зависимости от года. За весь период наблюдений средняя температура воды в местах летнего нагула севрюги составила 20,6 $\pm$ 1,0  $^{\circ}\text{C}$  (табл. 16).

Таблица 17. Придонная температура воды (°C) на траловых станциях с уловами севрюги в средней части Каспийского моря в зависимости от сезона года

Сезон	Пределы варьирования (min-max)	Медиана (Me)	Среднее ( $M \pm m$ )
Зима 2003–2007 гг.	2,2–10,2	6,4	6,4±0,4
Весна 2002 г.	6,5–8,1	7,1	7,2±0,4
Лето 2001–2013 гг.	8,3–29,5	21,4	20,1±1,2

Зимой в средней части Каспийского моря траловый лов 2003–2007 гг. проводился в водах с придонной температурой 2,2–11,1 °C. Результативные траловые станции с уловами севрюги отмечены при температурах от 2,2 до 10,2 °C. Наибольшая плотность скоплений (0,28 экз./10000 м<sup>3</sup>) была отмечена при температуре 7,0–7,9 °C (табл. 17 и рис. 19).

Весной 2002 г. севрюга в средней части моря осваивала воды с наиболее узким диапазоном температуры, чем в остальные рас-

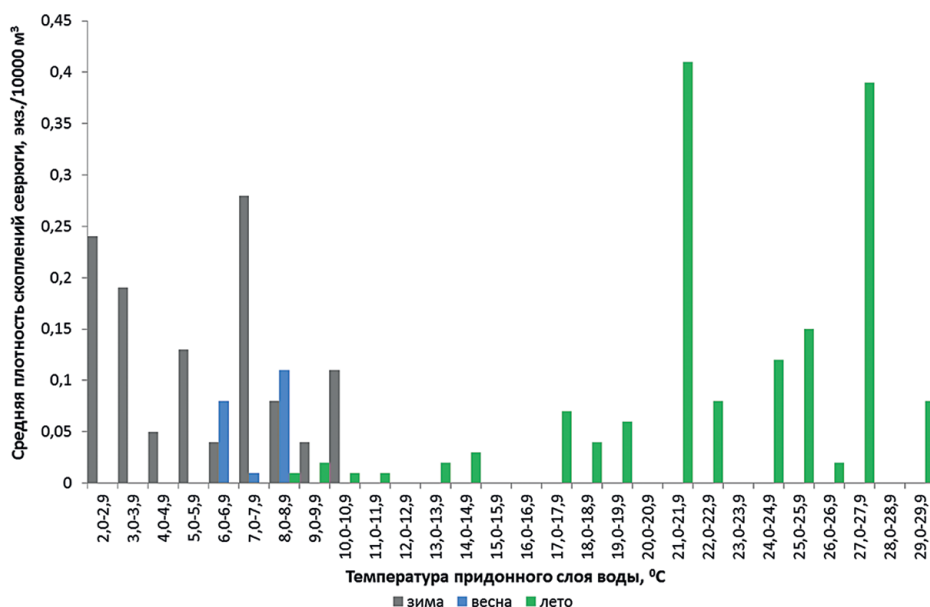


Рис. 19. Распределение плотности скоплений севрюги в зависимости от придонной температуры воды в средней части Каспийского по сезонам года (по данным зимы 2003–2007 гг., весны 2002 г. и лета 2001–2013 гг.)

смаатриваемые сезоны года, но с более высокими значениями ее медианы и средней, чем зимой (табл. 17 и рис. 19).

Летнее распределение севрюги 2001–2013 гг. в средней части Каспийского моря характеризуется увеличением плотности ее скоплений при температуре от 8,3 до 21,0 °С. Отмечены два пика высокой плотности скоплений севрюги в диапазонах 21,0–21,9 °С и 27,0–27,9 °С (рис. 19). Анализ данных показал, что наблюдающиеся повышенные концентрации севрюги независимо от температуры формировалась на локальных участках моря, прилегающих к полуострову Аграханский. В целом, в этой части моря летом севрюга нагуливалась в диапазоне температур от 8,3 до 29,5 °С при среднем значении 20,1±1,2 °С (табл. 17).

Зимой 2003–2004 гг. в южной части Каспийского моря севрюга вылавливалась на всем диапазоне придонной температуры воды, при котором проводились траления (7,0–14,9 °С). Наибольшие плотности скоплений севрюги наблюдались на участках с температурой 11,0–11,9 °С, со средним значением плотности скоплений за рассматриваемый период 0,47 экз/10000 м<sup>3</sup> (рис. 20). Средняя температура придонных слоев воды, на которых проходил зимний нагул севрюги, составила 10,7±0,3 °С (табл. 18).

Таблица 18. Придонная температура воды (°С) на траловых станциях с уловами севрюги в южной части Каспийского моря в зависимости от сезона года

Сезон	Пределы варьирования (min–max)	Медиана (Me)	Среднее (M±m)
Зима 2003–2004 гг.	7,1–14,9	11,0	10,7±0,3
Весна 2002 г.	9,0–14,7	11,9	11,8±0,2
Лето 2001–2006 гг.	10,9–30,0	24,3	22,7±0,6

Весной 2002 г. диапазон придонной температуры воды на траловых станциях с уловами севрюги был более узким в сравнении с зимним, а медиана и среднее значение температуры были несколько выше (табл. 18). Скопления рыб высокой плотности (0,33–0,42 экз/10000 м<sup>3</sup>) формировались в местах с температурой 9,0–10,9 °С и 13,0–13,9 °С (рис. 20).

Летом 2001–2006 гг. в южной части обследованной акватории Каспийского моря придонная температура воды варьировала от 7,8 до 31,0 °С. Результативные траловые станции были отмечены при 10,9–30,0 °С (рис. 20). Основные устойчивые скопления рыб с плотностью от 0,54 до 0,22 экз/10000 м<sup>3</sup> формировались в во-

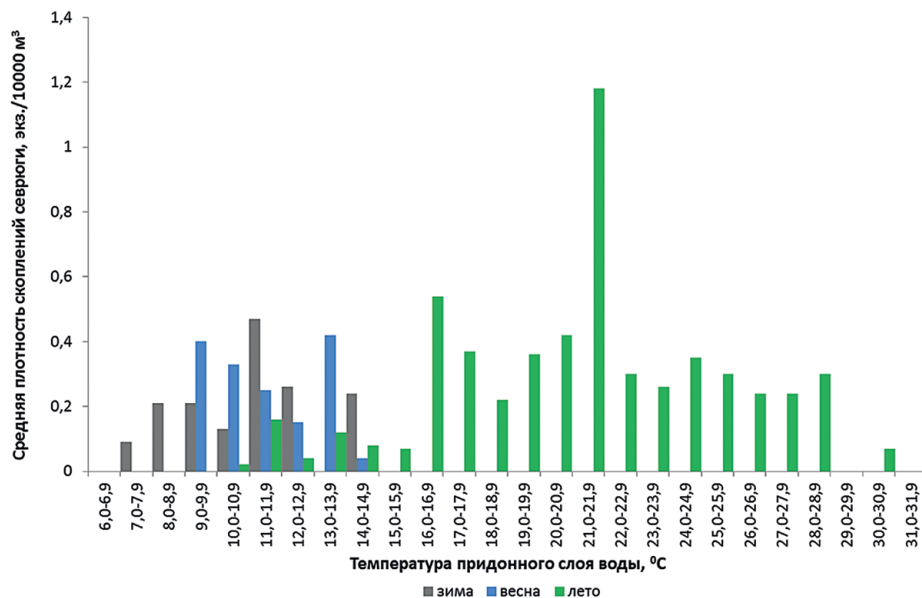


Рис. 20. Распределение плотности скоплений севрюги в зависимости от придонной температуры воды в южной части Каспийского по сезонам года (по данным зимы 2003–2004 гг., весны 2002 г. и лета 2001–2006 гг.)

дах с температурой 16,0–28,9 °C. Повышенное значение плотности при температуре 21,0–21,9 °C обусловлено единично наблюдавшимся максимальным скоплением севрюги в 2001 г. в водах Республики Иран плотностью 12,48 экз./10000 м<sup>3</sup> при температуре 21,8 °C, что повлияло на среднее значение плотности для рассматриваемого диапазона температуры. Обобщенные данные показывают, что летом в южной части Каспийского моря резуль- тативные станции отмечены при средней температуре 22,7±0,6 °C и медиане 24,3 °C (табл. 18).

Результаты исследований 2000–2013 гг. согласуются с существующими представлениями об особенностях распре- деления севрюги в зависимости от температуры (Державин, 1922; Берг, 1948; Борзенко, 1932, 1942; Пискунов, 1965; Легеза, 1968, 1972; Павлов, Захаров, 1971; Сливка и др., 2000; Зыкова, 2004а; Ходоревская и др., 2007а; Сафаралиев, 2010; Сафаралиев, Зыкова, 2010а; Сафаралиев, Зыкова, 2010б; Зыкова, Коноплева, 2011; Сафаралиев, 2012; Ходоревская и др., 2014б) и позволи- ли уточнить влияние этого фактора на распределение севрюги в Каспийском море.

Зимой в глубоководной северной, средней и южной частях моря севрюга в траловых уловах встречалась во всем диапазо-

не температур, характерных для этих частей моря. Наибольшие плотности зимних скоплений севрюги наблюдались в участках моря со средними и низкими для данного сезона температурами.

Связь весеннего распределения плотностей скопления севрюги с придонной температурой в глубоководной северной, средней и южной частях моря характеризуется сужением диапазона температур (в средней и южной частях), при которых встречается севрюга, и общим смещением ее концентраций в более теплые воды. Данная особенность объясняется весенним прогревом водных масс моря и начинающимися процессами весеннего перераспределения рыб в море. В мелководной северной части Каспийского моря в этот период года, как показали исследования, севрюга может осваивать наиболее широкий диапазон значений температуры, который зависит от скорости прогрева водных масс в конкретный год, устойчивые концентрации формируются в водах с температурой 16,0–21,9 °С.

Предпочтение севрюгой участков моря с определенным диапазоном температур проявляется и в ее летнем распределении. При этом характер освоения севрюгой отдельных участков Каспийского моря, в зависимости от температуры, представлен двумя типами распределения. В глубоководной северной, средней и южной частях моря она встречается от сравнительно низких температур 8,3–10,9 °С до высоких 28,7–30,0 °С. В мелководной северной части моря севрюга летом встречается в более узком диапазоне температуры — 20,8–29,8 °С. Но несмотря на различия в нижней границе температуры, основные устойчивые скопления рыб формируются в водах с температурой от 16,0 до 29,0 °С.

При осеннем охлаждении воды в мелководной северной части моря, севрюга продолжает встречаться в зоне высоких температур. С понижением температуры плотность скоплений рыб снижается, а в водах холоднее 15,4 °С севрюга полностью отсутствует. Более ранние работы свидетельствуют, что в осенний период в северной части моря севрюга начинала осеннюю миграцию из северных районов в южные при понижении температуры до 10,0 °С (Легеза, 1972). Эти данные вкуче с нашими результатами указывают, что температура воды, равная 10,0 °С, является пороговой для благоприятного нагула севрюги в мелководной северной части Каспийского моря.

Наши результаты позволили уточнить верхнюю границу температуры обитания севрюги. Если ранее утверждалось, что севрюга встречается при температуре не более 29,5 °С (Легеза, 1972; Зыкова, 2004а), то наши данные указывают на значение

30,0 °С, хотя это был единичный случай за весь период наблюдений (2000–2013 гг.). Освоение севрюгой вод с высокой температурой сдерживается порогом солености воды и отсутствием червя *H. diversicolor*, как было установлено выше. Сочетание температуры свыше 28,3 °С и солености воды более 8‰ является неблагоприятным для севрюги. При более высокой температуре она может встречаться в местах с соленостью 1,5–2,0‰, изредка до 5–6‰ (Металлов, 2002; Зыкова, 2004а). Следовательно, воды с температурой свыше 28,3 °С преимущественно могут осваиваться севрюгой в мелководной северной части Каспийского моря, где есть районы с соленостью вод 0,1–0,3‰ (Ходоревская и др., 2007а; Зонн, 2009; Катунин, 2014). Наши данные подтвердили это положение: наибольшие плотности скоплений севрюги при температуре 29,0–29,9 °С наблюдались именно в мелководной северной части Каспийского моря.

По нашим данным нижняя температурная граница обитания севрюги составляет 2,2 °С, что согласуется с ранее известными пределами 2,1–2,4 °С (Легеза, 1972; Зыкова, 2004а).

Таким образом, проведенные многолетние исследования сезонного распределения севрюги показали, что севрюга является эвритермным видом, встречающимся в широком диапазоне придонной температуры воды. Но эта эвритермность относительна, летом севрюга предпочитает более прогретые участки моря, в частности, в мелководной северной части ее максимальные плотности скоплений наблюдаются при наиболее высоких температурах, что обусловлено наличием районов с низкой соленостью воды.

## **ЧАСТЬ II. СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СЕВРЮГИ В ВОЛГО- КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ, ИХ ОСВОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОХРАНЕНИЯ**

### **ГЛАВА 6. ПРОМЫСЕЛ СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ, ДИНАМИКА ЗАПАСА В ВОЛГО- КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ, МЕРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕЕ ПРОМЫСЛА И СОХРАНЕНИЯ ЗАПАСА**

#### **6.1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для ретроспективного анализа промысла севрюги в Каспийском бассейне и динамики численности нерестового запаса севрюги волжской популяции были использованы и обобщены данные из опубликованных работ ряда авторов, протоколов Межведомственных и Межправительственных Комиссий по водным биоресурсам (Державин, 1947; Гуревич, Лопатин, 1962; Коробочкина, 1964; Сливка и др., 1982а; Довгопол и др., 2001; Ходоревская и др., 2007а; 24, 26, 28, 31, 32, 35, 36-е Межведомственные Комиссии по ВБР; 1-я и 2-я Межправительственные Комиссии по ВБР). В настоящей работе под численностью нерестового запаса понимали количество зашедших производителей севрюги в р. Волга в период их нерестовой миграции на нерестилища Нижней Волги. В данной части работы под термином Северо-Каспийский район подразумевалась область, включающая в себя статистические данные уловов морского промысла в северной части моря и речного в рр. Волга и Урал (Коробочкина, 1964).

#### **6.2. ДИНАМИКА ПРОМЫСЛА СЕВРЮГИ В КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ И МЕРЫ ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

В истории промысла севрюги с середины XIX в. по настоящее время можно выделить четыре основных периода в зависимости от его локализации в Каспийском бассейне: 1) только речной; 2) смешанный (речной и морской, сначала с преобладанием первого, а затем второго); 3) только речной и, наконец, 4) запрет коммерческого промысла (рис. 21). Рассматриваемая в этой гла-

ве динамика уловов и запаса севрюги отражает интенсивность промысла, влияние природных и антропогенных факторов на пополнение.

До зарегулирования стока реки Волга основным фактором, влияющим на популяцию севрюги в Каспийском бассейне, являлся промысел. По расчетам, проведенным А.Н. Державиным (1947), уловы севрюги в 1835–1836 гг. достигали 16,25 тыс. т, т. е. 43,8% от общего улова и основывались на вековых запасах осетровых (рис. 21). С 1865 г., наряду с речным, стал развиваться морской промысел в прибрежных морских водах и со временем проникая дальше вглубь моря. В это время речной промысел начал постепенно терять свое значение, уступая морскому. В 90-х гг. XIX в. в Волго-Каспийском районе началось строительство морских шаланд, плавучих промыслов. В конце XIX — начале XX вв. осетровых стали добывать также в средней и южной частях моря (Коробочкина, 1964; Струбалина, 1989). В 1896–1898 гг. уловы севрюги по всему бассейну достигали 5,54–7,63 тыс. т, составляя около 50% от общего улова осетровых (рис. 21).

С нарастанием морского лова в первые годы XX столетия общий вылов севрюги возрастал, достигнув максимума в 10,81 тыс. т (рис. 21). Чрезмерно высокая интенсивность промысла в реке и море подорвала запасы севрюги по всему Каспийскому бассейну, ее уловы сократились до 4,64 тыс. т в 1907 г. В последующие годы наблюдалось некоторое восстановление уловов: в северной части моря добыча возросла до 4,27 тыс. т в 1911 г., по всему бассейну — до 7,33 и 7,45 тыс. т в 1911 и 1913 гг. соответственно (рис. 21). Кратковременное увеличение уловов являлось следствием наибольшей интенсификации краснолового промысла в Каспийском бассейне, наблюдавшегося в эти годы. Так, в речном промысле в р. Волга количество тоневых участков увеличилось с 464 в 1898 г. до 740 в 1913 г. В северной части моря в 1913 г. выставлялось до 500 тыс. красноловных сетей — аханов, 1,3 млн частичковых сетей и 30 млн крючьев. В 1913–1914 гг. в реках добыча осетровых велась 1170 неводами, 1250 волокушами, 6,0 тыс. плавными сетями. Увеличение промысловой нагрузки на популяцию севрюги в южной части Каспийского моря свидетельствовало возросшее количество выдаваемых билетов с 38 в 1880 г. до 5303 в 1913 г. (Коробочкина, 1964).

В последующие годы, вплоть до 1918–1920 гг., уловы севрюги снижались как вследствие социальных потрясений, проходивших в России (Первая мировая и Гражданская войны), так и значительного перелома в предыдущий период (1900–1913 гг.). По всему Каспийскому бассейну вылов севрюги сократился до 1,06 тыс. т,

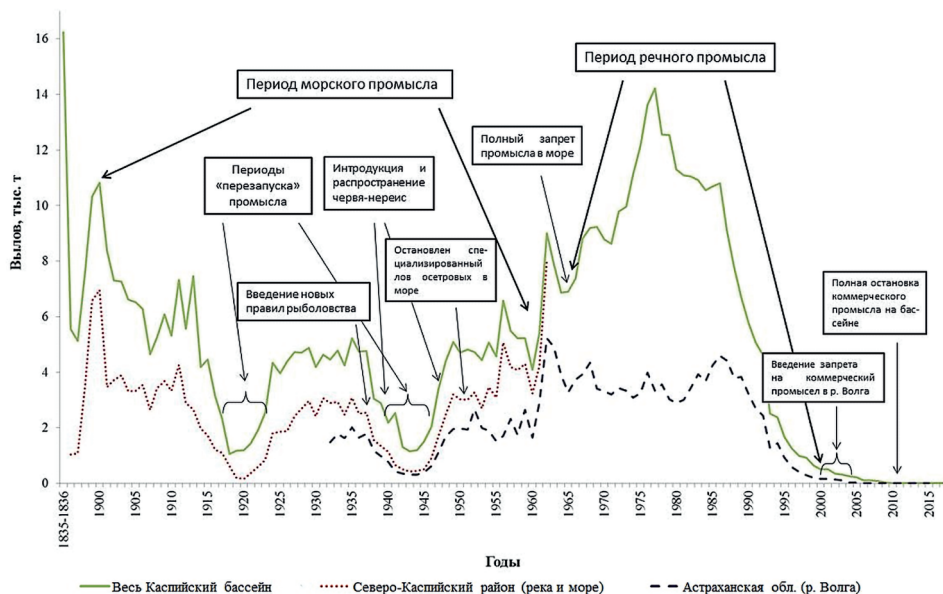


Рис. 21. Динамика уловов севрюги в Каспийском бассейне с 1835 по 2017 гг. (по данным Державина, 1947; Гуревича и Лопатина, 1962; Коробочкиной, 1964; Ходоревской, 2007а; 24, 26, 28, 31, 32, 35, 36-е Межведомственных Комиссий по ВБР; 1-й и 2-й Межправительственных Комиссий по ВБР), до 1932 г. уловы по всему Каспийскому бассейну представлены без Ирана

по Северо-Каспийскому району — до 0,17 тыс. т (рис. 21). В этот период уменьшилась нагрузка на морскую часть запаса северокаспийской популяции севрюги — число билетов, выданных морским рыбакам, к 1915 г. сократилось на 37% (Коробочкина, 1964). Создавшиеся условия позволили несколько восстановиться запасу, произошел «запуск» промысла.

Начиная с 1922 по 1927 гг., уловы севрюги увеличивались в связи с восстановлением промысла (рис. 21). Число рыбаков в Северо-Каспийском районе в 1927 г. приблизилось к уровню 1913 г. Если в 1913 г. в море работали 68,8 тыс. человек, то в 1927 г. — 51,0 тыс., в промысле на реке в 1913 г. было зарегистрировано 26,2 тыс. человек, а в 1927 г. — 39,0 тыс. (Коробочкина, 1964). Вооруженность красноловного промысла по количеству орудий лова и судов в 1927 г. была меньше, чем 1913 г. (Гурвич, 1929). В южной части Каспийского моря — в водах Азербайджана — к 1926 г. в добыче осетровых использовалось 11,0 млн крючьев и 20,0 тыс. аханов.

В период интенсивного промысла осетровых, особенно в море, в 1930–1940 гг. уловы севрюги до 1937 г. были относительно стабильны. По всему Каспийскому бассейну вылов варьиро-

вал от 4,19 до 5,22 тыс. т, в Северо-Каспийском районе — от 2,42 до 3,09 тыс. т (рис. 21). Относительно высокие и стабильные объемы вылова севрюги обеспечивались значительной вооруженностью промысла и благоприятными условиями нагула для осетровых (Коробочкина, 1964; Яблонская и др., 1975). В северной части моря использовалось до 21,0 млн крючьев и 770,0 тыс. аханов, в дагестанских водах к 1939 г. использовалось 9,0 млн крючьев и 100,0 тыс. аханов, в водах Азербайджана в 1934–1937 гг. применялись для лова осетровых в среднем до 11,0 млн крючьев и 12 тыс. аханов (Коробочкина, 1964). Помимо крючьев и аханов, для добычи рыбы использовались плавные сети, английская снасть (орудие лова, от которого произошел современный спиннинг), тралы (Державин, 1947).

Начиная с 1937 г., несмотря на высокую интенсивность промысла, уловы севрюги стали сокращаться (рис. 21) вследствие как перелова в 1930-е гг., так и введения новых запретительных мер в Каспийском бассейне. В 1937 г. в р. Волга установлен запрет на рыболовство с 25 мая по 1 августа (Державин, 1947). В 1938 г. установлены лимиты на добычу осетровых в средней и южной частях Каспийского моря, в северной части моря запрещено использование севрюжьих аханов (сетей с ячейей 10–11 см) с июля по январь и увеличена промысловая мера для осетровых. В 1938–1940 гг. был запрещен лов осетровых в море и применение для добычи этих рыб аханов и крючьев, добыча осетровых проводилась в качестве прилова (Коробочкина, 1964).

В годы Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) промысел осетровых велся в основном в реках, лов в море велся в небольших объемах в Северо-Каспийском районе и в Азербайджане. В силу социальных причин интенсивность промысла снизилась. Если в 1940 г. в Каспийском бассейне для лова осетровых использовалось до 22,0 млн крючьев, то к 1946 г. их число уменьшилось до 5 млн шт. По сравнению с периодом 1930–1937 гг. в 1940–1945 гг. уловы севрюги по всему Каспийскому бассейну и по Северо-Каспийскому району сократились в 4 раза соответственно (рис. 21). Период 1941–1945 гг. можно рассматривать как второй «запуск» промысла осетровых, способствовавший восстановлению запаса севрюги, после интенсивного вылова в 1930-е гг. в море.

Устойчивый рост уловов севрюги в 1946–1950 гг. и восстановление ее запаса были следствием, как «запуска» промысла в годы Великой Отечественной войны, запрещения лова аханами в 1938 г., так и реконструкции кормовой базы в 1939–1940 гг. вселением ценного кормового организма червя-нереис (*Hediste*

*diversicolor*), который к 1946 г. широко распространился по всей северной части Каспийского моря и вошел в пищевой рацион севрюги (Зенкевич и др., 1945; Карпевич, 1975; Шубина, 1975).

О восстановлении запаса в послевоенные годы свидетельствует увеличение уловов в Северо-Каспийском районе до уровня 1933–1937 гг., несмотря на меньшую вооруженность промысла. Так, если в 1947–1950 гг. в северной части моря использовалось 5–7 млн крючьев и почти и не применялись аханы, то в 1933–1937 гг. промыслом использовалось 11–21 млн крючьев и 431–770 тыс. аханов. В сравниваемые периоды суммарный улов севрюги для первого периода составил 10,37 тыс. т против 13,56 тыс. т для второго (рис. 21).

С 1951 г. в Северо-Каспийском районе прекратился специализированный лов осетровых (аханами — с 1950 г., крючковой снастью — с 1951 г.), их продолжали вылавливать как прилов при промысле других видов рыб. Вылов севрюги, как ожидалось, не уменьшился, а остался на прежнем уровне — около 3,0 тыс. т с последующим увеличением вплоть до 1956 г. (рис. 21). Причинами сохранения величины вылова севрюги являлось перераспределение улова на другие разрешенные орудия лова. Начиная с 1951 г., на промысле увеличилось использование частичковых капроновых сетей, имеющих большую уловистость по сравнению с хлопчатобумажными. Если в 1950 г. частичковых сетей насчитывалось 321,0 тыс. шт., то в 1951 г. — 722,0 тыс. шт., а в последующие годы до 1958 г. в среднем использовалось 680,5 тыс. шт. (Коробочкина, 1964). Применение капроновых сетей привело к значительному изъятию молоди осетровых до 1,8 млн экз. (1957 г.) при их общем вылове 2,6 млн экз. Высокое изъятие молоди связано не только с использованием сетей для ловли частичка, но и с экологическими факторами. В этот период происходило понижение уровня Каспийского моря и, следовательно, сокращение площадей нагула рыб в мелководной северной части моря, что привело к совпадению мест обитания молоди осетровых с районами лова леща, судака и других частичковых рыб (Коробочкина, 1964; Катунин, 2014).

Анализ уловов в 1946–1962 гг. показал, что после второго «запуска» промысла осетровых Северо-Каспийский район имеет наибольшее значение для вылова севрюги по сравнению со средней и южной частями Каспийского моря (воды Азербайджана теряют свою значимость в добыче этого вида). В это же время количество вылавливаемой севрюги в северной части моря и в р. Волга было почти одинаковым. Вылов в море в среднем по годам за период 1946–1962 гг. составил 45,8% от общего улова севрюги в Северо-Каспийском районе.

Резкое увеличение уловов севрюги в 1962 г. в р. Волга и в целом по Северо-Каспийскому району (рис. 21) является следствием вступления в промысел урожайных поколений 1948–1952 гг. Уловы могли быть, по-видимому, еще выше, если бы не упомянутое выше интенсивное изъятие молоди осетровых в море в 1950-е гг.

В 1962–1964 гг. были введены новые Правила рыболовства в Каспийском бассейне, которыми были запрещены: лов осетровых в море и виды промысла, приводящие к массовому вылову молоди этих видов, добыча осетровых и частиковых видов рыб перенесена в дельты и низовья рек. Такая локализация промысла позволила значительно увеличить вылов севрюги по всему Каспийскому бассейну и получить ее сравнительно стабильные уловы в 1960–1988 гг. в р. Волга (рис. 21).

Высокие уловы севрюги по Каспийскому бассейну, начиная с 1962 г., сохранялись до конца 1990-х гг. и были сопоставимы с уловами начала 1900-х гг. (рис. 21). Основной вклад в вылов севрюги в эти годы вносил промысел в рр. Волга и Урал. Так, ее уловы в р. Урал достигли максимума в 1977 г., составив 9,87 тыс. т. (рис. 21). В р. Волга наибольший улов отмечен в 1986 г. в объеме 4,59 тыс. т. Большие уловы до начала 1970-х г. обеспечивались многочисленными поколениями, появившимися до зарегулирования стока Нижней Волги плотиной Волжской ГЭС в 1958 г. С 1971 по 1980 гг. промысел севрюги сократился, ее уловы не превышали 3,98 тыс. т., составив в среднем 3,31 тыс. т (рис. 21). Период с 1973 по 1977 г. был критическим для пополнения севрюги и других видов осетровых вследствие резкого уменьшения естественного воспроизводства из-за переполнения сохранившихся нерестилищ, вызвавшего массовую гибель выметанной икры (Власенко, 1979), а также выживаемости молоди в результате понижения уровня моря, повлекшего увеличения солености и сокращения площадей нагула (Ходоревская, 2008).

Период 1981–1990 гг. характеризовался повышением уровня Каспийского моря, снижением солености в море, увеличением площадей нагула молоди осетровых и интенсификацией искусственного воспроизводства севрюги на осетровых заводах р. Волга в 1970-е гг. (в 1975 г. выпущено 22,1 млн экз. сеголеток севрюги). Вступление поколений севрюги от искусственного воспроизводства 1970-х гг. обусловило постепенное увеличение уловов до 1986 г., которые составили в среднем за десятилетний период 3,81 тыс. т.

Промысел севрюги в р. Волга в период 1962–1990 г. основывался на следующих правилах регулирования промысла (Ruban,

Khodorevskaya, 2011). С 1964 по 1980 гг. промысел осетровых был разрешен с 15 мая по 30 июня и с 1 сентября до заморозков. В период с 1976 по 1980 гг. промысловая нагрузка на нерестовый запас севрюги уменьшалась, количество тоней сократили с 83 в 1962 г. до 43 в 1978 г. Такой режим промысла обеспечивал вылов весной 70,0% севрюги от ее годового вылова, улучшил качественные показатели (длину и массу) производителей и позволил увеличить количество рыб, прошедших на нерестилища. Если в 1962–1965 гг. в среднем пропускали на нерестилища Нижней Волги 68,3 тыс. производителей севрюги, то в 1976–1980 гг.— 177,4 тыс. экз. (Павлов, 1967; Ходоревская и др., 2007а). С 1981 по 1990 гг. продолжительность весеннего промысла осетровых сократили с 15 мая по 20 июня, что позволило уменьшить среднюю долю промыслового изъятия нерестового запаса севрюги с 77,2% в 1964–1979 гг., до 64,4% (Сливка, Павлов, 1982б; Ruban, Khodorevskaya, 2011).

Промысел севрюги в 1991–2000 гг. вряд ли можно охарактеризовать как рациональный. На фоне уменьшения ее численности в Каспийском бассейне и увеличения ННН-промысла, срок весенней путины был продлен с 15 мая по 1 июля, увеличено количество тоневого участка с 43 до 70. Вследствие этого промысловое изъятие возросло до 80,0%, и достигло значений периода 1964–1979 гг. В результате этих мер вылов севрюги стал стремительно сокращаться (рис. 21).

В последующем официальный вылов севрюги по всему Каспийскому бассейну и, в частности, в р. Волга неуклонно уменьшался (рис. 21), вследствие резкого повышения уровня браконьерства как в открытой части Каспийского моря, так и в реках бассейна, подорвавшего запасы этого вида рыбы.

В связи с сокращением численности осетровых в Каспийском бассейне Правительство Российской Федерации приостановило коммерческий промысел этих видов рыб. Приказом Государственного комитета Российской Федерации по рыболовству от 28 февраля 2000 г. № 55 был запрещен специализированный промысел осетровых, изъятие белуги разрешалось только для воспроизводства и научно-исследовательских работ (НИР), лов остальных видов осетровых был ограничен их приловом при промысле других видов рыб. Следующим Приказом ведомства от 20 июня 2001 г. № 219 был полностью запрещен промысел осетровых в дельте р. Волга, а также в устьевых пространствах других рек бассейна Каспийского моря, их лов разрешен только для НИР и воспроизводства. В последующем в Приказе № 219 было внесено изменение (Приказ от 16 ноября 2001 г. № 370): запрет на прилов осетровых продолжался с 20 июля до конца 2001 г.

В период с 2002 по 2004 гг. промысел русского осетра и севрюги проходил в качестве прилова при промысле частичковых рыб. С 2005 г. вылов осетровых для целей НИР осуществляется только собственными силами научной организации Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Для целей воспроизводства объемы вылова севрюги сократились с 9,047 т (2005 г.) до нулевых значений за последние два года 2017–2018 гг. (данные Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Таким образом, начиная с 2005 г. произошло резкое сокращение общих объемов вылова севрюги.

К 2011 г. вслед за Россией все остальные Прикаспийские государства приостановили выдачу квот на вылов осетровых для коммерческого промысла. В настоящее время в Каспийском бассейне вылов осетровых ведется только для целей НИР и искусственного воспроизводства.

Опыт регулирования осетрового промысла в Каспийском бассейне свидетельствует, что наиболее рациональна их добыча в реках бассейна. Именно такое регулирование дало наиболее устойчивые и высокие уловы севрюги с 1960-х по 1980-е гг., сравнимые по величинам с уловами середины и конца XIX в., основывавшихся на вековых ее запасах. Морской промысел крайне нерационален. Если в первые годы он давал высокие показатели вылова, то в последующие годы наблюдалось сокращение уловов, несмотря на увеличение промысловой нагрузки. Севрюга обладает способностью относительно быстрого восстановления запасов. После двух «запусков» промысла уже через 10 лет уловы возвращались до величин, близких к уровню добычи предыдущего периода.

К сожалению, в настоящее время состояние популяции севрюги Каспийского бассейна депрессивное. Приостановка промысла всеми Прикаспийскими государствами не дала ожидаемого восстановления запаса. Одним из главных факторов в сокращении запасов севрюги является ННН-промысел в море, фактически не отличающийся объемами вылова от морского промысла начала 1900-х гг. и 1927–1960 гг. Неблагоприятная экологическая обстановка на бассейне и потеря нерестилищ севрюги в р. Волга выше Волжской ГЭС в 1958 г. также оказали отрицательное воздействие на естественное воспроизводство и общее состояние популяции севрюги в Каспийском бассейне.

### 6.3. ДИНАМИКА НЕРЕСТОВОГО ЗАПАСА СЕВРЮГИ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ

До 1980-х гг. наблюдалось увеличение нерестового запаса севрюги волжской популяции с последующим его уменьшением к 2016 г. (табл. 19).

Таблица 19. Динамика численности нерестового запаса севрюги (тыс. экз.), оцененная по количеству зашедших производителей в р. Волга

Годы	Численность нерестового запаса, тыс. экз.
1957–1960	366,5
1961–1965	549,0
1966–1970	574,1
1971–1975	496,5
1976–1980	592,3
1981–1985	612,2
1986–1990	683,1
1991–1995	338,2
1996–2000	86,9
2001–2005	33,3
2006–2010	11,2
2011–2015	5,8
2016	2,5

В 1957–1970 гг. наблюдался рост численности нерестовой части популяции севрюги вследствие запрета морского промысла в начале 1960-х гг. Отсутствие промысла в море снижало общую смертность неполовозрелой севрюги и пропускающих нерест половозрелых особей до последующего созревания половых продуктов. В эти годы запас формировался поколениями, появившимися до строительства Волжской ГЭС в 1958 г. (табл. 19).

Строительство Волжской ГЭС в 1958 г. и, вследствие этого, потеря 40% нерестилищ севрюги (Хорошко и др., 1971; Хорошко, Новикова, 1974; Власенко, 1982), а также ухудшение экологических условий нагула в море, вызванное падением уровня Каспийского моря (Катунин, 2014), вызвало сокращение численности заходящих на нерест производителей в период 1971–1975 гг. Их количество уменьшилось на 77,6 тыс. экз. по сравнению с предыдущей пятилеткой. В 1976 по 1990 гг. численность нерестовой части волжской популяции севрюги стабильно увеличивалась, достигнув максимума в 1986–1990 гг. (табл. 19). Этому способствовало введение в эксплуатацию семи ОРЗ в дельте р. Волга, обеспе-

чивающих устойчивое пополнение запаса севрюги, и, начиная с 1978 г., поднятие уровня Каспийского моря, увеличившее нагульные площади осетровых в северной части.

Значимый вклад в формирование запаса севрюги осетровыми рыболовными заводами дельты р. Волга показал корреляционный анализ, выявивший положительную связь средней силы между численностью зашедших производителей севрюги в период 1973–1990 гг. и количеством выпущенной молоди ОРЗ в 1962–1979 гг. Коэффициент корреляции Пирсона составил  $r = 0,56$  ( $p < 0,05$ ) (рис. 22).

Корреляционная связь между численностью зашедших производителей севрюги в р. Волга и соответствующим количеством скатившихся личинок с нерестилищ за 11–15 лет до этого не выявлена. Многолетние проведенные исследования по скату личинок севрюги с нерестилищ р. Волга установили, что при достаточной численности производителей, участвующих в нересте, на эффективность нереста севрюги, в первую очередь, влияет водность года (Власенко, Вещев, 2008; Вещев, 2010). Маловодные годы с объемом стока в половодье менее  $77,5 \text{ км}^3$  обеспечивают для севрюги низкий промысловый возврат от естественного пополнения. В рассматриваемый период поколения 1973 и 1975–1977 гг., участвующие в формировании нерестового запаса

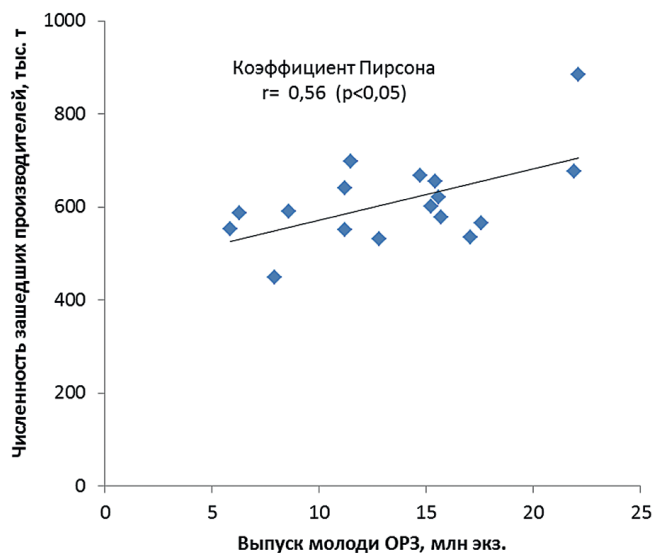


Рис. 22. Корреляция между численностью зашедших производителей севрюги (тыс. экз.) в р. Волга в 1973–1990 гг. и количеством выпущенной в 1962–1979 гг. молоди севрюги ОРЗ (млн экз.), расположенными в дельте р. Волга

в 1980-е годы, являются поколениями маловодных лет, что, по-видимому, повлияло на отсутствие связи между сравниваемыми показателями.

В 1991–2016 гг. численность нерестового запаса стремительно сокращалась из-за высокого пресса браконьерства, изымающего в значительных объемах пропускающих нерест рыб в море (табл. 19). За эти годы численность заходящих производителей сократилась в 135,3 раза. Искусственное и естественное воспроизводство фактически обеспечивало ННН-промысел в море.

Таким образом, ретроспективный анализ динамики численности нерестового запаса севрюги волжской популяции наглядно показал, что ее колебания зависят от мер регулирования промысла осетровых, экологических условий и величины пополнения как от естественного размножения, так и искусственного воспроизводства. Динамика численности определялась факторами, оказывавшими как положительное, так и отрицательное воздействие, которые на определенном этапе уравнивали друг друга до 1990-х гг. Первым положительным фактором явился запрет морского промысла осетровых в 1962–1964 гг., понизивший общую убыль неполовозрелых особей и рыб, пропускающих нерест. Вторым положительным фактором было строительство ОРЗ в дельте р. Волга, компенсировавшее утрату нерестилищ, расположенных выше плотины Волжской ГЭС. К отрицательным факторам следует отнести строительство ГЭС и падение уровня Каспийского моря, которые вызвали кратковременное сокращение численности нерестового запаса севрюги вначале 1970-х гг., когда в нерестовую часть популяции стали входить рыбы поколения, появившегося в годы ввода эксплуатацию Волжской ГЭС. Но уже через пять лет было вновь отмечено увеличение запаса вследствие положительного влияния искусственного пополнения от ОРЗ. Начиная с 1990-х гг., происходит устойчивое сокращение численности нерестового запаса севрюги, несмотря на то, что в предыдущие годы объемы искусственного и естественного воспроизводства были высоки. Причинами этого стал возрастающий пресс ННН-промысла в море, изымающий рыб в период нагула и подготовки к нерестовой миграции в реки Каспийского бассейна. Масштабы браконьерства столь значительны, что ни естественное размножение, ни искусственное воспроизводство не в состоянии восполнить убыль от ННН-промысла.

# ГЛАВА 7. ОЦЕНКА НЕЗАКОННОГО, НЕСООБЩАЕМОГО И НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПРОМЫСЛА СЕВРЮГИ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ

## 7.1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В данной главе оцененные величины ННН-промысла соответствуют экспертным величинам изъятия в Волго-Каспийском районе, который включает в себя дельту р. Волга и непосредственно северо-западную часть Каспийского моря.

### **Оценка нелегального, неучтенного и неконтролируемого изъятия севрюги в море по методу Власенко-Зыковой (2007 г.)**

Оценка ННН-промысла севрюги в северной части Каспийского моря в 2004–2015 гг. была проведена по методу, предложенному А.Д. Власенко и Г.Ф. Зыковой (2007). Объем собранного материала для этого периода лет составил 89 экз. севрюги и 92 постановки сетных порядков. Такие оценки регулярно получались сотрудниками Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») в 2010–2015 гг. Метод расчета состоит в том, что, располагая общей длиной конфискованных сетных порядков в море и уловом осетровых в исследовательских (контрольных) сетях, можно оценить масштабы браконьерского изъятия в море.

Процедура расчетов включала три этапа:

1) в северной части Каспийского моря выставлялись контрольные сетные порядки с постоянным набором ячей в сетях, аналогичных браконьерским сетям, и известной длины сетного порядка. По полученным уловам оценивали вылов севрюги на усилие за период лова по следующему выражению:

$$I_{\text{кон}} = \frac{C_{\text{кон}}}{E}, \quad (4)$$

где  $I_{\text{кон}}$  — относительный улов на усилие в контрольных сетях,  $C_{\text{кон}}$  — общий улов в контрольных сетях, экз.,  $E$  — количество сетепостановок;

2) оценку браконьерского вылова севрюги производили с использованием соотношения относительного улова в контрольных сетях с известной длиной порядка, общей длины конфискованных сетных порядков в море и количества дней лова, которое

определяется с учетом количества штормовых дней, возможных повреждения орудий лова, нормативов их служения на промысле, режима промысла и периодичности их изъятия пограничными службами, активный период работы каждой браконьерской сети составляет не более 90 дней:

$$C_{бр} = \frac{I_{кон} L_{бр} t}{L_{кон}}, \quad (5)$$

где  $C_{бр}$  — величина браконьерского вылова, экз.,  $L_{бр}$  — длина конфискованных сетей,  $t$  — количество дней активной работы сетей,  $L_{кон}$  — длина контрольного порядка;

3) зная величину браконьерского вылова, выраженную в экземплярах, и среднюю массу рыбы в контрольных сетных постановках, рассчитывали общую массу незаконно выловленной рыбы:

$$B_{бр} = C_{бр} W_{кон}, \quad (6)$$

где  $B_{бр}$  — масса браконьерского изъятия,  $W_{кон}$  — средняя масса рыбы в контрольных сетных постановках.

### Метод локальной регрессии

Методом локальной регрессии нами произведено сглаживание полученной динамики ННН-промысла за период 1989–2015 гг. Этот метод относится к непараметрическим методам сглаживания и применяется, если по условию поставленной задачи исследования важна эффективная интерполяция значений переменной ( $y$ ) с минимальной ошибкой, а конкретный набор оцениваемых параметров модели самостоятельного интереса не представляет. Реализацию метода локальной регрессии проводили по руководству, изложенному в работах Кливленда и др. (Cleveland et al., 1992) и С.Э. Мастицкого и В.К. Шитикова (2014).

Сглаживание динамики величин методом локальной регрессии представляет собой процедуру вычисления параметров линейной или полиномиальной (квадратичной) функций, выбираемых исследователем, для отдельно взятых участков кривой слева направо на оси  $x$ . Таким образом, получаемая модель регрессии имеет динамический функциональный характер, подстраиваемый под текущие значения предикторов.

Ширина окна участка каждого шага аппроксимации локальной регрессией принимается равной стандартному отклонению задействованных точек, т. е. не является фиксированной. Отсюда

важным параметром данного метода является степень сглаживания —  $span = k/n$ , где:  $k$  — доля количества точек, используемых для подбора коэффициентов в окрестностях точки  $x$ ;  $n$  — общий объем выборки. Чем больше значение величины  $span$ , тем более плавная кривая получается в результате аппроксимации.

## 7.2. ОЦЕНКА НЕЗАКОННОГО, НЕСООБЩАЕМОГО И НЕРЕГУЛИРУЕМОГО ПРОМЫСЛА СЕВРЮГИ В ВОЛГО-КАСПИЙСКОМ РАЙОНЕ

Динамика запаса любой популяции складывается из трех составляющих — пополнения, роста и убыли. Рассматривая рыбные запасы и их промысел как элемент хозяйственной деятельности человека в динамике убыли необходимо учитывать промысловую смертность как характеристику эксплуатируемого запаса. Если убыль от естественной смертности — это неконтролируемый человеком фактор, то промысловая смертность характеризует антропогенное воздействие на промысловый запас рыб, который можно и необходимо регулировать с целью рационального использования биоресурсов. Знания законов динамических процессов в промысловом запасе позволяют рассмотреть различные сценарии его развития при разной степени эксплуатации (промысловой смертности) и выбрать необходимые правила регулирования промысла, лежащие в основе рационального использования биоресурсов.

Одним из негативных воздействий человека на рыбные запасы является ННН-промысел, который может вносить существенный вклад в промысловую смертность. Составляющие ННН-промысла включают улов, не зафиксированный официальной статистикой в результате расхищения с официальных мест промысла и браконьерский вылов — улов, полученный в результате нарушения официально действующих Правил рыболовства.

Методы оценки ННН-промысла можно разделить на прямые и косвенные. К прямым методам относятся: контроль официального вылова на местах промысла; сбор опросных данных; учет конфискованной рыбы и икры охраняющими органами; изъятие выставляемых браконьерами орудий лова на местах промысла; аэровизуальный учет браконьерских судов и лодок в море и т. д. К косвенным методам оценки относятся построение различных моделей и экспертная оценка.

Оценке ННН-промысла в Каспийском бассейне посвящен ряд исследований, в которых реализованы различные подходы, основанные как на комплексном использовании результатов прямого

учета (длина изъятых браконьерских орудий лова) и косвенного (построении динамических моделей запаса), так и только косвенного. Первые исследования по оценке незаконного изъятия осетровых в Каспийском бассейне были выполнены для русского осетра (Зыкова и др., 2000; Зыкова, 2004б). В них была проведена оценка величины ННН-промысла в 1989–1998 гг. методом моделирования структуры стада с использованием данных морских тралово-акустических съемок и динамики численности производителей русского осетра, заходящих в р. Волга. Определено, что в 1989–1992 гг. их нелегальный вылов в реке был в 1,2 раза выше официального, а в 1993–1996 гг. — в 3,0 раза. Модель показала, что, судя по данным съемок в море, в 1998 г. суммарный ННН-промысел в реке и море достиг 12-кратного превышения официального промышленного вылова. Авторами указывалось, что незаконное изъятие нерестовой части популяции осетра происходит дважды: на путях сезонных миграций в море и непосредственно в реках бассейна.

Для оценки ННН-промысла было предложено использовать преобразованную продукционную динамическую модель запаса, базирующуюся на аксиоме Рассела (Бабаян и др., 2008). Этот метод основан на данных по количеству конфискованных сетей, статистике официального вылова, оценке биомассы запаса и методологии динамического продукционного моделирования. Так, согласно аксиоме Рассела, промысловый запас ( $B$ ) в начале  $(y+1)$ -го года можно представить в виде:

$$B_{0(y+1)} = B_{0(y)} + R_y + W_y - D_y - C_{(y)\varepsilon}, \quad (7)$$

где  $R$  — пополнение запаса;  $W$  — весовой рост особей;  $D$  — убыль от естественных причин;  $C\Sigma$  — общий годовой вылов, равный сумме браконьерского ( $C_{\text{бр}}$ ) и легального ( $C$ ) уловов.

Используя коэффициент пропорциональности ( $r$ ) линейной функции среднегодовой биомассы запаса  $B_{(y)}$  за период 1994–2006 гг. и коэффициент улавливаемости ( $q_{\text{бр}}$ ) браконьерского промысла, полученный из соотношения:

$$C_{\text{бр}(y)} / E_{\text{бр}(y)} = q_{\text{бр}} B_{(y)}, \quad (8)$$

где  $E_{\text{бр}(y)}$  — величина браконьерского промыслового усилия, авторы получили детерминированную версию модели динамики популяции в виде:

$$0,5(B_{0(y+1)} - B_{0(y-1)}) = rB_{(y)} - q_{\text{бр}}(E_{\text{бр}(y)}B_{(y)}) - C_{(y)}; \quad (9)$$

Видоизмененная модель Рассела динамики запаса, параметризованная по данным для русского осетра, показала, что в период 1998–2006 гг. ННН-промысел этого вида осетровых превышал официальный вылов в 15–20 раз (Бабаян и др., 2008).

Ю.И. Рековым (2004) был оценен ННН севрюги и русского осетра в Азовском море. Автором для построения модели ННН была применена следующая формула:

$$C_d = B_{(i)} - (B_{(i+1)} + C_i + D_i), \quad (10)$$

где  $C_d$  — оценка неучтенного вылова;  $B_{(i)}$  — биомасса запаса в год лова  $i$ ;  $B_{(i+1)}$  — запас следующего года ( $i+1$ );  $C_{ci}$  — промысловый улов в год  $i$ ;  $D_i$  — естественная убыль за год  $i$ .

Для выполнения такой оценки, как указывает автор, необходимо иметь надежные ежегодные данные о численности вида, возрастном составе, промысловом возврате и естественной убыли. На основе многолетних данных о динамике запасов азовских севрюги и осетра был оценен их неучтенный вылов в 1994 и 2000 гг., который превысил официальный промысловый улов в 10 и 30 раз, соответственно.

В программной среде ECOMATH/ECOSIM на основе моделирования многовидового биотического сообщества и промысловой нагрузки была предпринята попытка оценить ННН-промысел севрюги в северной части Каспийского моря (Бобырев и др., 2009). По результатам реализации балансовой модели, ориентировочная оценка соотношения между учитываемым и не учитываемым официальной статистикой выловом севрюги составила примерно 1:18. Для уточнения ННН-промысла была разработана динамическая модель запаса этого вида, в которой его динамика выражалась как сумма прироста биомассы за счет весового роста рыб, минус промысловая и естественная убыль рыб. Величина промыслового изъятия была определена путем подбора значений параметров, при которых модель демонстрирует снижение биомассы запаса с начального уровня 80 тыс. т в 1999 г. до 17 тыс. т в 2003 г. Если учесть, что в этот период, по данным авторов, официальная добыча не превышала 300 т, то соотношение учитываемого и не учитываемого вылова севрюги составляет величину порядка 1:20 (Бобырев и др., 2009).

Вопросом влияния ННН-промысла на величину запаса севрюги в Каспийском море и моделированием сценария развития запаса на будущее занимались Йе и Валбо-Йоргенсен (Ye, Valbo-Jørgensen, 2012). При моделировании динамики запаса авторы рассматривали три сценария:

1) отсутствие пополнения, получаемого от деятельности осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ) и ННН-промысла, 2) влияние пополнения, получаемого от деятельности ОРЗ и 3) влияние запаса, получаемого от деятельности ОРЗ и ННН-промысла на динамику запаса. В работе использовалась модель DB-SRA, применимая для запасов с ограниченными данными. Для реализации второго и третьего сценария авторы видоизменили модель, добавив к первому сценарию два фактора — нелегальный вылов ( $IC_{t-1}$ ) и пополнение от деятельности ОРЗ ( $R_{t-1}$ ). При формировании влияния нелегального вылова  $IC_t$  авторы считали, что он постепенно возрастал от 1990 до 2000 гг. и затем установился на постоянном уровне, превышающем легальный вылов в 8 раз. Результаты моделирования показали, что неучтенное изъятие имеет существенное влияние на динамику запаса и если ННН-промысел продолжится на заданном авторами уровне, то севрюга в Каспийском море исчезнет к 2042 г.

Таким образом, величины ННН-промысла осетровых в северной части Каспийского моря и море в целом, по данным литературы, показывают неуклонный их рост и превышение величины официального промышленного изъятия за период 1989–2006 гг. в 1,2–20,0 раз (табл. 20). Возрастающее значение ННН-промысла с 1993 г. по 2006 гг. вносит существенный негативный вклад в дестабилизацию запаса осетровых и не учитывать его при оценках ретроспективного и современного состояния запаса и его прогноза невозможно.

Большие масштабы браконьерского промысла в море подтверждались визуальной фиксацией сетей в море во время проведения сезонных ихтиологических съемок Волго-Каспийским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») и ежегодно предоставляемой информацией о количестве изъятых сетей пограничными службами ФСБ России по республикам Дагестан и Калмыкия и Астраханской области. Район моря, где браконьерами выставляются сетные орудия лова, охватывает практически всю мелководную и придельтовую акваторию северной части Каспийского моря (рис. 23).

Значительное количество сетей было обнаружено у проток дельты (банки Белинский, Кировский и т. д.), судоходных каналов (Волго-Каспийский морской судоходный и Урало-Каспийский каналы), на значимых для летнего нагула местах в мелководной северной части Каспийского моря (вблизи островов Укатный и Малый Жемчужный), вдоль путей сезонных миграций осетровых (у полуострова Аграханский, о. Чечень, в прибрежной зоне от восточной части дельты р. Волга до Урало-Каспийского судоход-

Таблица 20. Нелегальное, неконтролируемое и неучтенное изъятие (ННН) осетровых в Каспийском море (по литературным данным)

Годы	Отношение ННН изъятия к официальным годовым уловам	Примечание	Источники
1989–1992	1,2	Оценка ННН русского осетра в р. Волга	Зыкова и др., 2000
	0,0–1,60	Суммарная оценка ННН севрюги в р. Волга и Каспийском море	Ye, Valbo-Jorgensen, 2012
1993–1996	3,0	Оценка ННН русского осетра в р. Волга	Зыкова и др., 2000
	2,4–4,8	Суммарная оценка ННН севрюги в р. Волга и Каспийском море	Ye, Valbo-Jorgensen, 2012
1997	5,6	Суммарная оценка ННН в р. Волга и Каспийском море для севрюги	Ye, Valbo-Jorgensen, 2012
1998	12,0	Суммарная оценка ННН русского осетра в р. Волга и Каспийском море	Зыкова и др., 2000
	6,4	Суммарная оценка ННН севрюги в р. Волга и Каспийском море	Ye, Valbo-Jorgensen, 2012
1999–2006	15,0–20,0	Суммарная оценка ННН русского осетра и севрюги в р. Волга и Каспийском море	Бобырев и др., 2009; Бабаян и др., 2008
	7,2–8,0	Суммарная оценка ННН севрюги в р. Волга и Каспийском море	Ye, Valbo-Jorgensen, 2012

ного канала). Результаты мероприятий по изъятию незаконных орудий лова, проводимых пограничными службами ФСБ России, также подтверждают увеличивающийся из года в год прессинг браконьерского морского лова на запасы осетровых (табл. 21).

По приведенным выше литературным данным (табл. 20) была проведена оценка ННН-промысла севрюги в северо-западной части Каспийского моря и в р. Волга на путях нерестовой миграции в 1989–2003 гг. В качестве коэффициента ННН-промысла севрюги в период 1989–1998 гг. были взяты аналогичные оценки, полученные для русского осетра (Зыкова и др., 2000) в связи с тем, что

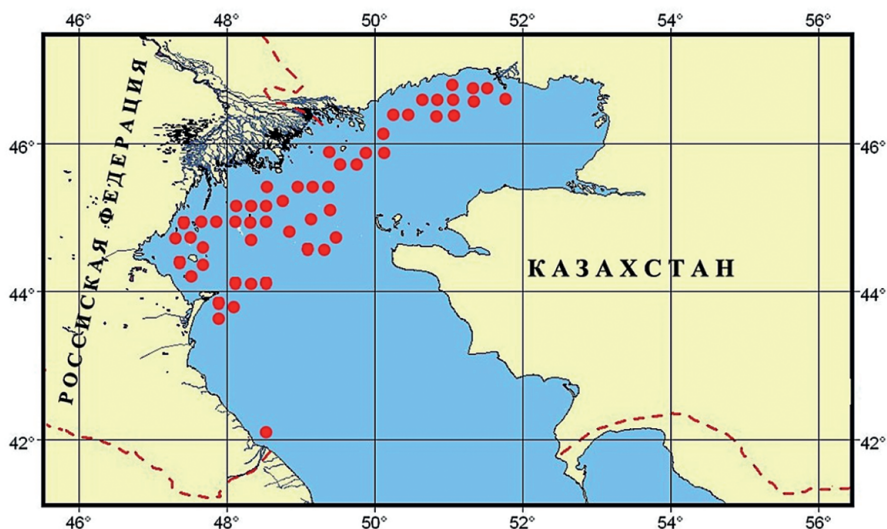


Рис. 23. Расположение основных мест постановки браконьерских сетей в северной и средней частях Каспийского моря (по данным визуального наблюдения во время сезонных ихтиологических съемок в 2004–2015 гг.)

Таблица 21. Количество изъятых браконьерских сетей-аханов (км) в Каспийском море по данным литературы (Бабаян и др., 2008) и пограничных служб ФСБ России по республикам Калмыкия, Дагестан и Астраханской области (архив Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»))

Годы	Длина изъятых сетей, км	Годы	Длина изъятых сетей, км
1994	26,5	2005	118,1
1995	25,8	2006	116,7
1996	26,1	2007	
1997	24,1	2008	данные отсутствуют
1998	41,7	2009	
1999	57,9	2010	332,808
2000	78,3	2011	416,8
2001	87,3	2012	172,081
2002	119,5	2013	331,703
2003	118,1	2014	428,981
2004	118,1	2015	394,981

русский осетр и северюга дают дорогостоящую рыбную продукцию, их мясо и икра высоко ценятся на рынке. Добыча этих видов ведется на одних и тех же местах. Оценки ННН-промысла осетра и северюга, проведенные в 1999–2003 гг., показали сходные соот-

ношения нелегального и легального промысла: 15,0–20,0 для осетра (Бабаян и др., 2008) и 20,0 для севрюги (Бобырев и др., 2009). Оценка ННН-промысла севрюги для периода 1989–2006 гг., полученная Йе и Валбо-Йоргенсеном (Ye and Valbo-Jørgensen, 2012), не была принята во внимание, поскольку процедура оценки величины ННН в данной работе не приведена и не обоснована.

Расчетная величина ННН-промысла севрюги в северо-западной части Каспийского моря и р. Волга (1989–2003 гг.) состоит из двух слагаемых:

а) нелегальное изъятие в реке в 1,2 раза в 1989–1992 гг. и в 3,0 раза — в 1993–2003 гг. выше официального;

б) нелегальное изъятие в море в 1989–1998 гг. из-за отсутствия данных интерполировано и постепенно возрастало с 0 до 9 раз выше официального в 1998 г., когда впервые был определен коэффициент ННН-промысла в море; в 1999–2003 гг. применялся коэффициент, равный 17,0. Полученные оценки ННН-промысла представлены в табл. 22.

Оценка ННН-промысла популяции севрюги в северо-западной части Каспийского моря и р. Волга в 2004–2015 гг. состоит из двух слагаемых:

а) нелегальное изъятие в реке, определенное в 3,0 раза выше официального (Зыкова и др., 2000);

б) нелегальное изъятие в море, определенное по методу Власенко-Зыковой (2007 г.) по материалам сезонных съемок 2004–2015 гг. в мелководной северной части Каспийского моря.

Так как величины ННН-промысла (1989–2015 гг.) основаны на косвенных и экспертных оценках и, следовательно, не лишены ошибок, заложенных во входных данных, что отражается в значительном колебании в отдельные годы, было проведено сглаживание динамики ННН-промысла за этот период методом локальной регрессии (Cleveland et al., 1992; Мастицкий, Шитиков, 2014). Аппроксимация выполнялась при заданных параметрах степени сглаженности ( $span = 0,7$ ) и функцией полинома второй степени. Результаты представлены в табл. 22 и на рис. 24.

Сравнение динамики официального вылова и оцененного ННН-промысла севрюги показывает, что на протяжении всего периода 1989–2015 гг. официальные уловы севрюги сокращались (табл. 22 и рис. 24). Изменения ННН-промысла были сложнее. Во время распада СССР в начале 90-х гг. XX столетия и с уменьшением контроля над биоресурсами стремительно возрастал браконьерский вылов, достигший максимума в 1993 г. 8,23 тыс. т., что обеспечивалось высокой численностью вида. С подрывом запаса, вызванным его чрезмерной эксплуатацией, величина

Таблица 22. Расчетные величины ННН-промысла промыслового и нерестового запасов севрюги волжской популяции в северной части Каспийского моря в 1989–2015 гг.

Годы	Официальные промысловые уловы и изъятие для целей НИР и воспроизводства, тыс. т	ННН в р. Волга, тыс. т	ННН в Каспийском море, тыс. т	Итого ННН, тыс. т	Сглаженная величина ННН, тыс. т
1989	3,83	4,596	–	4,596	6,541
1990	3,19	3,828	3,19	7,018	7,388
1991	2,71	3,252	5,42	8,672	7,918
1992	2,43	2,916	7,29	10,206	8,211
1993	1,27	3,81	5,08	8,89	8,230
1994	1,44	4,32	7,2	11,52	7,995
1995	0,93	2,79	5,58	8,37	7,613
1996	0,58	1,74	4,06	5,8	6,792
1997	0,41	1,23	3,28	4,51	5,806
1998	0,29	0,87	2,61	3,48	4,816
1999	0,20	0,60	3,4	4	3,845
2000	0,17	0,51	2,89	3,40	3,219
2001	0,164	0,49	2,788	3,278	2,725
2002	0,14	0,42	2,363	2,783	2,302
2003	0,11	0,33	1,87	2,2	1,936
2004	0,023	0,069	1,0438	1,1128	1,643
2005	0,036	0,108	0,8704	0,9784	1,404
2006	0,009449	0,015667	0,9163	0,931967	1,223
2007	0,011101	0,012816	<b>1,113*</b>	1,125816	1,164
2008	0,00691	0,003255	<b>1,31*</b>	1,313255	1,193
2009	0,007906	0,012864	<b>1,507*</b>	1,519864	1,178
2010	0,001014	0,000573	1,70272	1,703293	1,115
2011	0,001654	0,000276	1,5878	1,588076	1,068
2012	0,00118	0,001995	1,17499	1,176985	1,004
2013	0,000244	0,000246	0,98454	0,984786	0,913
2014	0,000141	0,0	0,5831	0,5831	0,807
2015	0,000302	0,000393	0,438	0,438393	0,689

\* Интерполированные величины из-за отсутствия данных по длине конформированных сетей.

ННН-промысла в последующие годы снижалась вплоть до настоящего времени. В Астраханской области коммерческий лов сеvрюги ввелся до 2004 г. включительно. В 1989–2004 гг. величина ННН-промысла варьировала от 1,643 до 8,23 тыс. т. и превышала официальный вылов в 1,7–71,4 раза. Начиная с 2005 г. и по настоящее время, изъятие сеvрюги проводится только для целей

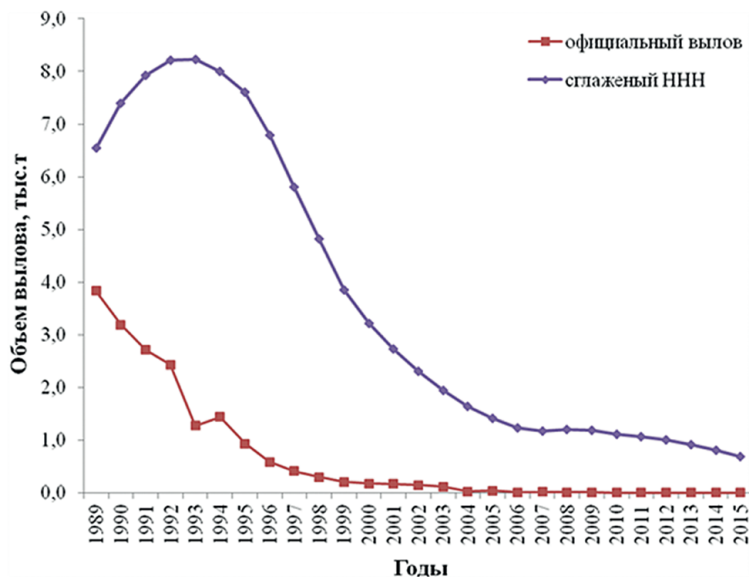


Рис. 24. Динамика официального вылова и ННН-промысла, аппроксимированного методом локальной регрессии промыслового запаса севрюги в р. Волга и северо-западной части Каспийского моря

научно-исследовательских работ (НИР) в море и искусственного воспроизводства в реке. В этот период браконьерский пресс оставался на прежнем высоком уровне и суммарные величины ННН-промысла в реке и море значительно превышают величину официального изъятия от 39,0 до 5717,1 раза. Средняя величина ежегодного браконьерского изъятия севрюги в 2004–2015 гг. составила 1,12 тыс. т (табл. 22).

Таким образом, исследования ННН-промысла севрюги в Волго-Каспийском районе в 1989–2015 гг. показали, что в течение всего рассматриваемого периода браконьерское изъятие превышало официальное. С введением запрета коммерческого вылова осетровых в 2005 г., предоставлением квот только для научно-исследовательских работ и целей искусственного воспроизводства и ужесточением контроля на местах промысла правоохранительными органами и Пограничной службой ФСБ России незаконное изъятие севрюги на путях ее нерестовой миграции не исчезло. Об этом свидетельствует ежегодно предоставляемая информация по количеству изъятых сетей в море и полученные оценки ННН-промысла. Высокое отношение ННН-вылова к вылову для целей НИР и воспроизводства, достигающее в отдельные годы 5717,1 раза, указывает на продолжающуюся эксплуатацию

браконьерами промыслового и нерестового запасов севрюги — величина изъятия составляет от 0,689 до 1,404 тыс. т. Общее сокращение вылова как официального, так и ННН-промысла севрюги объясняется рядом причин: 1) сокращением промыслового и нерестового запасов; 2) изъятием производителей на путях нерестовой миграции и на нерестилищах (Лепилина и др., 2017); 3) омоложением нерестовой части популяции и снижением в ней доли самок в связи с селективным их изъятием браконьерами и снижением плодовитости самок, что снижает воспроизводительную способность популяции и ведет к исчезновению севрюги как вида в Каспийском бассейне (Рубан и др., 2017); 4) снижению ННН-промысла способствовала также работа правоохранительных органов.

## **ГЛАВА 8. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ СЕВРЮГИ В УСЛОВИЯХ ЗАПРЕТА ПРОМЫСЛА И ДЕФИЦИТА ИНФОРМАЦИИ**

### **8.1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ОСЕТРОВЫХ В КАСПИЙСКОМ БАССЕЙНЕ**

Один из первых методов оценки запаса осетровых был предложен А.Н. Державиным (1922), на примере данных по уловам севрюги р. Кура. Этот метод основан на многолетних данных по возрастной структуре уловов этой популяции. Численность поколения в некоторый предыдущий год приравнивается к сумме уловов из этого поколения в течение всех последующих лет промысла. Этот метод дает заниженные оценки запаса, поскольку не учитывает естественную смертность, но он позволяет улавливать тенденции изменения запаса. Можно сказать, что он оценивает индексы запаса.

Первая попытка применить когортную модель для оценки численности русского осетра была предпринята Д.А. Васильевым с соавторами (Васильев, 2001; Vasilyev et al., 1989, 1990). С 1962–1964 гг. и до распада СССР промысел каспийских осетровых велся практически исключительно в реках во время нерестовой миграции, но осетровые рыбы нерестятся не каждый год, а определение межнерестового интервала представляет собой сложную задачу. Потому авторы разработали модификацию когортной модели, в которой промысловая смертность действовала не на все поколение половозрелой части запаса, а только на некоторую его часть, определяемую продолжительностью межнерестовых интервалов, которые считались неизменными по годам.

После распада СССР на запасы осетровых сильно возросло влияние нелегального промысла, который подорвал запасы, как в море, так и в реке. С помощью когортной модели, основанной на данных по возрастному составу только официальных уловов русского осетра и севрюги, был определён запас только части популяции, названной «условным промысловым запасом, который облавливается легальным промыслом в российской зоне». Для настройки модели были использованы численность и возрастная структура промыслового запаса по годам, оцененные по морским съемкам за период 1985–2004 гг. (Бабаян и др., 2006а, б, в).

Так как с 2007 г. и по настоящее время осетровые съемки проводятся только в северо-западной части и на западном склоне средней части Каспийского моря, был предложен (Булгакова и др., 2013, 2014а, 2014б) модифицированный метод расчета необходимого количества тралений для получения оценки общей численности запаса осетровых с заданной точностью и достоверной вероятностью.

В настоящее время съемки являются основным методом оценки численности запаса русского осетра в Каспийском море. Но в последние годы оценку запасов белуги и севрюги по съемкам получить не удается, поскольку эти виды практически не попадают в тралы. Возрастной состав персидского осетра, полученный по морским съемкам, ненадежен из-за малой величины выборки и отсутствия выраженных морфологических и генетических отличий от русского осетра (Ruban et al., 2008, 2011).

Одним из вариантов прогнозирования биомассы или численности запаса осетровых с недостаточной информационной базой может быть регрессионный метод. Его можно рассматривать как частный случай экстраполяции временных рядов. Например, если для ряда предыдущих лет по траловым съемкам оценены промысловые запасы (или нерестовые их части), то такой ряд можно аппроксимировать теоретической кривой (провести линию тренда). Зная ее параметры, можно экстраполировать эту кривую на 2 года вперед. Такие расчеты были проведены для каспийской севрюги в 2005 г. (Булгакова и др., 2016). Результаты показали, что полученная регрессия дает заниженные оценки нерестового запаса для прогнозных лет, на самом деле скорость снижения фактических величин запаса с годами уменьшилась.

Зарубежные исследователи также пытались применить методы оценки запасов с недостаточной информационной базой. На основе временного ряда уловов севрюги по всему Каспийскому бассейну была сделана попытка (Ye, Valbo-Jørgensen, 2012) построить модель запаса севрюги Каспийского моря по методу DB-SRA (Depletion-based stock reduction analysis), разработанному Диком и Макколлом (Dick, MacCall, 2011). В результате была оценена ретроспективная динамика промыслового запаса, смоделированы различные сценарии динамики запаса в заданный прогнозный период. По полученным результатам предполагаемых сценариев динамики запаса было сделано заключение, что если нелегальное изъятие не остановить, то севрюга может полностью исчезнуть в ближайшем будущем, а наличие искусственного пополнения от ОПЗ позволяет быстрее восстановиться севрюге как промысловому виду. Несмотря на серьезную проведенную ра-

боту, к данному исследованию можно сделать несколько критических замечаний: авторы использовали коэффициент промыслового возврата (КПВ) (0,9%) для оценки пополнения от искусственного воспроизводства, но эта оценка была получена только для волжской популяции севрюги, тогда как существуют уральская и южно-каспийская популяции, у которых КПВ может быть иным; при расчете пополнения запаса от искусственного воспроизводства от отдельно взятого поколения не учтен темп полового созревания. Процедура расчетов метода DB-SRA, при некоторой модификации ее формулы, позволит учесть биологические особенности вида и получить более точные результаты модели запаса.

Таким образом, наиболее перспективным методом является DB-SRA при условии внесения модификации его расчетной формулы, отражающей особенности запаса севрюги.

## **8.2. ОЦЕНКА НЕРЕСТОВОГО ЗАПАСА СЕВРЮГИ ЭКСПЕРТНЫМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОМЫСЛОВОГО ВОЗВРАТА**

Вклад в формирование промыслового или нерестового запаса осетровых пополнения от естественного размножения и искусственного воспроизводства на осетровых рыбозаводах (ОРЗ) можно выразить так называемым «коэффициентом промыслового возврата». К формализации пополнения промыслового запаса за счет работы рыбозаводов и естественного нереста подходили разными способами. Так, М.И. Тихий (1925) предложил оценивать в относительных показателях вклад рыбозаводных мероприятий в пополнение промыслового запаса через «рыбозаводный коэффициент», понимая под этим термином отношение количества выпущенной молоди (продукции рыбозаводных заводов) к улову. Кроме того, М.И. Тихий (1925) ввел такие показатели как «коэффициент восстановления породы» и «процент восстановления породы». Под первым он понимал отношение количества выметанной икры (экз.) к годовому улову (экз.) в год нереста, под вторым — процент выживания поколения до годового возраста от количества выметанной икры (экз.). К сожалению, М.И. Тихий в своей работе не уточнял, какого года выпуск молоди и какого года улов использовался в отношении.

Позднее под термином «рыбозаводный коэффициент» стали понимать процент особей выживших от икринок или мальков до взрослого состояния (Кожин, 1951). Постепенно данный термин стал заменяться «коэффициентом промыслового возвра-

та», «коэффициентом промыслового выживания», параллельно использовали термины — «промысловое выживание» или «процент промыслового выживания». К началу 1950-х гг. наибольшее распространение в литературе получил термин «коэффициент промыслового возврата» (КПВ), который стал широко применяться как показатель выживания при естественном икрометании или искусственном воспроизводстве, выражаясь в процентах (Елеонский, 1936; Тихий, 1940; Кожин, 1951).

Впервые оценку КПВ от естественного нереста севрюги в р. Кура дал А.Н. Державин (1922, 1947). Он рассчитал КПВ от естественного нереста поколений, появившихся в 1916–1941 гг. по количеству отложенной икры (0,0104%), скатившимся личинкам (0,0347%) и более поздней молодежи (3,0–21,0%).

В.А. Мейен (1941) на основе опытов Державина по выживанию икры осетровых, особенностей ската молодежи и плодовитости осетровых, оценил КПВ личинок севрюги от естественного нереста в р. Волга равным 0,05%. Последующие работы подтвердили эту оценку КПВ (Власенко, 1982; Вещев и др., 1992).

Величина КПВ севрюги от искусственного воспроизводства на ОРЗ была определена на основе данных об уловах и возрастном составе за 1962–1982 гг. и выпуске сеголетков волжскими ОРЗ за 1953–1976 гг. методом многофакторного регрессионного анализа (Буханевич и др., 1984, 1986а, 1986б) и составила 0,9%.

Окончательно величины КПВ были утверждены Приказом Федерального агентства по рыболовству от 25 ноября 2011 г. № 1166 «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам» и составили: от личинок при естественном воспроизводстве — 0,05%, от сеголетков при заводском воспроизводстве массой 1,5 г — 0,9%.

Таким образом, в дальнейшем под термином КПВ подразумевается процент выжившей севрюги, участвующей в формировании нерестового запаса, от количества скатившихся личинок с нерестилищ р. Волга (КПВ от естественного пополнения) и сеголетков, выпущенных ОРЗ дельты р. Волга (КПВ от искусственного воспроизводства).

А.Н. Державин (1922) высказал предположение о возможной привязанности каспийских осетровых, в частности севрюги, к «своим рекам» и «родным нерестилищам», куда они возвращаются на нерест после достижения половой зрелости в море. Более поздние исследования, основанные на иммунохимическом анализе антигенного состава сывороточных белков на уровне индивидуальных антигенов, выявили сложную популяционную структуру и существование локальных стад, привязанных

к «родным» рекам у всех исследованных видов каспийских осетровых — русского осетра, севрюги и белуги (Лукьяненко, Седов, 1967; Лукьяненко, 1971; Лукьяненко, Умеров, 1971).

У севрюги были выделены три популяции «привязанных» к нерестовым рекам: волжская, уральская и южно-каспийская (Переварюха, 1982; Переварюха и др., 1985, 1999, 2003). Иммунохимические исследования производителей, мигрирующих в рр. Волга и Урал, установили, что нет четкого разделения волжской и уральской популяций на миграционных путях в реках. Трехлетними наблюдениями было установлено, что часть волжской популяции идет на нерест в р. Урал, а часть уральской — в р. Волга. В среднем, доля севрюги волжского происхождения в р. Урал составила 25,2%, а доля севрюги уральского происхождения в р. Волга — 4,3% (Лукьяненко, Переварюха, 1985). Таким образом, из общего числа производителей севрюги, заходящих в р. Волга, 95,7% являются особями волжской популяции, дожившие до возраста половой зрелости.

В настоящее время запасы севрюги волжского происхождения формируются за счет пополнения от естественного нереста на нерестилищах, расположенных ниже плотины Волгоградского гидроузла и искусственного воспроизводства на ОРЗ. Многолетними исследованиями установлено, что производители севрюги слабо осваивают нерестилища верхней зоны, находящейся вблизи плотины, в связи с резко выраженными суточными и недельными колебаниями уровней воды и скорости течения (Власенко и др., 2012). Севрюга при незначительном понижении уровня воды прекращает откладывать икру на мелководных галечниковых грядах и уходит на глубоководные участки реки, где расположены русловые нерестилища, на которых влияние понижения уровня воды незначительно. В современных условиях весеннего паводка, зависящего от режима пусков воды с Волжской ГЭС, севрюга использует только русловые нерестилища верхней (Татьянинская русловая гряда), средней и нижней зон общей площадью 191,5 га. Искусственное пополнение в период 1955–2009 гг. формировалось ОРЗ, расположенными на главном русле р. Волга — Лебяжий, Кизанским, Бертюльским, Сергиевским, Александровским, НЭБ «БИОС». С 2010 г. по настоящее время сеголеток севрюги выпускает только ОРЗ Лебяжий.

Таким образом, зная величины ежегодного пополнения от естественного нереста по численности скатившихся личинок и искусственного воспроизводства на ОРЗ, формирующего нерестовый запас на исследуемый год, темп вхождения в нерестовый запас, КПВ и долю производителей волжской популяции, мигри-

рующих на нерест в р. Волга, можно оценить численность и биомассу запаса севрюги в соответствующий год.

В качестве первого приближения было принято, что осредненный возрастной состав нерестовой части популяции севрюги в р. Волга за 2007–2012 гг. отражает темп вступления поколения в нерестовой запас. В 2007–2012 гг. пополнение нерестового запаса происходило, начиная с пятилетнего возраста, наибольшее количество составляли семилетние рыбы, и в старших возрастах происходило сокращение численности особей в силу естественной и промысловой убыли до полного выхода из популяции в двадцатитрехлетнем возрасте (рис. 25).

При известном темпе вхождения в нерестовой запас особей севрюги можно определить поколения, участвующие в его формировании в рассматриваемый год. Исходя из возрастной структуры, представленной на рис. 25, в 2017 г. нерестовой запас севрюги состоял из особей поколений 1994–2012 гг. В табл. 23 представлены величины пополнений от естественного нереста и искусственного воспроизводства, т. е. личинок, скатывающихся с нерестилищ, и молоди, выпущенной ОРЗ дельты Волги, соответствующих поколений.

В расчетах нерестового запаса севрюги нами использован стохастический подход, выраженный в неопределенности КПВ, зависящего от многих факторов (биологических, абиотических и антропогенных), суммарный вклад которых в общую убыль изменяется от года к году в течение жизни особей. При генерации выборок случайных значений КПВ использовали логнормальное распределение для получения только положительных величин

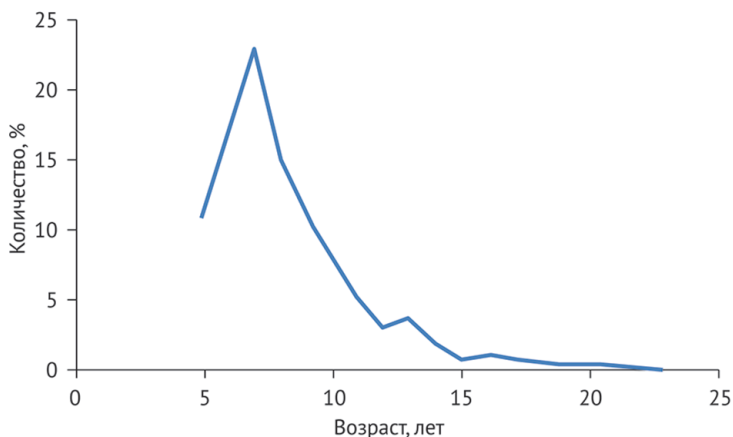


Рис. 25. Средняя многолетняя возрастная структура нерестовой части популяции севрюги в р. Волга за период 2007–2012 гг.

Таблица 23. Величина пополнения от естественного и искусственного воспроизводства в поколениях, формирующих нерестовый запас севрюги в 2017 г.

Поколение (год)	Выпуск молоди ОРЗ, млн экз.*	Скат личинок, млн экз.**
2012	0,186	10,6
2011	0,0	8,0
2010	0,066	10,8
2009	4,862	10,0
2008	1,73	20,5
2007	7,156	93,4
2006	2,653	42,8
2005	3,315	92,9
2004	8,218	72,7
2003	15,188	189
2002	17,54	175,4
2001	24,321	237,6
2000	17,077	163,5
1999	20,352	119
1998	15,43	135,8
1997	8,83	107,8
1996	12,91	65,2
1995	14,73	226,8
1994	7,07	403,6

\* Данные представлены лабораторией аквакультуры Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

\*\* Данные представлены лабораторией естественного воспроизводства Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

этого параметра. Для робастности получаемых величин нерестового запаса генерировали выборку объемом  $n=5000$ .

Неопределенность КПВ задается величиной стандартного отклонения через коэффициент вариации (CV) 33%. Данная величина CV является максимально возможной, если совокупность является однородной и подчинена нормальному закону распределения (Балинова, 2004).

Каждая выборка формировалась при следующих параметрах: для КПВ от естественного пополнения среднее равно  $M=0,05$  и  $\sigma=0,016$  ( $\log\text{mean}=-3,05$  и  $\log\text{gsd}=0,32$ ), для КПВ от искусственного пополнения  $M=0,9$  и  $\sigma=0,297$  ( $\log\text{mean}=-0,157$  и  $\log\text{gsd}=0,32$ ), где в качестве  $M$  брали соответствующие значения КПВ, полученные выше,  $\sigma$  — стандартное отклонение.

Зная КПВ от естественного и искусственного пополнений, величину естественного и искусственного воспроизводства поколений 1994–2012 гг. и осредненную возрастную структуру нерестовой части популяции севрюги в р. Волга за 2007–2012 гг.,

можно оценить численность нерестового запаса севрюги в 2017 г. Расчеты проводились по следующей процедуре при 5000 циклах:

$$N_y = (R_{y(art)}k_{art}) + (R_{y(nat)}k_{nat}), \quad (11)$$

где  $N_y$  — численность промыслового возврата от поколения года ( $y$ ),  $R_{y(art)}$  — величина искусственного пополнения от поколения года ( $y$ ), (табл. 23),  $R_{y(nat)}$  — величина естественного пополнения от поколения года ( $y$ ), (табл. 23),  $k_{art}$  — коэффициент промыслового возврата от искусственного пополнения (выраженный в долях),  $k_{nat}$  — коэффициент промыслового возврата от естественного пополнения (выраженный в долях). Тогда численность нерестового запаса в оцениваемый год рассчитывается следующим образом:

$$N_{SS(Y)} = \sum(N_y r_a), \quad (12)$$

где  $N_{SS(Y)}$  — численность нерестового запаса в оцениваемый год ( $Y$ ),  $r_a$  — векторная величина доли поколения года ( $y$ ), участвующего в формировании численности нерестового запаса в возрасте ( $a$ ) (рис. 25). Численность нерестового запаса, заходящего в р. Волга, рассчитывается по следующему выражению:

$$N_{VSS(Y)} = N_{SS(Y)}\gamma, \quad (13)$$

где  $N_{VSS(Y)}$  — численность нерестового запаса в оцениваемый год ( $Y$ ), заходящего в р. Волга,  $\gamma$  — доля производителей, заходящих на нерест в р. Волга. Биомасса нерестового запаса, заходящего в р. Волга, вычисляется следующим образом:

$$B_{VSS(Y)} = N_{VSS(Y)}m, \quad (14)$$

где  $B_{VSS(Y)}$  — биомасса нерестового запаса в оцениваемый год ( $Y$ ), заходящего в р. Волга,  $m$  — средняя масса особей производителей, заходящих на нерест в р. Волга.

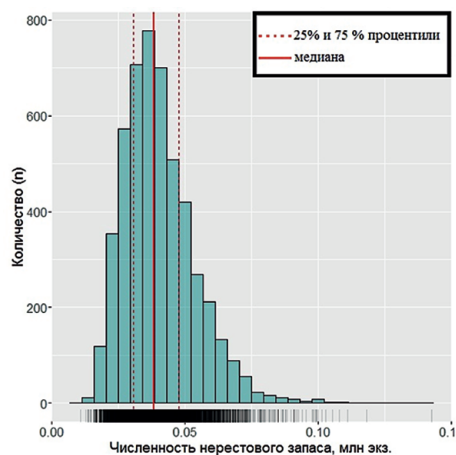
Так как количество стохастических расчетов велико ( $n = 5000$ ), вычисления были автоматизированы в скрипте программной среды R Core Team (2016) R: A language and environment for statistical computing.

Результаты проведенных расчетов нерестового запаса севрюги на 2017 г. при средней навеске производителей, заходящих в р. Волга, равной — 4,6 кг, представлены в табл. 24 и на рис. 26.

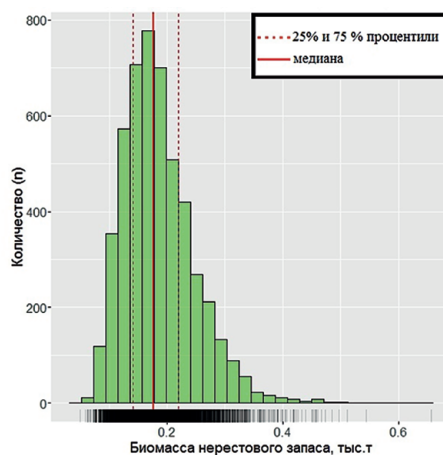
Так как полученные распределения величин нерестового запаса севрюги волжской популяции на 2017 г. отличны от нор-

Таблица 24. Результаты стохастических расчетов прогнозной величины нерестового запаса севрюги р. Волга на 2017 г.

Величина нерестового запаса	Min	25% процентиль	Медиана (Me)	Среднее (M)	75% процентиль	Max
Численность, млн экз.	0,011	0,031	0,038	0,040	0,048	0,143
Биомасса, тыс. т	0,049	0,142	0,177	0,186	0,220	0,656



а



б

Рис. 26. Гистограммы распределения стохастических расчетов прогнозной величины нерестового запаса севрюги в р. Волга на 2017 г.

а — численность, млн экз., б — биомасса тыс. т

мального, что подтверждается результатами теста Шапиро-Уилка ( $W = 0,92$  при  $p < 2,2e^{-16}$ ), величина запаса определяется по значению медианы из полученных распределений. Таким образом, численность нерестового запаса севрюги в 2017 г. р. Волга может составить 0,038 млн экз., а его биомасса — 0,177 тыс. т (табл. 24).

### 8.3. МОДЕЛЬ ЗАПАСА СЕВРЮГИ ВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПО МЕТОДУ DB-SRA

Сокращение численности севрюги, отсутствие съемок по всей акватории Каспийского моря и введение запрета на промысловый лов осетровых привели к прерыванию ряда наблюдений. Собираемый материал для оценки запаса стал нерепрезента-

тивным и не дает возможности применять математические когортные модели. Таким образом, запас северюги можно отнести к группе запасов с ограниченной информационной обеспеченностью. В этом случае в международной практике рекомендуется применять различные трендовые и индикаторные методы, упрощенные продукционные модели (Приказ № 104 «О предоставлении материалов...», 2015; Бабаян и др., 2018). Одним из таких методов является модель DB-SRA (Depletion based stock reduction analysis).

### Модель DB-SRA

Появление модели DB-SRA имеет свою предысторию, в ее основе лежат появившиеся ранее подходы к оценке возможного вылова в условиях ограниченной информации. Сначала была предложена модель SRA (Stock reduction analysis) (Kimura et al., 1982, 1984), в которой данные исторических уловов и оценка относительного снижения запаса в результате промысла использовались для построения возможной динамики запаса. Позднее Уолтерс с соавторами (Walters et al., 2006) усовершенствовали эту модель, добавив в нее стохастический подход. Затем Маккол (MacCall, 2009) разработал модель DCAC (Depletion-corrected average catch) для того, чтобы оценить потенциальный улов запаса на основе двух приближенных оценок параметров  $B_{MSY} = 0,5B_0$  и  $F_{MSY} = M$ , где  $B_{MSY}$  — биомасса запаса, обеспечивающая теоретически возможный максимальный устойчивый улов,  $F_{MSY}$  — величина промысловой смертности, обеспечивающая теоретически возможный максимальный устойчивый улов, и  $M$  — мгновенная естественная смертность (Alverson, Pereyra, 1969; Gulland, 1971). Наконец, все три подхода были объединены в модель DB-SRA (Dick, MacCall, 2011), которая использует метод Монте-Карло и требует задания априорных вероятностных распределений входных параметров для построения текущего состояния запаса и ориентиров управления.

Модель DB-SRA, используемая для оценки запасов с бедным информационным обеспечением, позволяет оценить биологические ориентиры ( $MSY$ ,  $B_{MSY}$ ), а также значения биомассы запаса по годам и первоначальную биомассу необлавливаемого запаса  $K$ . Для модели DB-SRA должны быть предварительно заданы значения четырех входных ее параметров (в качестве стартовых значений параметров):  $M$  — мгновенная естественная смертность,  $F_{MSY}/M$  — отношение промысловой смертности, соответствующей вылову  $MSY$ , к естественной смертности,  $B_{MSY}/K$  — отношение значения биомас-

сы, продуцирующей  $MSY$  (теоретически возможный максимальный устойчивый улов, который можно получить от запаса), к биомассе необлавливаемого запаса,  $B_T/K$  — отношение биомассы запаса в год-ориентир  $T$  к биомассе необлавливаемого запаса (это отношение называется коэффициентом истощения запаса). В качестве года  $T$  рекомендуется выбрать год, для которого известна приблизительная оценка запаса, это не обязательно последний год ретроспективного интервала. Также требуется задать диапазон возможных значений биомассы необлавливаемого запаса  $K$ .

Поскольку заданные значения входных параметров не являются точными оценками, их заменяют априорными вероятностными распределениями. В процессе работы модели оценки этих параметров уточняются.

В DB-SRA реализована конечно-разностная продукционная модель с задержкой (15):

$$B_t = B_{t-1} + P(B_{(t-a)}) - C_{t(t-1)} \quad (15)$$

где  $B_t$  — биомасса запаса в год  $t$ ,  $P(B_{t-a})$  скрытая годовая продукция, которая является функцией биомассы запаса  $a$  лет назад (здесь  $a$  — медиана возраста созревания особей в популяции),  $C_{\Sigma, t-1}$  — суммарный вылов в год  $t-1$ . В нашем случае суммарный вылов равен сумме официального вылова  $C_{t-1}$  и нелегального вылова  $IC_{t-1}$ .

Функциональная зависимость продукции от нерестовой биомассы запаса  $P(B)$  в общем случае может иметь разную форму, но авторы (Dick, MacCall, 2011) использовали гибридную модель, представляющую собой сочетание продукционной модели Шефера при  $B < B_{join}$  и модели РТФ при  $B \geq B_{join}$ , где  $B_{join}$  — точка пересечения уравнений двух моделей (16) и (17). Здесь РТФ — обозначение модификации Флетчера (Fletcher, 1978) модели Пелла-Томлинсона (Pella, Tomlinson, 1969) — имеет вид:

$$P(t) = gm \left( \frac{B_{t-a}}{K} \right) - gm \left( \frac{B_{t-a}}{K} \right)^n \quad (16)$$

Показатель степени  $n > 0$  определяет асимметричность функции  $P(B)$ ,  $g = n^{n/(n-1)}/(n-1)$  — функция от  $n$  ( $g > 0$  при  $n > 1$  и  $g < 0$  при  $0 < n < 1$ ),  $m$  — максимум продукции (равный  $MSY$ );  $K$  — значение необлавливаемой биомассы,  $B_{MSY}/K = n^{1/(1-n)}$  для  $n \neq 1$ , и  $B_{MSY}/K = e^{-1} \approx 0,37$  при  $n = 1$ .

Продукционная функция РТФ приводит к нереально высоким значениям отношения продукции к биомассе ( $P/B$ ) при низких значениях биомассы, т. е. в случае сильно скошенной про-

дукционной кривой (особенно при  $B_{MSY}/K < e^{-1} \approx 0,37$ ). Поэтому при низких значениях биомассы рекомендуется использовать модель Шефера, которая записывается в виде:

$$P(B_{t-a}) = B_{t-a} \left( \frac{P(B_{join})}{B_{join}} + c(B_{t-a} - B_{join}) \right). \quad (17)$$

Коэффициент  $c$  в уравнении (17) определяется по формуле:

$$c = \{(1-n)gmB_{join}^{n-2}K^n\}. \quad (18)$$

В нашей работе применение метода DB-SRA к запасу волжской популяции севрюги позволило определить ориентиры управления (максимальный устойчивый улов  $MSY$ , биомассу, продуцирующую максимальный устойчивый улов  $B_{MSY}$ , и целевой коэффициент промысловой смертности  $F_{MSY}$ ), динамику биомассы запаса в ретроспективе; оценить современное влияние браконьерства, долю пополнения запаса от искусственного воспроизводства, а также рассмотреть сценарии развития запаса в будущем при различных условиях его эксплуатации.

### Данные уловов, возраст и темп созревания

Поскольку у севрюги были выделены три «привязанных» к нерестовым рекам популяции: волжская, уральская и южно-ка-

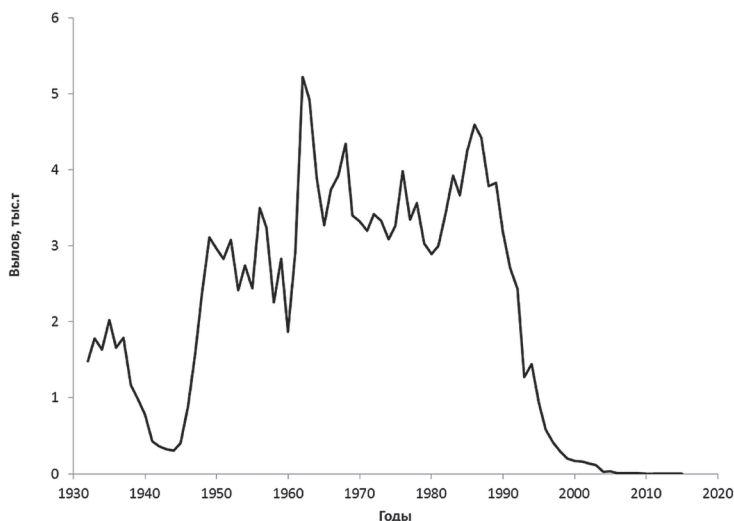


Рис. 27. Официальные величины изъятия севрюги в р. Волга в 1932–2015 гг.

спийская (Переварюха, 1982; Переварюха и др., 1985, 1999, 2003), то, используя уловы в соответствующих реках, можно выделить промысловые запасы отдельных популяций севрюги для дальнейшей их оценки и моделирования.

Для построения модели промыслового запаса волжской популяции севрюги в данной работе использованы официальные величины промыслового изъятия в р. Волга с 1932 по 2005 гг. (Ходоревская и др., 2007а), а с 2006 по 2015 гг. — суммарное изъятие для научно-исследовательских работ Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») в море и для целей искусственного воспроизводства в р. Волга (рис. 27). Используются также оценки нелегального вылова, начиная с 1989 г.

Оценка темпа созревания севрюги проведена по данным, полученным из полностью обловленных поколений 1981–1991 гг. Расчеты показали, что медиана возраста созревания ее производителей находится на уровне 10 лет.

### Краткое описание алгоритма ретроспективной модели

Подробно алгоритм модели описан в работах (Dick, MacCall, 2011; Булгакова и др., 2016), здесь перечислим его основные моменты. Проводится серия реализаций модели, для каждой реализации по заданным вероятностным распределениям каждого из четырех входных параметров ( $M$ ,  $F_{MSY}/M$ ,  $B_{MSY}/K$ ,  $B_T/K$ ) случайно выбирается по одному значению. Используя эти значения, рассчитываются параметры производственной функции и ориентиры управления.

Для каждой реализации проводится расчет биомассы от начального значения биомассы запаса  $B_0 = K$  до  $B_T$  по уравнению (15). Итеративно выбирается такое значение  $K$ , при котором «истощение» биомассы в год  $T$  будет равно его заданному (входному) значению  $B_T/K$ . Траектории, в которых хотя бы для одного года получается отрицательное значение биомассы, отбрасываются. По оставшимся реализациям рассчитываются апостериорные распределения вероятности для биологических ориентиров по биомассе и промысловой смертности, а также необходимая статистика. После получения уточненных оценок четырех параметров модель (15) позволит рассчитать динамику запаса в ретроспективе, а затем сделать прогноз запаса на заданное количество лет вперед.

Расчеты по модели DB-SRA выполнялись в программной среде R Core Team (2016), скрипт процедуры расчетов реализован в пакете {fishmethods} (Nelson, 2017), в который разработчиком введен дополнительный параметр  $B_1/K$  (истощение запаса в пер-

вый год используемого временного ряда уловов относительно к биомассе необлавливаемого запаса). Новый параметр позволяет обойти первоначальное требование метода в необходимости использования всего ряда уловов с момента начала промысла и не вносит изменения в расчетные формулы метода.

### Входные данные модели

Оценки входных параметров модели несут в себе неопределенность, так как получены эмпирически. Использование вероятностного распределения позволяет включить неопределенность данных параметров. Тип распределения выбирался согласно рекомендациям авторов модели DS-SRA (Dick, MacCall, 2011).

Значения  $M$  для севрюги волжской популяции Каспийского моря, полученные по литературным данным и оцененные эмпирическими методами, колеблются в довольно больших пределах: от 0,06 до 0,20 (табл. 25). Эмпирические методы оценки  $M$  имеют свои ограничения и не всегда могут быть достаточно обоснованными. «В этой связи очень часто ученые просто принимают некоторое значение естественной смертности, оцененное любым способом, и затем постоянно используют его в моделях» (Шибяев, 2014, с. 209).

В первых прогонах модели стартовое значение коэффициента  $M$  выбирали в пределах 0,10–0,12, но при этом апостериорное значение этого параметра получалось значительно ниже, а коли-

Таблица 25. Оценки постоянного по возрастам коэффициента мгновенной естественной смертности волжской популяции севрюги Каспийского моря, полученные разными методами

Данные	Соотношение	Величина $M$	Источник
Литературные	–	0,10 0,09	Вовк, Пашкин, 1971 Сливка и др., 1982а
Эмпирические	$M = 1,5k$	0,108–0,106	Jensen, 1996
	$M = 4,2/t_{\max}$	0,102–0,135	Hewitt, Hoenig, 2005
	$M = 1,6/t_m$	0,160	Jensen, 1996
	$M = 1,521/t_n^{0,72} - 0,155$	0,120	Рихтер, Ефанов, 1977
	$M = 3k/(\exp(0,25kt_{\max}) - 1)$	0,060–0,200	Alverson, Carney, 1975
	$M = \exp(1,46 - 1,01 \ln(t_{\max}))$	0,100–0,130	Hoenig, 1983

Примечание:  $k$  – коэффициент роста Берталанффи (0,071 по данным Сливка и др., 1982а; 0,072 по данным Сафаралиева, 2013),  $t_{\max}$  – максимальная продолжительность жизни 41 год (Цепкин, Соколов, 1971) или 31 год (Легеза и др., 1989),  $t_m$  – возраст массового полового созревания (50%) (10 лет по данным полностью обловленных поколений 1981–1991 гг.),  $t_n$  – возраст массового полового созревания (70%) (11 лет по данным полностью обловленных поколений 1981–1991 гг.).

чество оставленных прогонов после отбрасывания таковых с отрицательными значениями биомассы было слишком малым. Для увеличения количества оставленных прогонов решено в качестве стартового значения выбирать значение  $M < 0,10$ . Окончательное значение  $M$  для запуска модели составило  $M = 0,075$  и стандартное отклонение ( $SD$ ) = 0,023 (т. е. 30% от среднего), что входит в границы оценок этого параметра, представленных в табл. 25. При этом логнормальное распределение запишется как  $\ln(-2,64; 0,3)$ .

Галланд (Gulland, 1971) установил, что отношение  $F_{MSY}/M$  часто близко к 1. Но позднее данную величину было решено выбирать из интервала 0,5–1,0 в зависимости от средней продолжительности жизни объекта промысла: большее значение для длиннопериодических видов и меньшее — для короткоцикловых (Бабаян, 2000). Севрюга является длиннопериодическим видом рыбы. Ее максимальный возраст был определен по спилам грудных плавников и составил от 31 до 41 года (Цепкин, Соколов, 1971; Беляева и др., 1989; Легеза и др., 1989). Принимая во внимание продолжительность жизни севрюги, выбрано среднее значение  $F_{MSY}/M = 0,75$  и его  $SD = 0,075$ , тогда лог-нормальное распределение этого отношения запишется как  $\ln(-0,29; 0,1)$ . Отметим, что для этого параметра и для  $B_{MSY}/K$  стандартное отклонение произвольно принято равным 10% от среднего.

Величина  $B_{MSY}/K$  лежит в пределах 0,0–1,0 и, как правило, находится в границах более узкого диапазона для отдельных категорий рыб, которые классифицируются по продуктивности вида. Критериями уровня продуктивности служат коэффициент уравнения Берта-Ланфи ( $k$ ), максимальная продолжительность жизни, возраст созревания и т. д. (Musick, 1999). Коэффициент  $k$  севрюги волжской популяции составляет 0,071–0,072 (Сливка и др., 1982а; Сафаралиев, 2013), максимальная продолжительность жизни, по эмпирическим наблюдениям, достигает 41 года, а возраст созревания 50% особей равен 10 годам. В соответствии с этими биологическими параметрами севрюгу можно отнести к группе запасов с очень низкой продуктивностью, у которых величина  $B_{MSY}/K$  превышает 0,45 (FAO, 2005).

Низкая продукционная способность запаса севрюги, т. е. способность запаса увеличивать свою биомассу за счет процессов воспроизводства и весового роста (Бабаян, 1990), является следствием негативного воздействия антропогенных факторов на воспроизводительную способность запаса. С возведением каскада волжских водохранилищ для севрюги были потеряны нерестилища от Волжской ГЭС до г. Камышин. Участок нижней Волги от Волгоградской плотины до взморья стал полностью определять масштабы естественного воспроизводства этого вида. В насто-

ящее время нерестилища севрюги составляют не более 191,5 га (Власенко и др., 2012). В условиях зарегулирования стока эффективность размножения находится в прямой зависимости от пусков воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла. В маловодные годы при неблагоприятных гидрологических условиях промысловый возврат может ожидаться в 6–7 раз ниже, чем в годы с оптимальной водностью (Ходоревская и др., 2007б). В не меньшей степени на процесс воспроизводства и темп весового роста севрюги влияет загрязнение окружающей среды на местах нагула в море и нерестилищах Волги и др. (Ruban et al., 2019).

Режим промысла 1960–2000 гг. значительно повлиял на состояние запаса севрюги в настоящее время. В условиях кратковременных превышений вылова относительно величины  $MSY$  в 1960–1987 гг. наблюдалась некоторая стабилизация биомассы выше  $B_{MSY}$  на фоне основного отрицательного тренда. Последующее беспрецедентное давление браконьерства в 1990-х гг., приведшее к критическому падению биомассы промыслового запаса, вынудило отнести вид к категории «находящиеся в критической опасности» (Critically Endangered) по классификации Международного союза охраны природы (International Union for Conservation of Nature) (Freyhof, Brooks, 2011).

По литературным данным абсолютная численность севрюги всех трех популяций (волжская, уральская и южно-каспийская) в Каспийском море снизилась с 67,7 млн экз. в 1978 г. до средней величины 8,0 млн экз. в 2003–2005 гг. (Рубан и др., 2015). В северо-западной части и на западном склоне средней части Каспийского моря, где преобладает севрюга волжской популяции (Переварюха и др., 2005), численность этого вида за период 2005–2014 гг. упала с 4,9 до 0,99 млн экз., а промысловый запас в период 2007–

2011 гг. с 11,14 до 3,81 тыс. т (Сафаралиев, 2012; Довгопол и др., 2015). Таким образом, за рассмотренный период 1978–2014 гг. при сокращении абсолютной численности соответственно уменьшалась биомасса промыслового запаса. При значении  $B_{MSY}/K$ , равном 0,6, модель показывала схожее стремительное сокращение биомассы промыслового запаса, если рассматривать представленные значения абсолютной численности и промыслового запаса как индексы обилия. Таким образом, в модели было решено использовать значение  $B_{MSY}/K$ , равное 0,6, при котором модельная динамика запаса в ретроспективе соответствует нашим представлениям о запасах севрюги ее волжской популяции. В качестве вероятностного распределения этого отношения принято бета-распределение со следующими параметрами: среднее значение  $B_{MSY}/K = 0,6$  и  $SD = 0,06$ .

Величину  $B_T/K$  установили методом итераций, остановившись на значении 0,05 и  $SD = 0,015$  и заложив в модель бета-распределение. Чувствительность модели DB-SRA к данному параметру наиболее высока (Dick, MacCall, 2011; Wetzel, Punt, 2011), поскольку именно на значение  $B_T/K$  настраивается оценка параметра  $K$  в каждой из реализаций. Поэтому для этого параметра принимаем значение  $SD$ , равное 30% от среднего. При  $B_T/K = 0,05$  получаемая траектория промысловой биомассы севрюги проходит близко к величине биомассы на начало года-ориентира (2009), которая получена суммированием результатов оценки промыслового запаса по летней осетровой траловой съемке и экспертной оценке ННН-промысла и составляет 5,8 тыс. т.

Истощение запаса  $B_1/K$  так же как и величину  $B_T/K$  установили методом итераций, приняв значение равное 0,6 и  $SD = 0,06$  при заданной форме нормального распределения сгенерированных величин.

Нижняя граница диапазона допустимых значений  $K$  была принята равной наибольшей наблюдаемой величине промыслового запаса севрюги за период 1994–2015 гг.— 59,3 тыс. т (Сливка и др., 2000). Таким образом, поиск вероятной величины необлавливаемого запаса проводился в диапазоне 60–300 тыс. т.

### **ННН-промысел и его компонента в модели DB-SRA**

Процедура оценки ННН-промысла и ее результаты были представлены в главе 7. Как указано выше, компонента  $IC$ , представляющая ННН-промысел, вошла в уравнение 15 как составляющая общего вылова для ретроспективного анализа запаса севрюги.

#### **8.3.1. Результаты настройки модели DB-SRA**

Настройка модели показала, что удовлетворительная робастность выходных величин модели достигается при общем количестве реализаций 20000, из которых 2663 реализации были приняты в качестве возможных траекторий биомассы. В табл. 26 и на рис. 28 представлены апостериорные значения и вероятностные распределения принятых и отклоненных величин параметров модели DB-SRA и оцененных целевых ориентиров запаса севрюги волжской популяции Каспийского моря.

Сравнительный анализ массивов принятых и отклоненных величин  $B_{MSY}/K$ ,  $B_T/K$ ,  $F_{MSY}/M$  и  $M$  показывает, что форма их соответствующих распределений схожа, а диапазон принятых значений уже, чем отклоненных (рис. 30а, б, в, г). Значения медиан

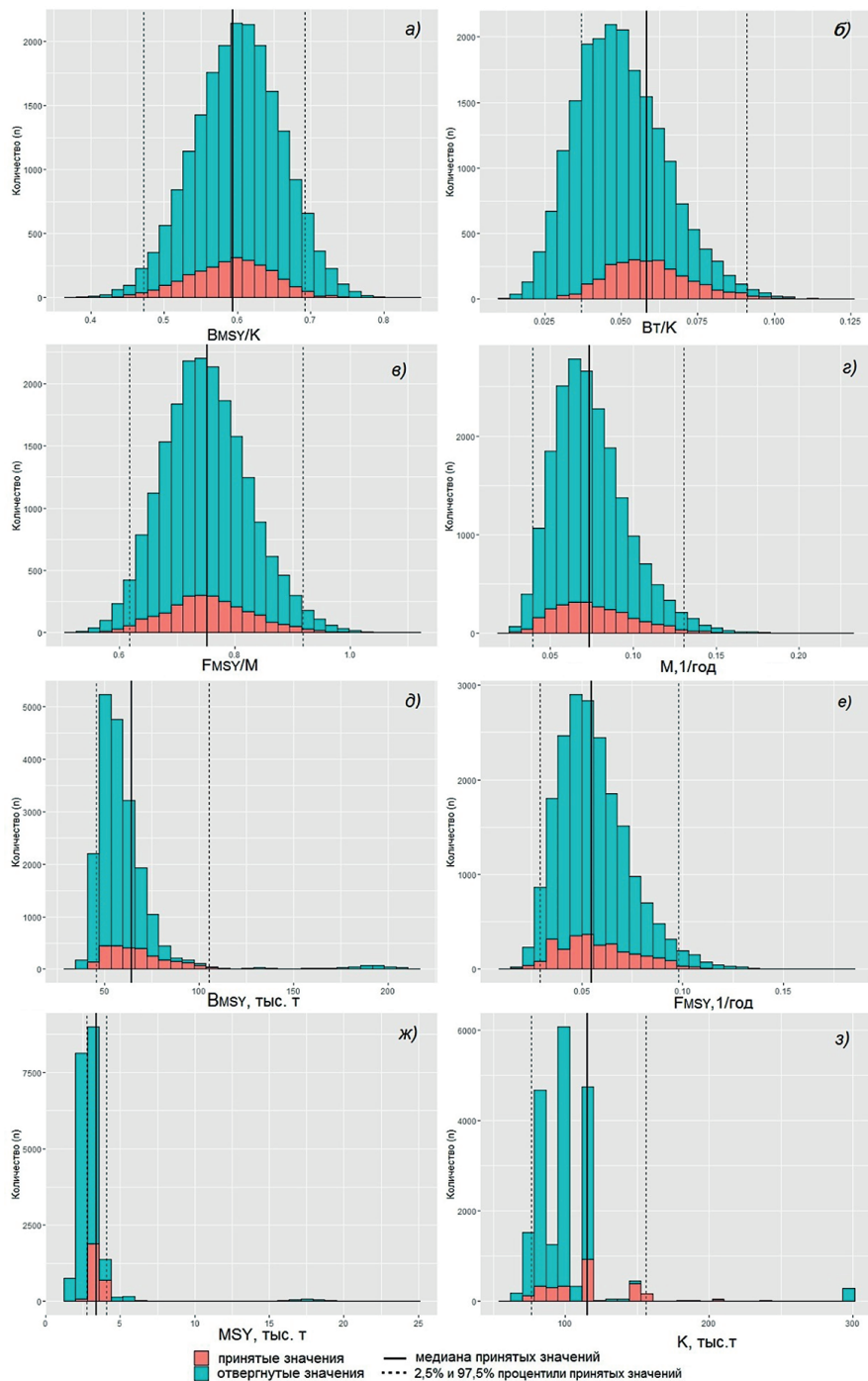


Рис. 28. Распределение принятых и отклонённых значений параметров модели DB-SRA и целевых ориентиров запаса севрюги волжской популяции Каспийского моря

Таблица 26. Апостериорные параметры модели DB-SRA и оцененные целевые ориентиры запаса севрюги волжской популяции Каспийского моря

Показатель	Параметры модели и целевые ориентиры запаса								
	$B_{MSY}$ , тыс. т	$B_{MSY}/K$	$B_T/K$	$B_1/K$	$F_{MSY}$ , 1/год	$F_{MSY}/M$	$K$ , тыс. т	$M$ , 1/ год	$MSY$ , тыс. т
Медиана	64,1	0,6	0,06	0,61	0,05	0,75	115,5	0,07	3,37
Процентиль 2,5%	45,6	0,5	0,04	0,49	0,03	0,62	76,4	0,04	2,76
Процентиль 97,5%	105,1	0,7	0,09	0,72	0,10	0,92	156,1	0,13	4,09
<i>Min</i>	3,8	0,4	0,03	0,41	0,01	0,52	71,5	0,02	2,01
<i>Max</i>	185,0	0,8	0,12	0,80	0,13	1,0	286,2	0,16	4,71

ны апостериорных соответствующих принятых величин ( $B_{MSY}/K$ ,  $B_T/K$ ,  $F_{MSY}/M$ ,  $B_1/K$  и  $M$ ) на выходе модели близки к начальным входным значениям (табл. 26). В совокупности это указывает на адекватность выбранных начальных значений и заданных типов распределений для входных параметров модели.

Форма распределения принятых значений целевых ориентиров запаса севрюги ( $B_{MSY}$ ,  $F_{MSY}$ ,  $MSY$ ) отражает множество принятых траекторий рассчитанной биомассы, которое не выходит из заданных границ начальной биомассы ( $K$ ) и отношения  $B_T/K$  (рис. 28д, е, ж).

Распределение значений  $K$  демонстрирует прерывистость множества допустимых значений начальной биомассы (рис. 28з). При дополнительных исследованиях оказалось, что такой характер динамики запаса проявляется при относительно небольшом количестве принятых реализаций и довольно низкой величине отношения  $B_T/K$ . Данная прерывистость распределения не влияет на последующие результаты расчетов параметров  $B_{MSY}$ ,  $F_{MSY}$ ,  $MSY$  и  $B_t$ .

### 8.3.2. Ретроспективная модель запаса

На рис. 29 представлены траектории принятых и отклоненных ретроспективных вероятностных оценок биомассы промыслового запаса волжской популяции севрюги по модели DB-SRA.

Оцененная ретроспективная динамика промыслового запаса севрюги за период 1932–2016 гг. относительно ориентира  $B_{MSY}$  представлена на рис. 30. Результаты модели  $B_t$  (2008–2015) сопоставляли с оценками биомассы промыслового запаса севрюги в пе-

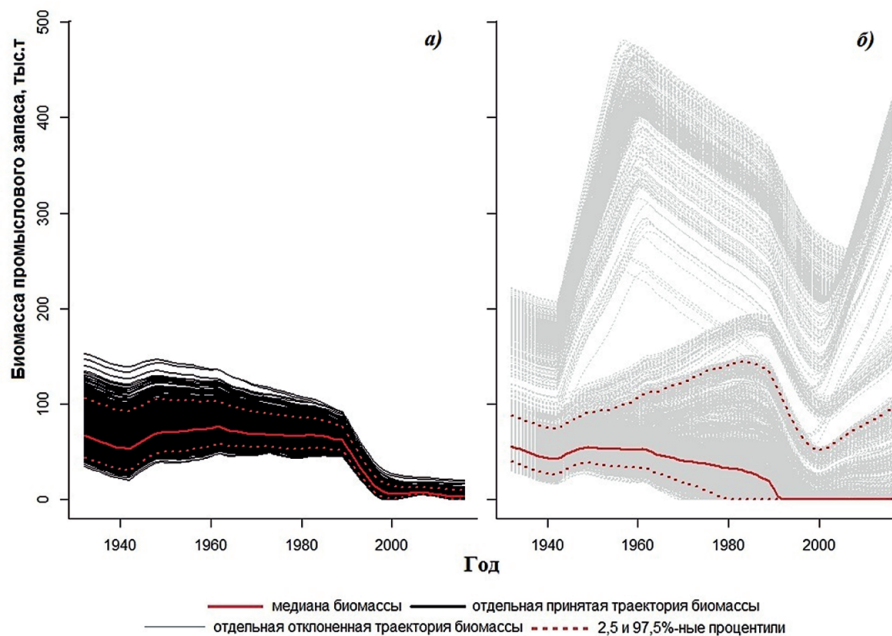


Рис. 29. Принятые (а) и отклоненные (б) траектории биомассы промыслового запаса волжской популяции северуги Каспийского моря по модели DB-SRA

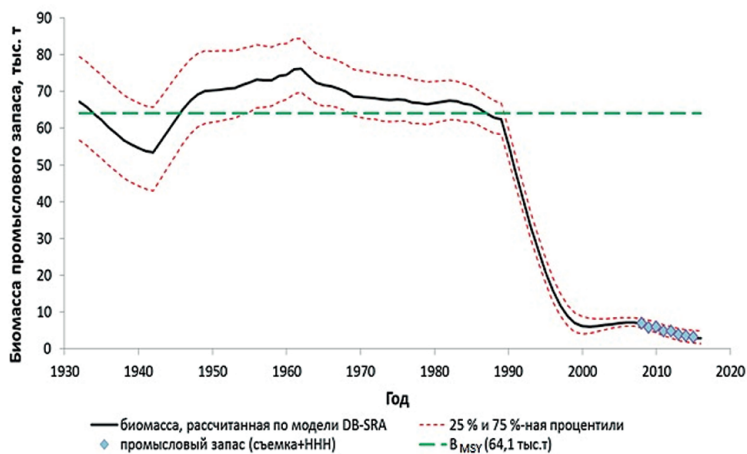


Рис. 30. Динамика промыслового запаса волжской популяции северуги Каспийского моря по модели DB-SRA относительно оцененной величины  $B_{MSY}$

риод с 2008 по 2015 гг., полученными суммированием оценок по траловым съемкам с экспертной оценкой ННН-промысла в соответствующие годы. Траектории величин биомассы по DB-SRA

и съемкам достаточно хорошо повторяют друг друга, что позволяет сделать заключение о достоверности построенной модели.

Модель показывает сложную динамику величины биомассы запаса севрюги, зависящую от интенсивности промысла и его регулирования на отдельно взятых ретроспективных промежутках времени (рис. 30) (см. главу 6).

В 1946–1987 гг. промысловый запас севрюги находился в удовлетворительном состоянии, превышая целевую величину  $B_{MSY}$ . Высокие значения биомассы в этот период являлись следствием второго «запуска» промысла осетровых годы Великой Отечественной войны, вселения в 1939–1940 гг. многощетинкового червя *H. diversicolor* и введения в 1962–1964 гг. запрета промысла осетровых в море.

В 1988 г. биомасса запаса уменьшилась ниже оптимального уровня величины  $B_{MSY}$ , после чего траектория запаса стремительно снижалась и за рассматриваемый период на более высокий уровень не возвращалась (рис. 30).

Сравнительный анализ величины официального и браконьерского изъятий севрюги и величины найденного ориентира  $MSY$  показал, что начиная с 1960-х гг. периодически наблюдался незначительный перелов запаса, который не подрывал запас ниже целевой величины  $B_{MSY}$ . С распадом СССР и ослаблением контроля над биоресурсами Каспийского моря значительно возрос

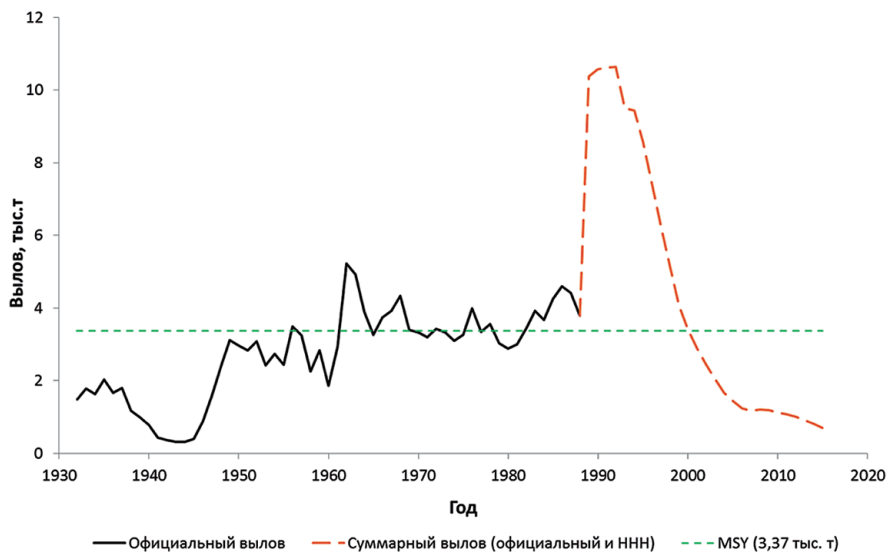


Рис. 31. Динамика изъятия промыслового запаса севрюги волжской популяции Каспийского моря за период 1932–2015 гг. относительно оцененной величины  $MSY$

ННН-промысел и с 1989 по 2000 гг. перелов стал постоянным явлением, причем общая величина улова могла превышать уровень  $MSY$  в 3,2 раза (рис. 31).

Период 1989–2000 гг. — критический для севрюги, в это время ее запас был окончательно подорван и вплоть до 2016 г. продолжал сокращаться. Таким образом, расчеты по модели DB-SRA показали, что  $MSY$  волжской популяции севрюги Каспийского моря составляет 3,37 тыс. т, биомасса промыслового запаса  $B_{MSY}$ , продуцирующая  $MSY$ , равна 64,1 тыс. т, а коэффициент промысловой смертности ( $F_{MSY}$ ) соответствующий  $MSY$  и  $B_{MSY}$  должен быть 0,05.

### 8.3.3. Возможные сценарии восстановления запаса в будущем

Рассмотренные выше результаты модели показали, что запас севрюги в настоящее время находится в депрессивном состоянии. Его биомасса на 2016 г. составляла 4,4% от  $B_{MSY}$ . Возможно ли восстановление запаса севрюги в современных условиях при существенном браконьерском вылове и какие необходимы для этого рекреационные мероприятия? Модель DB-SRA позволяет ответить на эти вопросы при реализации в ней предполагаемых сценариев эксплуатации запаса. Для этого были рассмотрены три сценария с соответствующей модификацией уравнения модели DB-SRA (15).

Целью первого сценария было проследить динамику запаса в условиях современного давления браконьерства и существующего уровня искусственного пополнения от ОРЗ дельты р. Волга. В связи с этим в уравнение модели две компоненты вылова — официальный вылов ( $C$ ) и ННН-промысел ( $IC$ ) — были внесены отдельно, а также включено пополнение от искусственного воспроизводства  $R$ . В этом случае уравнение принимает следующий вид:

$$B_t = B_{t-1} + P(B_{t-a}) - C_{t-1} - IC_{t-1} + R_{t-1}. \quad (19)$$

Поскольку коммерческий промысел севрюги не ведется с 2005 г. изъятие проводится только для целей научно-исследовательских работ (НИР) и искусственного воспроизводства. Официальный вылов ( $C$ ) в уравнении (19) равен сумме изъятия для НИР и искусственного воспроизводства. В прогностические расчеты закладывалась величина ( $C$ ) равная 1,0 т. Величина ННН-промысла ( $IC$ ) в год ( $t$ ) в прогностической части модели принималась равной 30,0% от суммы биомассы, оцененной подмоделью  $P(B_{t-a})$  на начало года, и пополнения от искусственного воспроизводства ( $R_t$ ).

Пополнение от искусственного воспроизводства ( $R$ ) представлено функцией количества сеголеток поколений, формирующих запас в соответствующий год; коэффициента промыслового возврата; темпа вступления в промысел, который оценен по усредненной возрастной структуре нерестовой части популяции севрюги в р. Волга за период 2007–2012 гг. при средней массе особи промыслового стада, принятой 4,6 кг. Более подробно процедура расчетов ( $R$ ) описана в разделе 8.2 настоящей работы. Начиная с 2016 г. и далее количество выпускаемых сеголеток севрюги осетровыми заводами Астраханской области принималось равным 0,161 млн экз. как среднее за период 2012–2015 гг. До 2016 г. численность сеголеток для оценки пополнения ( $R$ ) бралась по фактическому выпуску заводами.

Получаемые величины запаса севрюги через КПВ представляют собой биомассу нерестовой части запаса, то есть особей, заходящих на нерест в р. Волга. Модель DB-SRA оценивает биомассу промыслового запаса, в который входит и нерестовый. По данным летних осетровых съемок 2000–2013 гг. средняя доля нерестового запаса в промысловом запасе составляла 11,0%. Отсюда, зная величину пополнения нерестового запаса севрюги волжской популяции от искусственного воспроизводства, можно оценить пополнение промыслового запаса от искусственного воспроизводства ( $R_{(OP3, t)}$ ) вычисляется по формуле:

$$R_{(t)} = \frac{R_{(OP3, t)} * 100\%}{11,0\%}, \quad (20)$$

где ( $R_{(OP3, t)}$ ) — пополнение нерестового запаса от искусственного воспроизводства;  $R_{(t)}$  — пополнение промыслового запаса от искусственного воспроизводства.

Во втором сценарии полагаем, что изъятие полностью отсутствует, а пополнение осуществляется только за счет продукционной способности севрюги, оцененной по ретроспективной модели (15). В этом случае делается попытка ответить на вопрос, возможно ли восстановление запаса севрюги за заданный период лет при продукционных свойствах запаса, которые сложились в период 1932–2015 гг. В этом сценарии использовано уравнение (19) при условии, что  $C_{t-1} = IC_{t-1} = R_{t-1} = 0$ .

Третий сценарий включает три параметра, применяющие поочередно следующие заданные значения: 1) ННН-промысел — 0, 5, 10, 20, 30%, от суммы биомассы, оцененной подмоделью  $P(B_{t-a})$  на начало года, и пополнением от искусственного воспроизводства ( $R_t$ ); 2) КПВ — 0,9; 1,1; и 1,4%, зависящий от массы выпускаемой молоди (1,5, 3, и 5 г); 3) объемы выпуска моло-

ди ОРЗ — 0,161, 5, 10, 15, 20, 25 млн экз. Для реализации вариантов этого сценария использовалось уравнение (19). Данный сценарий позволяет оценить вклад пополнения от искусственного воспроизводства и определить стратегию восстановления вида при различных уровнях ННН-промысла и количества и качества выпускаемой молоди севрюги с ОРЗ. Значения КПВ взяты из Приказа Росрыболовства от 25 ноября 2011 г. № 1166 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам». Величины КПВ в указанном Приказе для повышенной массы выпускаемой молоди севрюги вполне обоснованы. Исследования показали, что выживаемость молоди севрюги искусственного происхождения с ОРЗ р. Волга на первом году жизни с возрастанием массы увеличивается (Левин, 2006). В период исследований 1984–2001 гг. установлено, что при скате молоди севрюги из реки в эстуарную зону Каспийского моря доля выжившей молоди массой менее 2,6 г составляла 35,7%, а массой от 2,6 до 16,2 г — 64,3%. Выживаемость сеголеток севрюги при оптимизированном их размещении в море (вывозе на живорыбных судах) составляет для молоди со средней массой 2,0 г — от 24,0 до 28,0%, 3,0 г — от 28,0 до 34,0% и 5,0 г — 35,0–60,0%.

На рис. 32 представлены результаты реализации первого и второго сценария динамики запаса. Моделирование первого сценария показало, что если браконьерство сохранится на прежнем уровне, то в этом случае к 2034 г. биомасса запаса снижается до 0,95 тыс. т и далее асимптотически стремится к нулю. При

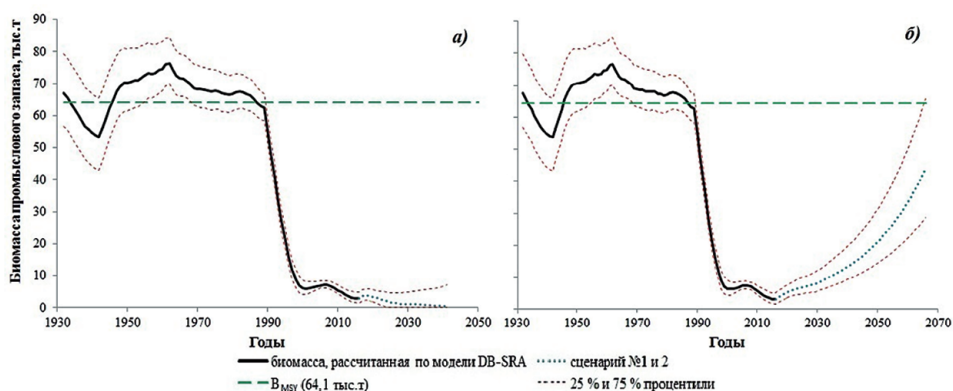


Рис. 32. Сценарии восстановления запаса волжской популяции севрюги Каспийского моря:

а — сценарий № 1: ННН-промысел, изъятие для НИР и искусственного воспроизводства, ежегодный выпуск молоди от ОРЗ в количестве 0,161 млн экз.; б — сценарий № 2: отсутствие всякого изъятия, в том числе для НИР и искусственного воспроизводства, выпуск молоди равен нулю

применяемом в модели стохастическом подходе расчета запаса получено, что с вероятностью 25,0% запас может исчезнуть к 2025 г. Это говорит о том, что современный выпуск молоди ОРЗ бассейна р. Волга при среднем количестве 0,161 млн экз. за 2012–2015 гг. недостаточен для восполнения убыли от ННН-промысла и других антропогенных факторов (рис. 32а).

При отсутствии всех типов изъятия и если пополнение останется в размерах продукционной способности запаса, оцененной для периода 1932–2015 гг. (сценарий 2) промысловый запас севрюги за 50 лет восстановится с 2,87 до 43,65 тыс. т, т. е. в 15,2 раза, но не достигнет целевого значения  $B_{MSY}$  (рис. 32б). Таким образом, согласно второму сценарию, биомасса промыслового запаса на уровне 2,87 тыс. т является критической, при которой продукционная способность вида настолько снижена, что он не сможет самостоятельно восстановиться до оптимальной величины за 50 лет.

Результаты реализации третьего сценария при отсутствии ННН-промысла, различных объемах выпускаемой молоди ОРЗ р. Волга и при разных значениях КПВ представлены в табл. 27.

Таблица 27. Количество лет, необходимое для восстановления промыслового запаса волжской популяции севрюги до целевого ориентира  $B_{MSY}$  (64,1 тыс. т) при различном количестве выпускаемых сеголеток ОРЗ дельты р. Волга, разных величин КПВ и при отсутствии ННН-промысла (сценарий № 3, см. текст)

Выпуск молоди ОРЗ, млн экз.	КПВ, % / масса выпускаемой молоди, г		
	0,9/1,5	1,1/3,0	1,4/5,0
	время восстановления запаса, лет		
0,161	46	44	42
5,0	27	25	22
10,0	21	19	17
15,0	18	16	14
20,0	16	14	13
25,0	14	13	12

Модель показала, что время, затраченное на восстановление запаса севрюги до уровня  $B_{MSY}$  при современном количестве выпускаемой молоди севрюги ОРЗ (0,161 млн экз.) и КПВ от 0,9 до 1,4%, может достигать 42–46 лет. С увеличением ежегодного выпуска молоди до 25,0 млн экз. время восстановления сокращается до 12–14 лет (табл. 27).

Реализация третьего сценария при наличии браконьерства (ННН-промысел) показала следующие возможные варианты динамики запаса севрюги в будущем. Оказалось, что при современном среднем объеме выпуска молоди (0,161 млн экз.) запас севрюги может исчезнуть через 10–15 лет, если существенно не снизить уровень ННН. При снижении ННН-промысла до 5% запас будет медленно восстанавливаться до уровня 20 тыс. т, но не сможет достичь оптимальной величины запаса ( $B_{MSY}$ ).

При уровне браконьерства 30% от текущей биомассы запаса за 50 лет не удастся достичь величины  $B_{MSY}$  даже при самых благоприятных значениях остальных параметров. Хотя запас может стабилизироваться на более низком уровне, например, при ежегодном выпуске 15,0 млн экз. пятиграммовой молоди — на уровне около 25,7 тыс. т.

Если ННН-промысел будет на уровне 20% от биомассы запаса, то запас может прийти в равновесие на разных уровнях (от 11,0 тыс. т до 59,3 тыс. т) в зависимости от объемов ежегодно выпускаемой молоди (5,0–20,0 млн экз.) и ее средней массы от 1,5 до 5,0 г.

Снижение давления ННН-промысла до ежегодного изъятия в 10% от биомассы запаса при сохранении искусственного воспроизводства на современном уровне (0,161 млн экз. в год) не даст ощутимых положительных результатов — запас восстановится за довольно долгий срок (50 лет) только до уровня 4,1–4,7 тыс. т в зависимости от массы выпускаемой молоди. При интенсификации искусственного воспроизводства севрюги до уровня выпуска в 10,0–25,0 млн экз. в год запас сможет восстановиться за 15–44 года — в зависимости от средней массы выпускаемой молоди (1,5–5,0 г).

Современная международная практика рыболовства показывает, что полностью ННН-промысел невозможно остановить. Поэтому наиболее реалистичным сценарием при всех прочих положительных условиях представляется, что ННН-промысел сохранится на уровне 5,0%. В этом случае модель предсказывает наиболее оптимистичные результаты (табл. 28). Запас волжской популяции севрюги может восстановиться за период от 13 до 45 лет в зависимости от объемов выпуска молоди ОРЗ и ее средней массы.

Рассматривая период 1962–2009 гг., когда выпуск молоди севрюги ОРЗ р. Волги превышал 1,0 млн экз. в год, приходим к выводу, что в 22% случаев это были годы с выпуском молоди севрюги 14,0–15,9 млн экз., и только в 6,1% случаев выпуск молоди достигал 24,0–25,9 млн экз. (рис. 33). Таким образом, если брако-

Таблица 28. Время (лет), необходимое для восстановления промыслового запаса волжской популяции севрюги до целевого ориентира  $B_{MSY}$  (64,1 тыс. т) при сохранении ННН-промысла на уровне 5,0% от величины промыслового запаса, различном количестве выпускаемых сеголеток ОРЗ дельты р. Волга и величин КПВ (сценарий № 3, см. текст)

Выпуск молоди ОРЗ, млн экз.	КПВ,% / масса выпускаемой молоди, г		
	0,9/1,5	1,1/3,0	1,4/5,0
	время, необходимое для восстановления запаса, лет		
5,0	45	40	36
10,0	29	26	22
15,0	23	20	17
20,0	19	17	15
25,0	16	15	13

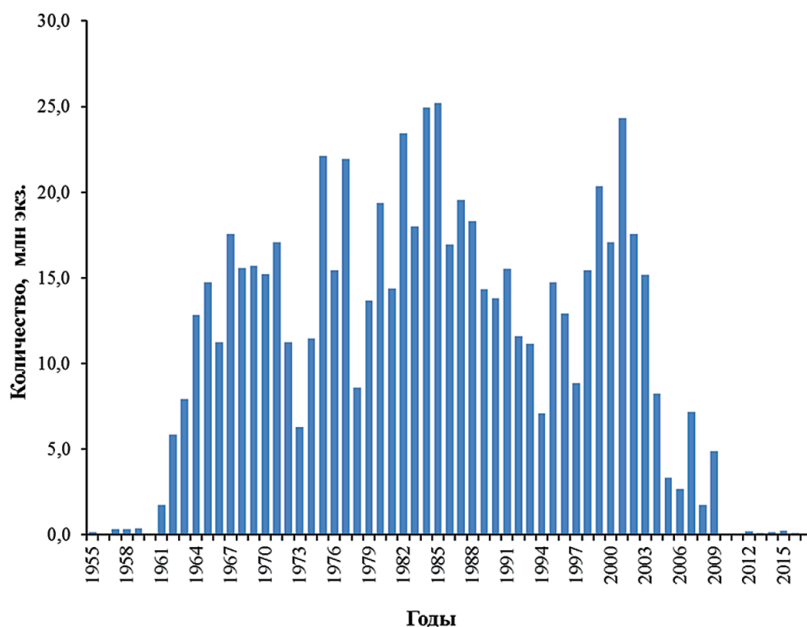


Рис. 33. Выпуск молоди севрюги ОРЗ дельты р. Волга за период 1955–2017 гг. (Ходоревская, 2015; лаборатория аквакультуры «КаспНИРХ»)

ньерство сохранится на уровне 5,0%, то при ежегодном выпуске молоди с ОРЗ дельты р. Волга в количестве 15,0 млн экз. запас может восстановиться за период от 17 до 23 лет в зависимости от средней массы выпускаемой молоди (табл. 28).

Модель DB-SRA, построенная для запаса севрюги всего Каспийского моря (Ye, Valbo-Jørgensen, 2012), при отсутствии изъятия и пополнения от искусственного воспроизводства показала, что общий запас севрюги может самостоятельно восстановиться до  $B_{MSY} = 86,52$  тыс. т к 2035 г., а включая 50%-ную неопределенность — между 2029 и 2058 гг. Отсутствие какого-либо изъятия при ежегодном выпуске молоди ОРЗ в количестве 10 млн экз. в прогнозируемый период позволит восстановиться запасу до целевого ориентира уже к 2030 г. Если же и будет остановлен легальный промысел, но браконьерство продолжится на уровне 2008 г. при отсутствии пополнения от ОРЗ, запас исчезнет к 2042 г.

Различие в результатах между двумя представленными расчетами по модели DB-SRA объясняется несколькими причинами. В указанной работе (Ye, Valbo-Jørgensen, 2012) использовались данные вылова 1933–2008 гг. по всему Каспийскому бассейну, а в качестве терминального года  $T$  выбран 2008-й, когда промысловый запас севрюги составлял 16% от целевого ориентира  $B_{MSY}$ . В наших расчетах биомасса волжской популяции в терминальный 2016 г. составила только 4,4% от  $B_{MSY}$ . Эти факты указывают на то, что в 2008 г. состояние запаса севрюги было не настолько критически подорванным, как в 2016 г., и могло бы позволить запасу быстрее восстановиться до оптимального уровня. На продукционную способность запаса в модели также влияет входной параметр  $B_{MSY}/K$ . Указанные авторы (Ye, Valbo-Jørgensen, 2012) использовали в своей модели  $B_{MSY}/K = 0,4$ , тогда как для запаса севрюги волжской популяции мы выбрали величину 0,6.

Важно оценить чувствительность результатов моделирования с помощью модели DB-SRA к значениям входных параметров  $M$  и  $F_{MSY}/M$ . Как показано ранее (Wetzel, Punt, 2011), для разных видов/запасов анализ чувствительности приводит к разным результатам. Например, для камбаловых и морского окуня оценка общего допустимого улова завышается при завышении параметра  $M$ , а изменения параметра  $F_{MSY}/M$  мало влияют на результат для камбаловых рыб, но приводят к большим ошибкам для морского окуня. Метод DB-SRA высокочувствителен к отношению  $(B_T/K)$ , что выражается в переоценке допустимого уровня вылова при завышении этого отношения. О высокой чувствительности модели к этому отношению параметров было указано выше.

Необходимо отметить, что при работе с моделью DB-SRA ее авторы (Dick, MacCall, 2011) рассматривали случаи более высоких значений параметра  $B_T/K$  (он был назван depletion), и стандартная программа была разработана для  $B_T/K = 0,4$ . При низких значени-

ях этого параметра, что соответствует сильному истощению запаса, снижается доля принятых в расчет реализаций модели, т. е. и точность результатов расчетов, а практически это приводит к существенным сложностям при восстановлении запаса.

При моделировании динамики запаса севрюги волжской популяции в ретроспективе в функцию продукции  $P(B)$  в неявном виде входит и искусственное пополнение от осетровых рыбоводных заводов, и при оценке параметров модели учитывается усредненная величина пополнения. Но, записывая уравнение для прогноза, мы выделяем искусственное пополнение в отдельную составляющую  $R$  и даем ей разные значения в разных сценариях. При этом параметры продукционной функции остаются теми же, что были использованы в ретроспективе, что некорректно. Тем не менее, поскольку функция продукции сильно зависит от биомассы запаса, а в последние годы биомасса была очень низкая, такая некорректность не должна сильно повлиять на результаты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние наблюдения показали, что в течение последних двух десятилетий произошли существенные изменения в распределении севрюги в Каспийском море и она, в отличие от предыдущих лет, формирует основные скопления в северных и юго-восточных районах моря в течение всего года. Средняя часть моря утратила свое значение для нагула севрюги. Здесь на большей части западного склона плотность отдельных скоплений рыб невысока за исключением вод у полуострова Аграханский и острова Чечень, а на восточном склоне от мыса Песчаный до залива Казахский за весь период исследований не было обнаружено ни одной особи этого вида. В 1960-е годы в зимнее время в заливе Казахский скопления севрюги характеризовались очень высокой плотностью, уловы могли достигать 100 экз./траление.

Ежегодно формирующиеся скопления севрюги в северной, средней и южной частях Каспийского моря связаны с ее сезонными миграциями. Увеличение плотности нагульных скоплений севрюги в северной мелководной части моря летом происходит за счет мигрирующих рыб из средней и южной частей, где в это время наблюдается сокращение плотности.

В 2000–2007 гг., так же как и в 1990-е годы, происходило перераспределение ежегодно формирующихся летних нагульных скоплений севрюги наибольшей плотности из северо-западной части Каспийского моря в его северо-восточную мелководную часть.

Осенью при миграции севрюги на места зимовки в среднюю и южную части моря площадь и плотность скоплений рыб в северной мелководной части сокращаются в сравнении с летними показателями.

Выявлено сокращение плотности скопления севрюги во всех частях Каспийского моря в течение 2000–2013 гг., являющееся следствием снижения численности вида из-за широкомасштабного браконьерства во всех районах нагула севрюги в 1990-е годы. Проведенные расчеты величины ННН-промысла показали, что в период 1989–2015 гг. вылов севрюги браконьерами в Волго-Каспийском районе составлял 0,689–8,23 тыс. т, достигнув максимума в 1993 г. и далее снижаясь до минимального значения в 2015 гг. Обобщение результатов исследований закономерностей распределения и межгодовой динамики плотности скоплений севрюги в Каспийском море дает основание считать, что распре-

деление севрюги характеризуется стабильностью основных мест нагула (северная и южная части моря) и снижающейся плотностью скоплений вследствие сокращения численности вида.

Распределение севрюги в Каспийском море формируется под комплексным воздействием биотических и абиотических факторов. Севрюга встречается в широком диапазоне придонной температуры воды. Летом она предпочитает прогретые участки моря, в частности, в мелководной северной части ее максимальные плотности скоплений наблюдаются в наиболее прогретых районах, но не выше 29,8 °С. Летнее распределение севрюги в мелководной северной части Каспийского моря связано также с обилием основных кормовых организмов — полихет (*H. diversicolor*) и ракообразных (*Crustacea*), плотность ее скоплений положительно коррелирует с биомассой этих видов. Однако севрюга избегает районы северной части моря, где биомасса моллюска *A. ovata* превышает 6,4 г/м<sup>2</sup>. Присутствие этого моллюска на отдельных участках моря частично ограничивает потребление севрюгой ракообразных (*Crustacea*). Наличие полихет (*H. diversicolor*) и высокой температуры привлекает особей севрюги на локальные участки моря, но при отсутствии полихет севрюга эти участки моря не осваивает.

Севрюга старше одного года эвригалинна. Ее летнее распределение в северной части моря лишь опосредованно связано с соленостью воды через биомассу кормового объекта — моллюска *A. ovata*, предпочитающего осолоненные районы моря.

Установленные закономерности распределения основных скоплений севрюги в море и влияние биотических и абиотических факторов на формирование ее распределений могут быть применены в экосистемном подходе к изучению Каспийского моря. Данный подход позволяет более полно выявлять причинно-следственные связи в изменении запасов гидробионтов и использовать выявленные закономерности в построении сложных моделей экосистемы и в прогностических целях.

Исследования на акватории Каспийского моря, обследованной судами «КаспНИРХ» в период 2005–2013 гг., показали, что при катастрофически низкой абсолютной численности севрюги ее оценка с использованием величин плотности скоплений как индексов численности весьма не точна. Запасы севрюги являются трансграничными, и она совершает ежегодные миграции. Поэтому для точной оценки состояния ее популяции в Каспийском море недостаточно проведения съемок в одной отдельно взятой части моря. В связи с этим необходимо возобновление Межгосударственных всекаспийских осетровых съемок всеми пятью прикаспийскими

государствами, позволяющими достоверно оценить состояние запаса севрюги в Каспийском море.

Несмотря на недостаточность информации о запасах волжской популяции севрюги, возможна оценка и прогноз ее запаса. При этом получаемые оценки величины запаса необходимо рассматривать как экспертные, поскольку они получены при ряде вынужденных допущений. Однако, в настоящее время получение более точных оценок характеристик запаса невозможно.

Разработанная методическая основа оценки нерестового запаса волжской популяции севрюги с использованием коэффициента промыслового возврата (КПВ) от естественного и искусственного воспроизводства со стохастическим подходом позволила получить экспертные оценки нерестового запаса, которые составили на 2017 г. 0,038 млн экз. при биомассе 0,177 тыс. т. Эта методическая основа может быть использована в экспертных прогнозах запаса на краткосрочный период и как дополнительный параметр искусственного пополнения запаса в других моделях.

Преимущество оценки запаса волжской популяции севрюги методом DB-SRA перед оценкой через КПВ состоит в том, что модель, построенная методом DB-SRA, позволяет комплексно оценить запас на длительный период времени, учитывая величину изъятия и пополнения, и разработать стратегию восстановления или поддержания запаса на заданном уровне. Оценка запаса через КПВ — это упрощенный экспертный подход к оценке нерестового запаса севрюги, позволяющий рассчитать величину запаса только на заданный год от искусственного и естественного пополнений, т. е. этот метод применим при краткосрочном прогнозировании.

Состояние запаса севрюги и, в частности, ее волжской популяции в Каспийском море катастрофическое. Построенная в ходе исследований конечно-разностная модель DB-SRA позволяет прогнозировать темп восстановления запаса севрюги волжской популяции при различных объемах ее искусственного пополнения и разработать комплекс мероприятий, обеспечивающий необходимый объем выпуска молоди севрюги для восстановления запаса. Модель показала, что если не остановить браконьерство, запас севрюги может исчезнуть с вероятностью 25,0% уже в ближайшем будущем (к 2025 г.). Продукционные свойства запаса в настоящее время находятся на крайне низком уровне. Если при условии полного прекращения браконьерства (ситуация практически нереальная) продукционная способность севрюги останется на уровне, оцененном в период 1932–2015 гг., то запас ее может

восстановиться в течение 50 лет только до 43,65 тыс. т, не достигнув целевого значения  $B_{MSY}$  (64,1 тыс. т). Но нужно иметь в виду, что в ретроспективном периоде усредненная продуктивность, параметры которой оценены при моделировании, формировалась в условиях, когда после 1961 г. уровень выпуска искусственной молоди был существенно более 1 млн экз. в год. При ежегодном выпуске молоди севрюги ОРЗ дельты р. Волга в количестве 15,0–20,0 млн экз. и наличии минимального уровня браконьерства (5,0% от запаса) популяция восстановится за период от 15 до 23 лет, в зависимости от средней массы выпускаемой молоди, влияющей на величину КПВ.

Построенная конечно-разностная модель DB-SRA позволяет оценить различные стратегии восстановления волжской популяции севрюги и является предпосылкой для разработки комплекса мероприятий, обеспечивающих необходимое количество и качество выпускаемой молоди для восстановления ее запаса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдусаматов А.С., Абдурахманов Г.М., Карпюк М.И. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства в западно-каспийском регионе России. М.: Наука, 2004 — 497 с.
- Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая промышленность, 1968 — 228 с.
- Алигаджиев М. М. Жизненные формы полихет Каспийского моря // Биологические ресурсы Каспийского моря. Махачкала: ДагФАН СССР, 1989. — С. 14–17.
- Архипова Е.Г. Тепловой баланс Каспийского моря // Труды ГОИН, 1957. Вып. 35. — С. 3–102.
- Бабаян В.К. Краткий словарь терминов долгосрочного прогнозирования (промысловые биопрогнозы). М.: ВНИРО, 1990 — 48 с.
- Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): анализ и рекомендации по применению. М.: Изд-во ВНИРО, 2000 — 192 с.
- Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Котенев Б.Н., Власенко А.Д., Зыкова Г.Ф., Карпюк М.И., Романов А.А., Ходоревская Р.П. Методические рекомендации по обоснованию общих допустимых уловов (ОДУ) каспийских осетровых // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 4. М.: Изд-во ВНИРО, 2006а — 59 с.
- Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Котенев Б.Н., Власенко А.Д., Зыкова Г.Ф., Карпюк М.И., Романов А.А., Ходоревская Р.П. Методический подход к оценке запасов и ОДУ каспийских осетровых // Мат. междунар. конф. «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне» (16–18 мая 2006 г., г. Астрахань). Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006б. — С. 89–96.
- Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Котенев Б.Н., Власенко А.Д., Зыкова Г.Ф., Карпюк М.И., Романов А.А., Ходоревская Р.П. Реализация модельного подхода к обоснованию допустимого промыслового изъятия русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* в российской зоне Каспийского моря // Мат. междунар. конф. «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне» (16–18 мая 2006 г., г. Астрахань). Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006в. — С. 97–104.
- Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Васильев Д.А. Модельный подход к оценке неучтенного вылова каспийских осетровых // Международная научно-практическая конференция «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна» (13–16 октября 2008 г.) материалы докладов. Астрахань, 2008. — С. 36–41.

- Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО, 2018 — 312 с.
- Балинова, В.С. Статистика в вопросах и ответах: Учебное пособие. М.: издательство Проспект, 2004 — 344 с.
- Баранникова И.А. О миграционном импульсе у осетровых // Вопросы ихтиологии, 1964. — Т. 4 — Вып. 4 (33). — С. 716–722.
- Баранникова И.А. Функциональные основы миграции рыб. Л.: Наука, 1975 — 210 с.
- Беляев Г.М. Биология *Nereis succinea* в Северном Каспии // Акклиматизация не-реис в Каспийском море. М.: МОИП, 1952. — Вып. 33. — С. 243–284.
- Беляева В.Н., Болдырев И.И. Выживаемость осетровых на ранних стадиях развития в условиях различной солености // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. Астрахань — 1967. — С. 114–116.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. — Ч. 1 — 466 с.
- Берг Л.С. Яровые и озимые расы у проходных рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. — С. 242–260.
- Бобырев А.Е., Бурменский В.А., Криксунов Е.А., Шатуновский М.И. Биотическое сообщество Северного Каспия: проблемы управления биологическими ресурсами // Успехи современной биологии, 2009. — Т. 129 — № 6. — С. 598–609.
- Бокова Е.Б. Воспроизводство осетровых рыб в Урало-Каспийском бассейне // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития: Сборник научных трудов ВНИИ ирригационного рыбоводства, 2010. — С. 149–154.
- Болдырев И.И. Некоторые аспекты солеустойчивости волжских осетровых на ранних этапах онтогенеза // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань: Изд-во Волга, 1973. — С. 13–14.
- Болдырев И.И. Динамика изменения солеустойчивости молоди осетровых на ранних этапах онтогенеза. // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань: Изд-во Волга, 1974. — С. 22–23.
- Борзенко М.П. Севрюга (*Acipenser stellatus* Pal.) // Бюллетень Всекаспийской научной рыбохозяйственной экспедиции, 1932. — Вып. 5–6. — С. 77–84.
- Борзенко М.П. Каспийская севрюга (систематика, биология и промысел) // Известия Азербайджанской научно-исследовательской рыбохозяйственной станции, 1942. — Вып. 7. — С. 3–114.
- Борзенко М.П. Современное состояние запасов и промысла осетровых в Азербайджане и пути его рационализации. М.: Рыбное хозяйство, 1961. — 37 с.
- Борзенко М.П. Современное состояние и прогноз изменений запасов севрюги в Каспийском море при зарегулированном стоке // Труды ВНИРО. — М.: ВНИРО, 1964. — Т. 52. — С. 259–286.

- Булгакова Т.И., Бабаян В.К., Васильев Д.А., Михайлов А.И., Сафаралиев И.А. К вопросу стратификации зоны ответственности Российской Федерации в Каспийском море при проведении траловых съёмов // Вопросы рыболовства, 2013. — Т. 14 — № 2 (54). — С. 364–376.
- Булгакова Т.И., Бабаян В.К., Васильев Д.А., Михайлов А.И., Сафаралиев И.А. Оптимизация размещения запланированного числа тралений по стратам и расчёт численности русского осетра в зоне ответственности РФ в Каспийском море // Вопросы рыболовства, 2014а. — Т. 15 — № 1. — С. 156–161.
- Булгакова Т.И., Бабаян В.К., Васильев Д.А., Михайлов А.И., Сафаралиев И.А. Проблемы совершенствования траловых съёмов осетровых Каспийского моря // Труды ВНИРО. М.: ВНИРО, 2014б. — Т. 151. — С. 36–51.
- Булгакова Т.И., Лепилина И.Н., Сафаралиев И.А., Довгопол Г.Ф. Анализ методов, применяемых для оценки и прогнозирования запасов каспийских осетровых рыб // Труды ВНИРО. М.: ВНИРО, 2016. — Т. 161. — С. 102–114.
- Буханевич И.Б., Довгопол Г.Ф., Эрман А.А. Опыт применения корреляционного анализа для оценки коэффициентов промыслового возврата волжских осетровых // Сб. науч. трудов ВНИРО «Биологическая продуктивность Каспийского и Азовского морей». М., 1984. — С. 20–36.
- Буханевич И.Б., Эрман А.А., Довгопол Г.Ф. Определение коэффициентов промыслового возврата севрюги выращенной на рыбоводных заводах // Рыбное хозяйство, 1986а — № 1. — С. 49–51.
- Буханевич И.Б., Довгопол Г.Ф., Павлов А.В., Распопов В.М., Эрман А.А. Уточнение коэффициентов промыслового возврата волжских осетровых на основе статистических моделей // Сб. науч. трудов ВНИРО «Охрана и воспроизводство рыбных запасов Бассейна Каспийского моря», 1986б. — С. 96–102.
- Васильев Д.А. Когортные модели и анализ промысловых биоресурсов при дефиците информационного обеспечения. М.: Изд-во ВНИРО, 2001 — 110 с.
- Васнецов В.В. Происхождение нерестовых миграций проходных рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М. — Л., Изд. АН СССР, 1953. С. 227–241.
- Вещев П.В. Масштабы естественного воспроизводства севрюги в нижнем бьефе волгоградского гидроузла // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов (краткие тезисы научных докладов к предстоящему всесоюзному совещанию в октябре 1986 г.). Астрахань, 1986. — С. 51–53.
- Вещев П.В. О масштабах естественного воспроизводства волжской севрюги // Осетровое хозяйство водоемов СССР. (крат. тезисы докл. к предстоящему Всесоюзному совещанию (ноябрь, 1989 г.)). — Ч. I. — Астрахань, 1989. — С. 45–47.
- Вещев П.В. Влияние численности производителей севрюги на уровень ее естественного воспроизводства в реках бассейна Каспийского моря // Вопросы рыболовства, 2010. — Т. 11 — № 1(41). — С. 79–88.
- Вещев П.В., Власенко А.Д., Довгопол Г.Ф. Анализ коэффициентов промыслового возврата севрюги // Вопросы ихтиологии, 1992. — Т. 32. — Вып. 5. — С. 78–83.

- Вещев П.В., Догопол Г.Ф., Озерянская Т.В. Современное состояние нерестовой части популяции и естественного воспроизводства севрюги *Acipenser stellatus* в Волге // Вопросы рыболовства, 2007. — Т. 8 — № 4(32). — С. 623–640.
- Власенко А.Д. Влияние водности р. Волги на урожай севрюги // Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. М.: Наука, 1979. — С. 122–130.
- Власенко А.Д. Биологические основы естественного воспроизводства осетровых в зарегулированных Волге и Кубани. Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. М. ВНИРО, 1982 — 25 с.
- Власенко А.Д. Особенности формирования численности осетровых рыб Каспийского бассейна в современных условиях // Осетровое хозяйство водоемов СССР (крат. тезисы докл. к предстоящему Всесоюзному совещанию (ноябрь, 1989 г.). — Ч.1. Астрахань, 1989. — С. 52–55.
- Власенко А.Д. Оценка влияния естественных и антропогенных факторов на формирование численности осетровых в Каспийском море // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань, 2001. С. 26–40.
- Власенко А.Д., Красиков Е.В., Зыкова Г.Ф. Динамика численности и структура стад осетровых в Каспийском море // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань, 2001. С. 40–59.
- Власенко А.Д., Зыкова Г.Ф. Экспертная оценка незаконного изъятия осетровых видов рыб в водоемах Волго-Каспийского района // Материалы международной конференции «Мелиорация малых водоемов, нерестилищ дельты р. Волги и поймы» (Структура экологического проекта «Чистые берега — чистая река»). Астрахань: Издательство ООО «ЦНТЭП», 2007. — С. 136–137.
- Власенко А.Д., Вещев П.В. Масштабы естественного воспроизводства осетровых в нижнем течении Волги в современных экологических условиях // Вопросы рыболовства, 2008. — Т. 9 — № 4(36). — С. 912–925.
- Власенко С.А., Гутенева Г.И., Фомин С.С. Оценка эффективности естественного воспроизводства осетровых на Нижней Волге // Вопросы рыболовства — 2012. — Том 13 — № 4(52). — С. 736–753.
- Вовк Ф.И., Пашкин Л.М. Структура и динамика популяций волжских проходных осетровых // Тр. Волгоград. отд. ГосНИОРХ, 1971. — Т. 3. — С. 3–27.
- Гасымзаде А.Н. К вопросу о разделе Каспийского моря (историко-правовой аспект) // Евразийский юридический журнал, 2015 — № 3. — С. 45–49.
- Гербильский Н.Л. Пути развития внутривидовой биологической дифференциации, типы анадромных мигрантов и вопрос о миграционном импульсе у осетровых // Уч. зап. Ленинградск. гос. ун-та Сер. биол. наук, 1957. — Вып.44. — Ч. 1 — № 228. — С. 11–32.
- Гордиенко Ю.К., Косарев А.Н. Физико-географический очерк. Гидрологическая структура и водные массы // Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. — С. 38–49.
- Городничий А.Е. Некоторые черты биологии молоди осетровых рыб реки Дона в условиях зарегулированного стока // Зоологический журнал, 1955. — Т. 34. — Вып. 6. — С. 1326–1333.

- Гурвич, Л.И. Волго-Каспийский район // Тр. ЦНИРХ, 1929. — Т. IV. — С. 58–239.
- Гуревич Г.М., Лопатин С.З. Добыча рыбы и морского зверя в Каспийском бассейне. — Астрахань: Изд-во Волга, 1962. — 176 с.
- Гюль К.К., Абакаров М.И., Фурман Т.И., Рейфман Р.Л. Физические процессы в Каспийском море в связи с колебаниями его уровня. Баку: ЭЛМ, 1971. — 224 с.
- Державин А.Н. Севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas): биологический очерк. Баку. Известия Бакин. ихтиол. лаб., 1922. — Т. 1. — Вып.1. — 393 с.
- Державин, А.Н. Воспроизводство запасов осетровых рыб / А.Н. Державин. — Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1947. — 248 с.
- Довгопол Г.Ф. Экология, воспроизводство и запасы рыб и нерыбных объектов промысла. Севрюга // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. — С. 66–69.
- Довгопол Г.Ф., Вещев П.В., Озерянская Т.В. Изучение роста севрюги (*Acipenser stellatus*) в условиях изменения уровня Каспийского моря // Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2001. — С. 125–136.
- Довгопол Г.Ф., Сафаралиев И. А, Коноплева И.В., Иванова Л.А. Состояние запасов и распределение осетровых в Каспийском море // Материалы XVII Международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России» (г. Нальчик, 5–6 ноября 2015). — Махачкала: Типография ИПЭ РД, 2015. — С. 460–463.
- Дюбин В.П., Киселева С.Г. Изменение функционального состояния интерренальной и щитовидной желез молодых осетра при различных способах перевода ее из пресной воды в морскую // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ по результатам работ в 9-й пятилетке. — Гурьев, 1976. — С. 111–112.
- Елеонский А.Н. Рыбоводство в естественных и искусственных водоемах. М.-Л.: Всес. коопер. объедин., 1936 — 460 с.
- Журавлева О.Л., Власенко А.Д., Ходоревская Р.П., Зыкова Г.Ф., Левин А.В., Лепилина И.Н., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А. Результаты исследований состояния популяций каспийских осетровых в 2007 году // Мат-лы XIV конф. по промысловой океанологии и промысловому прогнозированию. — Калининград: Изд. АтлантНИРО, 2008. — С. 72–74.
- Зенкевич Л.А., Бирштейн Я.А., Карпевич А.Ф. Первые успехи планомерной реконструкции фауны Каспийского моря // Рыбная промышленность СССР. М.: Пищепромиздат, 1945. — Сб. 1. — С. 40–44.
- Зонн И.С. Каспийский меморандум. М.: ТОО «Коркис», 1997. — 290 с.
- Зонн И.С. Каспий: иллюзии и реальность. М.: ТОО «Коркис», 1999 — 467 с.
- Зыкова Г.Ф. Влияние температурного фактора на распределение севрюги в Каспийском море // Тез. докладов IX Всес. конф. по проблемам промыслового прогнозирования: 19–21 октября 2004 г. Мурманск, 2004а. — С. 80–85.
- Зыкова Г.Ф. Разработка методов и подходов к оценке незаконного изъятия осетровых рыб // Материалы II-го международного семинара «Методы оценки запасов осетровых и определения их ОДУ» (13–15 ноября, 2003 г., Астрахань). Астрахань, 2004б. — С. 111–116.

- Зыкова Г.Ф., Журавлева О.Л., Красиков Е.В. Оценка неучтенного и браконьерского вылова русского осетра в р. Волге и Каспийском бассейне // Тез. докл. Международной конференции «Осетровые на рубеже XXI века». Астрахань, 2000. — С. 54–56.
- Зыкова Г.Ф., Журавлева О.Л., Левин А.В., Коноплева И.В. Распределение русского осетра и севрюги в Каспийском море в современный период // Международная научно-практическая конференция «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна» (13–16 октября 2008 г.) материалы докладов. Астрахань, 2008. — С. 91–95.
- Зыкова Г.Ф., Коноплева И.В. Распределение и численность севрюги в Каспийском море в современный период // Рыбное хозяйство, 2011. — № 2. — С. 48–50.
- Иванов В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000 — 100 с.
- Иванов В. П., Комарова Г.В. Рыбы Каспийского моря (систематика, биология, промысел). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2008. — 224 с.
- Иванов В.П., Комарова Г.В. Рыбы Каспийского моря (систематика, биология, промысел) 2-е изд., перераб. и доп. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2012. — 256 с.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию: учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. — 302 с.
- Инструкция по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2011. — 351 с.
- Конвенция о правовом статусе Каспийского моря [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://kremlin.ru/supplement/5330>.
- Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность, 1975 — 432 с.
- Касимов Р.Ю., Абрамов В.Н., Кязимов И.Б. Влияние воды равной солености на выживание и рост курунских осетровых на ранних стадиях развития // Труды Азербайджанского отделения ЦНИОРХ. — Т. 2. — Вып. 2. М.: Пищепромиздат, 1966. — С. 91–125.
- Касимов Р.Ю. Сравнительная характеристика поведения дикой и заводской молоди осетровых в раннем онтогенезе. Баку: Изд-во «Элм», 1980 — 136 с.
- Касымов А.Г. Экология Каспийского озера. Баку: Изд-во АзерВНИРО, 1994 — 238 с.
- Катунин Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Астрахань: КаспНИРХ, 2014 — 478 с.
- Кашенцева Л.Н. К вопросу о доступности нерейса севрюге // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов (краткие тезисы научных докладов к предстоящему всесоюзному совещанию в октябре 1986 г.). Астрахань, 1986. — С. 138–139.
- Кашенцева Л.Н., Полянинова А.А., Молодцова А.И. Характеристика питания осетровых рыб в Северном Каспии в 2002 г. // Сборник докладов к Международной конференции «Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы» (18 июля, 2003 г.). Астрахань, 2003. — С. 87–89.

- Клиге Р.К. Нарушение экологических условий подъемом Уровня Каспия // Проблемы экологической безопасности Каспийского региона, 1997. Москва-Махачкала. — С. 42–44.
- Книпович Н.М. Гидрологические исследования в Каспийском море // Труды Каспийской экспедиции 1914–1915 гг. Петербург: Первая государственная типография, 1921. — Т. 1 — 943 с.
- Кожин Н.И. Коэффициент промыслового возврата // Тр. ВНИРО, 1951. — Т. 19. — С. 127–132.
- Козловский Д.А. О миграционном инстинкте у рыб // Зоологический журнал, 1956. — Т. 35. — Вып. 2. — С. 266–274.
- Коробочкина З.С. Основные этапы развития промысла осетровых в Каспийском бассейне // Осетровые южных морей Советского Союза. Труды ВНИРО. М.: Пищевая промышленность, 1964. — Т. 52. — Сб.1. — С. 59–86.
- Коробочкина З.С. Распределение осетра и севрюги в Северном Каспии в зависимости от водности года // Труды ВНИРО. М.: Пищевая промышленность, 1970. — Т. 74. — С. 125–133.
- Коросов А.В. Экологические приложения компонентного анализа: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1996 — 152 с.
- Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. М.: Изд-во МГУ, 1975 — 271 с.
- Косарев А.Н., Егоров Ю.Л. Температура воды // Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. — С. 182–188.
- Кравченко Е.В., Молодцова А.И. Сезонная изменчивость питания осетра в Каспийском море // Конференция молодых ученых и специалистов (февраль, 1996 г.): тезисы докладов. Астрахань, 1998. — С. 56–57.
- Красиков Е.В., Федин А.А. Распределение и динамика численности осетровых рыб в Каспийском море по результатам исследований в 1991–1995 гг. // Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России. Материалы совещания. Ростов на Дону август 1996 г. М.: Изд-во ВНИРО, 1996. — С. 138–142.
- Краюшкина, Л.С. Развитие эвригалинности на ранних этапах онтогенеза у осетра различных видов и экологических форм // Осетровые СССР и их воспроизводство: Труды ЦНИОРХ. — Т. 1. — М.: Пищепромиздат, 1967. — С. 181–195.
- Кулакова Л.С. Физико-географический очерк. Основные черты рельефа берегов и дна // Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. — С. 13–19.
- Кулиев З.М., Зарбалиева Т.С. Состояние промысловых рыб (осетровых) у азербайджанского побережья Каспийского моря // Результаты НИР за 2004 год. Астрахань, 2005. — С. 275–287.
- Латыпов Ю.Я. Уровень Каспийского моря изменяется // Вестник Российской Академии наук, 1997. — Т. 67 — № 12. — С. 1082–1087.
- Левин А.В., Камелов А.К. Результаты траловой съемки в Каспийском море в 2003 г. // Материалы II-го международного семинара «Методы оценки запасов осетровых и определения их ОДУ» (13–15 ноября, 2003 г., Астрахань). Астрахань, 2004. — С. 5–15.

- Левин А.В. Экология и поведение молоди осетровых рыб в Волго-Каспийском. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2006 — 228 с.
- Легеза М.И. Влияние температурного фактора на распределение каспийских осетровых // Сб. «Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР (по материалам 1967 г.)». Астрахань, 1968 г. — С. 27–30.
- Легеза М.И. Закономерности распределения и формирования численности осетровых рыб в Каспийском море: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.10. Баку: Калининград. тех. ин-т рыбн. промысл. и х-ва, 1969 — 34 с.
- Легеза М.И. Роль абиотических факторов среды при распределении осетровых (сем. Acipenseridae, pisces) в Каспийском море // Вопросы ихтиологии, 1972. — Том 12, вып 1(72). — С. 13–24.
- Легеза М.И. Современное распределение осетровых рыб в Каспийском море // Вопр. Ихтиологии, 1973 — Т. 13 — Вып. 6 (83). — С. 1008–1016.
- Легеза М.И. Итоги исследований динамики численности и научного обоснования рационального использования запасов каспийских осетровых // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань, 1974. — С. 78–79.
- Легеза М.И. Запасы каспийских осетровых их использование в условиях // Биологическая продуктивность Каспийского моря: Сб. науч. тр. ВНИРО, 1975. — Т. CVIII. — С. 121–136.
- Легеза М.И., Маилян Р.А. Состояние запасов каспийских осетровых, их воспроизводство и использование в современных условиях // Биологические ресурсы Каспийского моря. Астрахань, 1972. — С. 101–103.
- Легеза М.И., Пироговский М.И., Ходоревская Р.П. Экология, воспроизводство и запасы рыб и нерыбных объектов промысла. Распределение, качественная структура популяций и численность осетровых в море // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. — С. 72–76.
- Лепилина И.Н., Сафаралиев И.А., Коноплева И.В. Распределение и структура осетровых рыб в Каспийском море и состояние их мезонефроса // Вестник оренбургского гос-го унив-та, 2011 г — № 5 (124). — С. 96–101.
- Лепилина И.Н., Сафаралиев И.А., Чаплыгин В.А. Влияние неконтролируемого, нерегулируемого, несообщаемого (ННН) промысла на численность осетровых рыб в Каспийском море // Мат-лы VI Междунар. научно-практической конф. «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений» (13 октября 2017 г., Астрахань). Астрахань: КаспНИРХ, 2017. — С. 127–133.
- Лукьяненко В.И., Седов С.И. Иммунохимический анализ внутривидовой дифференциации осетровых Каспия // Изв. АН СССР, Сер. биол., 1967. — № 1. — С. 133–135.
- Лукьяненко, В.И. Иммунобиология рыб. М.: Пищевая промышленность, 1971 — 363 с.
- Лукьяненко В.И., Умеров Ж.Г. Особенности антигенного состава сывороточных белков трех аллопатрических популяций русского осетра // Журнал общей биологии, 1971. — Т. 22 — № 4. — С. 467–479.

- Лукьяненко В.И., Переварюха Ю.Н. Анализ захода волжской севрюги *Acipenser stellatus* в реку Урал иммунохимическим методом // Журнал эволюционной биохимии и физиологии, 1985. — Т. 21 — № 3. — С. 308–311.
- Магеррамов, Ч.М. Разработка мероприятий по сохранению и восстановлению запасов осетровых рыб // Международная конференция «Осетровые на рубеже 21 века»: Тезисы докладов. Астрахань: Издательство КаспНИРХа, 2000. — С. 21–22.
- Малиновская Л.В., Зинченко Т.Д. Многолетняя динамика биомассы вселенцев *Hediste diversicolor* Müller и *Abra ovata* (Philippi) в Северном Каспии // Российский журнал биологических инвазий, 2010 — № 4. — С. 32–44.
- Мантейфель Б.П. Адаптивное значение периодических миграций водных организмов // Вопросы ихтиологии, 1959. — Т. 13. С. 3–15.
- Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R [Электронный ресурс] // Электронная книга — 2014. — Режим доступа: <http://r-analytics.blogspot.com>.
- Мейен В.А. Пути воспроизводства проходных рыб в // Тр. ВНИРО, 1941. — Т. 16. — С. 3–12.
- Металлов Г.Ф. Физиолого-биохимические механизмы эколого-адаптационной пластичности осморегулирующей системы осетровых рыб: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Астрахань, 2002 — 46 с.
- Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством // Астрахань: КаспНИРХ, 2011 — 119 с.
- Мировой баланс и водные ресурсы Земли. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974 — 638 с.
- Молодцова А.И. Особенности питания русского и персидского осетра в Каспийском море в 2005 г. // Материалы международной конференции: «Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне (16–18 мая 2006 г.)». Астрахань, 2006. — С. 158–162.
- Молодцова А.И., Полянинова А.А. Трофологические исследования осетровых рыб в Северном Каспии // Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке (16–18 октября 2007 г.)». Астрахань, 2007. — С. 176–180.
- Молодцова А.И., Полянинова А.А. Питание осетра, севрюги и белуги в Каспийском море // Вопросы рыболовства, 2009. — Т. 10 — № 4(40). — С. 718–740.
- Николаева Р.В. Физико-географический очерк. Морфометрические характеристики // Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. — С. 6–13.
- Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1963 — 368 с.
- Осика, Д. Г. О сути уровня режима Каспийского моря и его прогноз на обозримое будущее // Сборник рефератов международной конференции «Каспийский регион: экономика, экология, минеральные ресурсы». Москва, 20–23 июля 1995. — С. 17–18.

- Павлов А.В. Численность нерестовой популяции осетровых, проходящих на места размножения в Волгу выше зоны промысла // Вопросы ихтиологии, 1967. — Т. 7. — Вып. 4(45). — С. 592–600.
- Павлов А.В., Елизаров Г.А. Результаты меченья осетровых в Волго-Каспийском районе // Рыбное хозяйство, 1968 — № 2. — С. 29–31.
- Павлов А.В., Захаров С.С. Распределение качественный состав и численность осетровых в Северном Каспии в 1967 году. // Сб. «Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР (по материалам 1967 г.)». Астрахань, 1968 г. — С. 21–23.
- Павлов А.В., С.С. Захаров. Распределение, качественный состав и численность осетровых в Северном Каспии в 1967 г. // Тр. ЦНИОРХ, 1971. — Т. 3. — С. 235–268.
- Пальгуй В.А. Численность и распределение осетровых в Северном Каспии // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань, 1984. — С. 248–249.
- Пальгуй В.А. Распределение и численность севрюги в Каспийском море 1983–1985 гг. // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов (краткие тезисы научных докладов к предстоящему всесоюзному совещанию в октябре 1986 г.). Астрахань, 1986. — С. 255–257.
- Пальгуй В.А., Красиков Е.В., Шеходанов К.Л. Колебания численности осетровых рыб в Северном Каспии // Осетровое хозяйство водоемов СССР. — Крат. Тезисы докл. к предстоящему Всесоюзному совещанию (ноябрь, 1989 г.). — Часть I. — Астрахань, 1989. — С. 242–244.
- Переварюха Ю.Н. Иммунохимический анализ популяционной структуры каспийской севрюги // V Всесоюз. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. — Киев: Наук. думка, 1982. — Ч. 4: Популяционная физиология и биохимия рыб. — С. 25–26.
- Переварюха Ю.Н., Кайбелев Р.Ш., Турачев Т.З. Популяционно-генетические исследования севрюги в Каспийском море // VI Всесоюз. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл., сентябрь 1985 г. — Вильнюс, 1985. — С. 184–185.
- Переварюха Ю.Н., Гераскин П.П., Львов В.Л., Галактионова М.Л. О распределении рас и популяций осетровых рыб в Каспийском море // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 1998 г. Астрахань, 1999. — С. 156–161.
- Переварюха Ю.Н., Гераскин П.П., Ручьева Т.В., Коробкова Т.С. Процентное соотношение различных популяций осетровых видов рыб в траловых уловах в Каспийском море в 2002 г. (результаты весенней и летней съемок) // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2002 г. Астрахань, 2003. — С. 184–193.
- Переварюха Т.Ю., Переварюха Ю.Н. Соотношение различных популяций севрюги в Каспийском море // Наука: Поиск 2005. Сб. научных статей в 2 т. Изд. АГТУ. 2005. — Т. 2. — С. 130–133.
- Песериди Н.Е., Чертихина Т.С. К вопросу о влиянии некоторых факторов на ход, размножение и уловы осетровых // Труды ВНИРО, 1967. — Т. 1. — С. 108–112.

- Песериди Н.Е. Сезонная динамика хода осетровых в низовьях Урала // Осетровые СССР и их воспроизводство: Труды ЦНИОРХ. — М.: Изд-во Пищевая промышленность, 1971. — Т. 3. — С. 355–358.
- Песериди Н.Е., Дризо Е.А., Гапонов В.С., Тарабрин А.Г., Большов А.А. О возможном неблагоприятном влиянии повышенной солености вод приустьевоего взморья р. Урал на воспроизводство осетровых // Осетровое хозяйство внутренних водоёмов СССР. Астрахань: Изд-во Волга, 1979. — С. 198–199.
- Пироговский М.И. Биология белуги и роль промышленного разведения этого вида и формирование запасов осетровых Каспия: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. — М.: ВНИРО, 1978 — 23 с.
- Пироговский М.И. Распределение, структура и состояние запасов Каспийских осетровых // Рациональные основы ведения осетрового хозяйства (тезисы докладов). Волгоград: Изд. Волгоградская правда, 1981. — С. 193–195.
- Пискунов И.А. Распределение осетровых в Каспийском море // Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. М.: 1965. — С. 213–234.
- Полянинова А.А., Кашенцева Л.Н. Локальная изменчивость питания белуги и севрюги на северокаспийских пастбищах // Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов (краткие тезисы научных докладов к предстоящему всесоюзному совещанию в октябре 1986 г.). Астрахань, 1986. — С. 277–279.
- Полянинова А.А., Молодцова А.И., Кашенцева Л.Н. Состояние нагула осетровых рыб в Каспийском море в современный период // XI всероссийская конф. по промысловой океанологии: тез. докл. Калининград: Изд-во ВНИРО, 1999. — С. 127–128.
- Полянинова А.А., Ардабьева А.Г., Татаринцева Т.А. Гидробиологическая характеристика условий нагула промысловых рыб в Каспийском море в 2000 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2000 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2001. — С. 110–125.
- Приказ Государственного комитета Российской Федерации по рыболовству от 28 февраля 2000 г. № 55 «О мерах регулирования промысла водных биологических ресурсов на 2000 г. (по объектам и районам промысла)».
- Приказ Государственного комитета Российской Федерации по рыболовству от 20 июля 2001 г. № 219 «О выполнении решений 45-го заседания Постоянного комитета конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, от 3 марта 1973 г. в отношении осетровых».
- Приказ Федерального агентства по рыболовству от 25 ноября 2011 г. № 1166 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам».
- Приказ Федерального агентства по рыболовству от 5 февраля 2015 г. № 104 «О предоставлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водоемах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах Российской Федерации, а также в территориальном море Российской Федерации, на

- континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесения в них изменений».
- Распопов В.М., Вещев П.В., Новикова А.С. Оценка естественного воспроизводства осетра и севрюги // Рыбное хозяйство, 1993 — № 4. — С. 20–21.
- Распопов В.М., Вещев П.В., Новикова А.С., Егорова А.Е. Причины критического состояния естественного воспроизводства осетровых в Волге // Рыбное хозяйство, 1995 — № 2. — С. 21–23.
- Распопов В.М., Вещев П.В., Новикова А.С. Рыбопродуктивность нерестилищ осетровых в условиях зарегулирования Волги и пути их сохранения // Международная конференция «Осетровые на рубеже 21 века»: Тезисы докладов (Астрахань, 11–15 сентября 200 г.). Астрахань, 2000. — С. 93–94.
- Распопов В.М. Экологические основы воспроизводства осетровых в условиях современного стока реки Волги: автореферат дисс. ... докт. биол наук: 03.00.10. Астрахань: Астраханский гос. тех. Университет, 2001 — 86 с.
- РД 52.24.496–2005. Руководящий документ. Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений. ГУ «Гидрохимический институт». Ростов-на-Дону, 2005. — Утвержден от 15.06.2005. Росгидромет — 6 с.
- Реков Ю.И. Разработка методов и подходов к оценке неучтенного изъятия осетровых рыб // Материалы II-го международного семинара «Методы оценки запасов осетровых и определения их ОДУ» (13–15 ноября, 2003 г., Астрахань). Астрахань, 2004. — С. 109–110.
- Рихтер В.А., Ефанов В.Н. Об одном из подходов к оценке естественной смертности рыбных популяций // Тр. АтлантНИРО, 1977. — Вып. LXXIII. — С. 77–85.
- Романов А.А., Левин А.В., Журавлева О.Л., Ходоревская Р.П., Зыкова Г.Ф., Шубина Л.И., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А., Федоров В.А., Шведов В.В., Авдеев А.С. Распределение, качественная структура и численность осетровых рыб в Каспийском море и предварительный прогноз их прилова при промысле частичковых рыб на 2006 г. // Результаты НИР за 2004 год. Астрахань, 2005. — С. 244–254.
- Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Шатуновский М.И. Динамика популяции белуги, русского осетра и севрюги в условиях запрета их коммерческого лова в Волго-Каспийском бассейне // Вопр. Рыболовства, 2015. — Т. 16 — № 3. — С. 269–277.
- Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Шатуновский М.И. Антропогенные и климатические факторы снижения воспроизводства популяций белуги *Huso huso*, русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* и севрюги *A. stellatus* Волго-Каспийского бассейна // Вопросы рыболовства, 2017. — Т. 18 — № 1. — С. 1–14.
- Салманов М.А. Определение первичной продукции литорали и сублиторали западного побережья Южного Каспия от Апшерона до г. Астары с помощью  $C^{14}$  // Радиоактивные изотопы в гидрологии и методы санитарной гидробиологии. Л.: Наука, 1964. — С. 83–90.
- Салманов М.А. Первичная продукция Каспийского моря // Тезисы Всесоюзного совещания по биологической продуктивности Каспийского моря. Астрахань, 1972а. — С. 68.

- Салманов М.А. Продукция фитопланктона в восточном побережье среднего Каспия // Гидробиологический журнал, 1972б. — Т. 5. — С. 71–75.
- Салманов М.А. Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах Каспийского моря. М.: Наука, 1987 — 216 с.
- Салманов М.А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку: полиграфическо-издательский центр «Исмаил», 1999 — 400 с.
- Сафаралиев И.А. Распределение севрюги (*Acipenser stellatus*) в зависимости от температурных факторов среды в условиях изменяющегося уровня Каспийского моря // Вклад молодых ученых в рыбохозяйственную науку России: тез. докл. Всерос. молодежной конф. (Санкт-Петербург, 12–14 октября 2010 г.). СПб.: ГосНИОРХ, 2010. — С. 164–166.
- Сафаралиев И.А., Зыкова Г.Ф. Современное состояние популяции севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas) в изменяющихся условиях Каспийского моря // Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод: проблемы и пути решения: Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского, 20–23 сентября 2010 года в г. Ростове-на-Дону. Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ», 2010а. — С. 259–262.
- Сафаралиев И.А., Зыкова Г.Ф. Миграция и распределение севрюги (*Acipenser stellatus*) в Каспийском море по результатам тралово-сетных осетровых съемок в 2009 году // Материалы докладов IV Всероссийской конференции с международным участием «Поведение рыб», 19–21 октября 2010 г., Борок, 2010б. — С. 361–365.
- Сафаралиев И.А. Современное состояние запасов, распределения и качественная структура севрюги (*Acipenser stellatus*, Pallas, 1771) каспийской популяции // Вопросы рыболовства, 2012. — Том 13 — № 4 (52). — С. 841–854.
- Сафаралиев И.А. Обоснование оптимальной эксплуатации популяции севрюги *Acipenser stellatus* в Волго-Каспийском рыбохозяйственном районе с использованием модели Бивертон-Холта // Вест. АГТУ. Сер. Рыб. хоз., 2013 — № 3. — С. 67–76.
- Сафаралиев И.А., Коноплева И.В., Смирнова Л.В. Легнее распределение русского осетра и севрюги в зависимости от кормовых организмов на пастбищах Каспийского моря // Рыбное хозяйство, 2013 — № 5. — С. 85–89.
- Сбикин Ю.Н., Лапина Н.Н. Двигательная и пищевая активность молоди севрюги *Acipenser stellatus* Pallas при резком повышении солености воды // Вопросы ихтиологии, 1982. — Т. 22. Вып. 5. — С. 864–868.
- Свиточ А.А. Регрессивные эпохи Большого Каспия // Водные ресурсы и режим водных объектов, 2016. — Том 43 — № 2. — С. 134–148.
- Сливка А.П. Миграции осетровых в дельте и нижнем течении р. Волги: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. М.: ВНИРО, 1974 — 21 с.
- Сливка А.П., Довгопол Г.Ф., Захаров С.С. Динамика численности северо-каспийской севрюги // Биологическая продуктивность Каспийского и Азовского морей. М.: Изд-во ВНИРО, 1982а. — С. 64–75.

- Сливка А.П., Павлов А.В. Биологические основы изменения режима промысла осетровых (*Acipenseridae*) в дельте Волги // Вопросы ихтиологии, 1982б. — Т. 22. — Вып.5. — С. 738–745.
- Сливка А.П., Зыкова Г.Ф., Красиков Е.В., Федоров В.А., Шведов В.В., Чуканов В.А. Качественная структура, динамика численности, распределение и состояние запасов осетровых в Каспийском море в 1999 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 1999 год. Астрахань, 2000. — С. 154–160.
- Соколова Н.Ю. Питание осетровых рыб в Северном Каспии после вселения *Nereis succinea* // Сборник работ по акклиматизации *Nereis succinea* в Каспийском море. М.: Изд-во Московского общества испытателей природы, 1952. — С. 44–56.
- Тарвердиева М.И. Пастбища осетра и севрюги в Каспийском море в 1962 г. многолетние изменения в питании каспийских осетровых // Материалы научной сессии ЦНИОРХ (18–19 марта). Баку, 1968. — С. 87–89.
- Тихий М.И. О рыбоводном коэффициенте // Изв. Гос. ин-та опытной агрономии, 1925. — Т. III — № 1. — С. 17–24.
- Тихий М.И., Викторов П.В. Запасы рыб и гидростроительство. М.: Пищепромиздат, 1940 — 200 с.
- Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. Поведение, миграции, распределение, и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. Москва.: Изд-во Товарищество научных изданий КМК, 2007а — 241 с.
- Ходоревская Р.П., Судаков Г.А., Романов А.А. Современное состояние запасов биологических ресурсов Каспийского бассейна // Вопр. Рыболовства, 2007 б. — Т. 8 — № 4(32). — С. 608–622.
- Ходоревская Р.П. Основные тенденции промысла и запасов осетровых в Волго-каспийском бассейне // Международная научно-практическая конференция «Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна» (13–16 октября 2008 г.) материалы докладов. Астрахань, 2008. — С. 165–168.
- Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Сафаралиев И.А., Коноплева И.В. Миграции и распределение осетровых в Каспийском море // Поведение рыб. Материалы докладов V Всероссийской конференции. 8–9 ноября 2014 г., Борок, Россия, 2014а. — С. 288–294.
- Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Сафаралиев И.А., Коноплева И.В. Влияние факторов среды на распределение осетровых в Каспийском море // Поведение рыб. Мат-лы докл. V Всерос. конф. 8–9 ноября 2014 г., Борок, Россия. Кострома: Костромской печатный дом, 2014б. — С. 282–287.
- Хорошко П.Н., Власенко А.Д., Новикова А.С. Атлас нерестилищ осетровых бассейна Волги. Волгоград, 1971 — 90 с.
- Хорошко П.Н., Новикова А.С. Роль Ахтубы в воспроизводстве запасов Волго-Каспия // Тр. ЦНИОРХ, 1972. — Т. 4. — С. 52–58.
- Хураськин Л.С. Тюлень // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. — С. 198–205.

- Цветков В.И., Сбкин Ю.Н. Особенности гидростатики сеголеток белуги *Huso huso* L. и распределение в вертикальном галоградиенте // Вопросы ихтиологии, 1983. — Т. 23. — Вып. 6. — С. 1001–1009.
- Цепкин Е.А., Соколов Л.И. О максимальных размерах и возрасте некоторых осетровых рыб // Вопр. Ихтиологии, 1971. — Т. 11. — Вып. 3(68). — С. 541–542.
- Чуканов В.А., Красиков Е.В., Федоров В.А., Шведов В.В. Особенности распределения севрюги в Северном Каспии // Тез. докл. Международной конференции «Осетровые на рубеже XXI века». Астрахань, 2000. — С. 110–111.
- Шелухин Г.К. Физиолого-биохимические параметры осетровых в морской и речной периоды жизни: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. Петрозаводск, 1974 — 19 с.
- Шибяев С.В. Промысловая ихтиология. Калининград: Аксиос, 2014 — 535 с.
- Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря (осетровых, карповых, бычковых, окуневых и хищных сельдей). М.: Пищепромиздат, 1952. 267 с.
- Шубина Т.Н. Расселение молоди и распределение размерно-весовых группировок севрюги в Каспийском море // Труды лаб. по воспроизводству рыбных запасов Главрыбвода МРХ СССР. М.: Пищевая промышленность, 1972. — С. 220–231.
- Шубина Т.Н. Ареалы, численность, биологические свойства основных представителей семейства осетровых в Каспийском море // Биологические ресурсы Каспийского моря. — Астрахань: Изд-во «Волга», 1974. — С. 139–141.
- Шубина Т.Н. О биологических особенностях каспийских осетровых и их использовании в практике осетрового хозяйства // Биологическая продуктивность Каспийского моря. Труды ВНИРО. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — Т. CVIII. — С. 109–120.
- Яблонская Е.А., Осадчих В.Ф., Винецкая Н.И., Левшакова В.Д., Курашова Е.К. Кормовая база рыб Каспийского моря // Биологическая продуктивность Каспийского моря: Сб. науч. Тр. ВНИРО, 1975. — Т. CVIII. — С. 81–98.
- Alverson D.L., Pereyra W.T. Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean—an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts // J. Fish. Res. Board Can — 1969. — V. 26. — P. 1985–2001.
- Alverson D., Carney M. A graphic review of the growth and decay of population cohorts // J. du Conseil Internat. pour l'Exploration de la Mer — 1975. — V. 36 (2). — P. 133–143.
- Cleveland W.S., Grosse E., Shyu W.M. Local regression models. Statistical Models in S // New York: Chapman & Hall, 1992. — Ch. 8. — P. 309–376.
- Dick E.J., MacCall A.D. Depletion-based stock reduction analysis: a catch based method for determining sustainable yields for data-poor fish stocks // Fish. Res — 2011. — V. 110. — P. 331–341.
- Dray S., Dufour A.B. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists // Journal of Statistical Software — 2007. — V 22(4). — P. 1–20.
- FAO. Fisheries Technical Paper № 474. — Rome: FAO, 2005 — 251 p.

- Fletcher R.I. On the restructuring of the Pella–Tomlinson system // *Fish. Bull. USA* – 1978. – V. 76. – P. 515–521.
- Freyhof J., Brooks E. European red list of freshwater fishes. Luxembourg: Publ. Office of the European Union, 2011 – 61 p.
- Gulland, J.A. The Fish Resources of the Ocean. Surrey, England: Fishing News (Books) Ltd, 1971 – 255 p.
- Harden J. Fish migrations. With 86 fig. London: Edward Arnold (Publishers) Ltd – 1968 – 325 pp.
- Hewitt D., Hoenig J. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity // *Fish. Bull.* – 2005. – V. 103. – P. 433–437.
- Hoenig, J. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates // *Fish. Bull.* – 1983. – V. 81. – P. 893–903.
- Ivanov B.P., Vlasenko A.D., Khodorevskaya R. P, Raspopov V.M. Contemporary status of Caspian sturgeon (*Acipenseridae*) stock and its conservation // *Journal of Applied Ichthyology* – 1997. – Vol. 15 (4–5). – P. 106–113.
- Jensen A. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival // *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* – 1996. – V. 53. – P. 820–822.
- Kimura D.K., Balsinger J.W., Ito D.H. Generalized stock reduction analysis // *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* – 1984. – V. 41. – P. 1325–1333.
- Kimura D.K., Tagart J.V. Stock reduction analysis: another solution to the catch equations // *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* – 1982. – V. 39. – P. 1467–1472.
- MacCall A.D. Depletion-corrected average catch: a simple formula for estimating sustainable yields in data-poor situations // *ICES J. Marine Sci.* – 2009. – V. 66. – P. 2267–2271.
- Musick J.A. Criteria to define extinction in marine fishes // *Fisheries* – 1999. – V.24 – № 12. – P. 6–13.
- Nelson G.A. Fishmethods: fishery science methods and models in R. R package version 1.10–0.4. [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа: <https://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>.
- Pella J.J., Tomlinson P.K. A generalized production model // *IATTC Bull.* – 1969. – V. 13. – P. 421–458.
- R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing [Электронный ресурс]. – Vienna, Austria, 2016. – Режим доступа: <https://www.R-project.org/>
- Ruban G.I., Khodorevskaya R.P. Caspian Sea sturgeon fishery: a historic overview / G.I. Ruban, // *J. Appl. Ichthyol.* – 2011. – V. 27. –P.199–208.
- Ruban, G. I., Kholodova M.V., Kalmykov V.A., Sorokin P.A. 2008. Morphological and Molecular Genetic Study of the Persian Sturgeon *Acipenser persicus* Borodin (*Acipenseridae*) Taxonomic Status // *Journal of Ichthyology* – 2008, Vol. 48, No. 10, pp. 891–903.
- Ruban, G. I., Kholodova M.V., Kalmykov V.A., Sorokin P.A. A review of the taxonomic status of the Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin). // *Journal of Applied Ichthyology* – 2011. – Vol. 27(2). – P. 470–477.

- Ruban, G. I., Khodorevskaya R.P., Shatunovsky M.I. 2019. Factors influencing the natural reproduction decline in the beluga (*Huso huso*, Linnaeus, 1758), Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt & Ratzeburg, 1833), and stellate sturgeon (*A. stellatus*, Pallas, 1771) of the Volga–Caspian basin: A review.// Journal of Applied Ichthyology. 35: 387–395.
- Shubina T.N., Popova A.A., Vasil'ev V.P. *Acipenser stellatus* Pallas, 1771 // The Freshwater Fishes of Europe. – Verlag Wiesbaden: AULA – 1989. – Vol. 1. – Part 2. – P. 395–443.
- Stolberg F., Borysova O., Mitrofanov I., Barannik V., Egthesadi P. Caspian Sea, GIWA Regional assessment 23 // Kalmar, Sweden: University of Kalmar, UNEP, 2006 – 92 p.
- Vasilyev D.A., Efimov Yu. An analytical dynamic approach to stock size and TAC assessment for Russian sturgeon in the Volga river // 1-st International symp. on the sturgeon (Bordoux, France) – 1989. – P. 74.
- Vasilyev D.A., Kizner Z.I., Efimov Yu. Combined approach to stock size estimation and TAC assessment in the absence of reliable data on fishing effort // ICES – 1990. – CM.1990/D:9 – 12 p.
- Walters C.J., Martell S.J. D., Korman J. A stochastic approach to stock reduction analysis // Can. J. Fish. Aquatic. Sci – 2006. – V. 63. – P. 212–223.
- Wetzel C.J., Punt A.E. Model performance for the determination of appropriate harvest levels in the case of data-poor stocks // Fish. Res – 2011. – V. 110. – P. 342–355.
- Ye Yimin, Valbo-Jørgensen J. Effects of IUU fishing and stock enhancement on and restoration strategies for the stellate sturgeon fishery in the Caspian Sea // Fisheries Research – 2012. – V.131–133. – P. 21–29.



**Ильдар Абсатарович САФРАЛИЕВ,  
Георгий Игоревич РУБАН,  
Татьяна Ивановна БУЛГАКОВА**

**КАСПИЙСКАЯ СЕВРЮГА:  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ОЦЕНКА ЗАПАСА И СЦЕНАРИИ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ**

редактор *О.С. Юрова*  
художественный редактор *Ю.С. Яковлев*  
технический редактор *Т.Н. Боровик*  
компьютерная верстка *Ю.С. Яковлев*

Тираж 100 экз.; формат 70x100/16 ; печ. л. 9,75;  
подписано в печать 27.08.2019

Отпечатано в ООО«Book jet»  
390046, г. Рязань, ул. Пушкина, 18.  
e-mail: info@bookjet.ru. Тел.: +7 (4912) 46-61-51