



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская работа)

На тему «Современное состояние и перспективы развития аквакультуры
стерляди *Acipenser ruthenus* L., 1758 в Азово-Черноморском
рыбохозяйственном бассейне»

Направление подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,
профиль «Управление водными биоресурсами и аквакультура»

Исполнитель _____ Верховых Валерия Владимировна
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ Позднякова А.И., доцент
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____ Королькова С.В., к.т.н., доцент
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

« ____ » _____ 2025 г.

Санкт-Петербург

2025

Введение

Зарегулирование стоков рек, нелегальный промысел и общее загрязнение окружающей среды отрицательно сказывается на состоянии водных биоценозов. Антропогенное воздействие привело к сокращению численности многих видов рыб, в том числе осетровых. Осетровые виды рыб являются ценными представителями ихтиофауны российских вод и ранее вылавливались в промышленных масштабах. Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн обладал одним из наиболее значимых запасов этих рыб.

Стерлядь, является представителем семейства осетровых, численность которой также сильно сократилась за последние десятилетия, в том числе и в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. На данный момент, *Acipenser ruthenus* включена в Красную книгу Международного союза охраны природы (МСОП) со статусом CR (таксоны в критическом состоянии) и в Красную книгу России (2001) [23, 39]. Из этого следует, что, единственным способом получения продукции этого вида стала аквакультура, как в качестве производства товарной продукции, так и целях восполнения численности популяции. Аквакультура России в современный период характеризуется прогрессирующим ростом продукции. Эта тенденция происходит на фоне

резкого падения запасов естественных популяций рыб в связи с их сверхинтенсивным промышленным ловом и сопутствующими возникшими проблемами сохранения биоресурсов морей и других рыбохозяйственных водоемов.

Актуальность данной темы обусловлена прогрессирующим ростом аквакультуры в России на фоне резкого падения запасов естественных популяций рыб. Стерлядь, являющаяся ценным видом на грани исчезновения, требует особого внимания. Данная работа направлена на

обобщение и анализ имеющихся данных для выявления перспектив развития аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне.

Целью исследования является изучение современного состояния и выявление перспектив развития аквакультуры стерляди *Acipenser ruthenus* L., 1758 в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне.

Для выполнения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1. Рассмотреть биологическую характеристику стерляди;
2. Изучить характеристику Азово-черноморского бассейна;
3. Оценить современное состояние аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне;
4. Обосновать перспективы развития аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне.

Объектом исследования настоящей работы является стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758).

Практическая ценность работы заключается в обобщении имеющихся данных о современном состоянии аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и выявление перспектив развития данной сельскохозяйственной отрасли.

В качестве материалов работы была использована специальная литература, справочные данные и нормативные документы.

Структура работы: настоящая работа изложена на 66 страницах, включает в себя введение, 3 главы, заключение и выводы, список литературы, состоящий из 63 источника и приложение. Общий объём работы составляет 70 страниц.

**Глава 1. Биологическое описание стерляди *Acipenser ruthenus*
(Linnaeus, 1758)**

1.1 Положение в системе

Надцарство: Eukaryota (Эукариоты) Chatton, 1925, 1937/1938, Chadeffaud, 1960;

Царство: Animalia (Животные) Linnaeus, 1758;

Подцарство: Eumetazoa (Эуметазои или настоящие многоклеточные) Butschli, 1910;

Раздел: Bilateria (Двусторонне-симметричные, билатеральные) Hatschek, 1888;

Клада: Nephrozoa (Нефрозоа) Jondelius et al., 2002;

Подраздел: Deuterostomia (Вторичноротые) Grobben, 1908;

Тип/Отдел: Chordata (Хордовые) Bateson, 1885;

Клада: Craniata (Черепные) Lankester, 1877;

Подтип/Подотдел: Vertebrata (Позвоночные) Cuvier, 1800, Lamarck, 1801;

Надкласс: Gnathostomata (Челюстноротые) Gegenbaur, 1874;

Клада: Eugnathostomata (Эвгнатостоматы);

Надкласс: Osteichthyes (Костистые позвоночные) Huxley, 1880;

Класс: Actinopterygii (Лучепёрые рыбы) Klein, 1885;

Подкласс: Chondrostei (Хрящевые ганоиды, хрящекостные рыбы) Müller, 1844;

Отряд/Порядок: Acipenseriformes (Осетрообразные);

Семейство: Acipenseridae (Осетровые) Bonaparte, 1831;

Подсемейство: Acipenserinae

Род: *Acipenser* (Осетры) Linnaeus, 1758;

Вид: *Acipenser ruthenus* (Стерлядь) Linnaeus, 1758; [35].

1.2 Общая биология вида

Представители осетровых входят в отряд осетрообразных рыб, который, в свою очередь, состоит из трёх семейств: вымершего (хондростенд) и ныне живущих веслоносов и осетровых.

Род осётров *Acipenser* (Linnaeus, 1758) на территории России включает в себя такие виды, как русский осётр (*Acipenser gueldenstaedtii*), атлантический осётр (*Acipenser sturio*), шип (*Acipenser nudiventris*), белуга (*Huso huso*), сибирский осётр (*Acipenser baerii*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*), калуга (*Huso dauricus*), севрюга (*Acipenser stellatus*), сахалинский осётр (*Acipenser mikadoi*), амурский осётр (*Acipenser schrenckii*) [11].

Род осетров на территории Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна включает в себя стерлядь, белугу, русского осётра и севрюгу. На данный момент, в связи с низкой численностью, все виды осетровых рыб, относящиеся к Азово-Черноморскому бассейну потеряли статус промысловых объектов [9, 24].

1.3 Ареал обитания

Из всех осетровых рыб стерлядь имеет самый широкий ареал обитания. Стерлядь является исключительно пресноводной рыбой, что является её отличительной особенностью, по сравнению с другими представителями семейства осетровых. *Acipenser ruthenus* обитает в бассейнах Азовского, Чёрного, Каспийского, Балтийского, Белого, Баренцева, Карского морей (Рис. 1).



Рис. 1. Ареал распространения *Acipenser ruthenus*

Исторически, рыба приурочена к местам с быстрым течением и большой глубиной, является донной рыбой. Живёт и нагуливается она в реках и водохранилищах, спускается вниз по течению исключительно до устьевых участков рек, в море не заходит. Стерлядь наиболее многочисленна в речных бассейнах Волги, Камы, Дуная, Оби, Енисея, Северной Двины. Также встречается в Онежском и Ладожском озерах. Акклиматизирована в реке Печора [6]. По Решетникову в реках Днестр, Днепр и Дон популяция сильно сократилась [11]. В реке Кубань стерлядь исторически была немногочислена из-за особенностей гидрологического режима и, на данный момент, популяция Кубанской стерляди полностью утрачена, а ныне обитающие там особи, являются реакклиматизированными [32].

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне стерлядь распространена в реках Дон и Кубань - основных нерестовых реках. В Азовское и Черное моря стерлядь не заходит.

Зарегулирование стока нерестовых рек: Дона (1952 г.) и Кубани (1973 г.) постепенно привело к практически полной утрате естественного нереста, поэтому в течение последних десятилетий прошлого века запасы азовских осетровых рыб формировались главным образом за счёт искусственного воспроизводства [43].

1.4 Морфологические особенности

Все виды осетровых имеют относительно сходный внешний облик и общий план строения. Веретенообразную форму тела с пятью рядами костных пластинок — «жучки», нижний рот и гетероцеркальный хвостовой плавник. У верхнего края жаберной крышки находится небольшое отверстие — брызгальце. В сердце имеется артериальный конус, а в кишечнике спиральный клапан [11].

Стерлядь является самым мелким представителем осетровых [11]. Голова имеет треугольную форму, вытянутая, покрыта сверху костяными щитками. Рыло коническое, на его нижней стороне есть ряд из бахромчатых усиков [35]. Рот небольших размеров расположен на нижней стороне головы, нижняя губа прервана. Окрас в области спины от тёмно-серого до серовато коричневого, постепенно становится светлее на боках и в области брюха меняется до серовато белого; плавники серые [11]. Цвет стерляди изменяется в зависимости от местности, и бывает то желтее, то темнее [61].

Установлено, что окраска тела у осетровых рыб, схожая с субстратом в мутной водной среде, является высокоэффективной стратегией защиты от хищников [34].

У стерляди в настоящее время выделяют существование двух морф: одна с длинным и остроконечным рострумом, другая — с коротким и более тупым. Предполагают, что для них характерны различия в репродуктивном

поведении (временное разделение при нересте) [34].

Стерлядь *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758) отличается от других видов большим числом боковых (от 56 до 71), спинных (от 11 до 18), брюшных (от 10 до 20) жучек. В спинном плавнике у неё насчитывается от 32 до 49 лучей, в анальном — от 16 до 34 лучей. Число жаберных тычинок на первой жаберной дуге находится в пределах от 16 до 21, более притупленные спинные жучки, усики длиннее и тоньше, бахромки короче и более темная окраска тела (Рис. 2) [11].

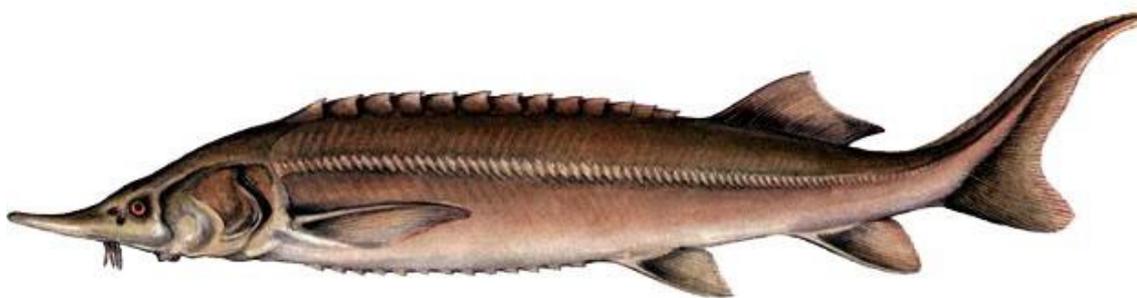


Рис. 2. Стерлядь *Acipenser ruthenus* [36]

1.5 Питание

В естественных условиях стерлядь всю зиму проводит не питаясь, в малоподвижном состоянии, скапливаясь на глубоких участках рек в зимовальных ямах. Там же может развиваться молодь, а из-за гидродинамической тени рыба может находиться в яме круглогодично.

Перед зимой у рыбы идёт нагул на русловых участках реки и свалах ям с глинистым или каменистым дном на больших глубинах (6–10 м). Помимо глубины для стерляди ещё важны такие условия, как свойства дна и воды, которые обуславливают различия в цвете и даже вкусе рыбы. *Acipenser ruthenus* предпочитает песчаное дно, чистую, прохладную и в меру быстротечную воду. Старается держаться у дна на глубоких участках реки [11].

Значительную роль в питании стерляди играют беспозвоночные —

бентос и зооперифитон, то есть личинки водных насекомых, черви, моллюски, икра других рыб, а также различные микроорганизмы, свободноживущие, входящие в перифитон или поселяющиеся на упавших в воду деревьях. В процессе онтогенеза, с увеличением длины тела в составе рациона увеличивается доля моллюсков [11, 34].

До трёхлетнего возраста стерлядь питается преимущественно личинками хирономид и ручейников, амфиподами и пиявками, включая зоопланктон и микрозообентос [34].

Питание стерляди проходит преимущественно в ночное время суток, активность зависит от температуры воды: показатель интенсивности питания максимально возрастает с прогревом воды выше 10–12 °С, а снижается при осеннем похолодании [11].

Стоит отметить, что на голове у осетровых рыб имеются электрорецепторы (ампулы Лоренцини), которые считаются чувствительными к слабым электрическим полям в водных средах и используются рыбами для поиска кормовых объектов, при этом данную особенность особи осетровых задействуют также во время нереста и миграций. Вместе с этим для поиска корма осетровые активно используют и хеморецепцию [34].

В искусственных условиях стерлядь питается гранулированным кормом, но приучается к нему, только если выращивалась на нем с личиночной стадии. Взятые особи из реки не переходят на питание искусственными кормами [11].

1.6 Размножение

Половая зрелость у самцов и самок наступает в различные периоды. Самец созревает в возрасте 4–5 лет, самки же по достижению 5–7 лет.

К местам нереста и нагула особи стерляди перемещаются при весеннем вскрытии рек и температуре воды 1,8–2,0 °С, наибольшая миграционная активность отмечена при повышении температуры воды до 4–7 °С.

Нерестовые участки расположены на галечниково-песчаных грунтах с быстрым течением, на глубине от 7 до 15 м [34].

Размножается с апреля по июнь, то есть в конце весны. Нерест происходит при температуре воды 10–15 °С. Икра тёмная и клейкая, абсолютная плодовитость стерляди колеблется в широких пределах — от 4000 до 140000 икринок [32]. Рабочая плодовитость самок по Афанасьеву и Шурухину, в среднем, составляет от 7500 до 29000 икринок. Диаметр ооцитов 2–3 мм, масса 8–9 мг. Развитие в зависимости от температуры воды колеблется от 4 до 9 дней [11]. Икрометание у молодых особей бывает ежегодно, а в старшем возрасте, в среднем, раз в 2–3 года [32]. Продолжительность жизни стерляди от 22 до 27 лет, предельный возраст может достигать 30 лет [11].

1.7 Жизненный цикл

Эмбриональное развитие

Эмбриональный период развития осетровых рыб состоит из 5 этапов в 36 стадий:

1 этап — Оводнение икринки и появление бластодиска (1–3 стадии).

2 этап — Дробление бластодиска до бластулы (4–12 стадии).

3 этап — Образование зародышевых пластов — гастрюляция (13–18 стадии).

4 этап — Дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (19–28 стадий).

5 этап — Развитие зародышей от начала пульсации сердца до вылупления (29–36 стадии) [13].

Постэмбриональное развитие (36–45 стадии)

Предличиночный период

Происходит массовый выход из яичевых оболочек. Прорывается ротовое отверстие и происходит формирование желудочно-кишечного тракта

и дыхательной системы. Формируется сейсмодатчик, а то есть боковая линия, хеморецепция, органы обоняния, органы вкуса, слух (ориентация в пространстве и 3 полукружных канала). Происходит обособление плавников. Массовый выброс пигментных пробок — личинка стерляди начинает приобретать цвет. Питание — эндогенное, то есть остатками желтка [13].

Личиночный период

1 этап — Смешанное питание.

Питание у зародышей смешанное, этап длится 3 дня, анальное отверстие замкнутое, у личинок сформированное. Меланин, имевшийся в кишечнике зародыша, выделен. Дыхание становится наружно-жаберным. Рот нижний, перед ним четыре усика. Голова большая, рыло постепенно становится заостренным. Плавниковая кайма на месте непарных плавников обособляется. Хвостовой плавник большой, гетероцеркальный. Вдоль спинного края плавниковой складки начинают появляться бугорки — зачатки жучек. Сначала они ещё не выходят за пределы складки. На верхней челюсти закладываются зубы.

2 этап — Экзогенное питание.

Желточный мешок полностью резорбировался, питание экзогенное. Рот личинки при открывании выдвигается, но ротовой трубки, типичной для более позднего малькового этапа еще нет.

Увеличивается число и длина жаберных лепестков. Жаберная крышка разрастается, покрывая собой наружные жаберные лепестки почти до трети их длины. Образовался спиральный клапан. Длина личинок 21 мм [13].

Мальковый период

Личиночные плавниковые складки резорбируются. Вентральная поверхность туловища малька становится плоской, имеются ряды спинных, боковых и брюшных жучек. На голове развиваются покровные типы. Жучки

и костные пластинки образуют на теле малька защитный и колючий панцирь. Жаберные крышки разрастаются, полностью прикрывая жаберные лепестки. В отличие от личинок челюсти малька не имеют зубов. Зубы исчезают тогда, когда жаберные крышки начинают функционировать как всасывающий аппарат. При этом утрачивается необходимость удерживать добычу зубами. Питание бентосом [13].

Критические стадии в эмбриогенезе

Организм на определенных стадиях развития неодинаково реагирует на одни и те же воздействия внешней среды. Периоды повышенной чувствительности совпадают с периодами дифференцировки, то есть качественными изменениями, а периоды пониженной чувствительности с периодами роста — количественными изменениями. Критические стадии — это этапы повышенной чувствительности к различным внешним воздействиям, в них наблюдается повышенный процент гибели. У стерляди, как у весеннерестующихся рыб, непосредственно после оплодотворения следует период высокой чувствительности, со стадии 16–32 бластомеров чувствительность падает и вновь повышается перед началом гаструляции (12-я стадия). Гаструляция проходит при пониженной чувствительности, которая с началом формирования эмбриона резко повышается, это совпадает с закрытием бластопора (18-я стадия). На этой стадии чувствительность эмбрионов повышается в начале образования хвостового отдела (25-я стадия) и перед вылуплением (Рис. 3) [14].



Рис. 3. Жизненный цикл стерляди

Глава 2. Современное состояние аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне

Активный вылов стерляди в конце XX в., разрушение мест её обитания, загрязнение и многие другие факторы антропогенного характера привели к тому, что сейчас данный вид находится на грани исчезновения. Единственным способом восстановления популяции и получения продукции стерляди является искусственное разведение. Поэтому аквакультура приобрела важнейшее значение не только с экономической точки зрения, но и стратегическое государственное значение для сохранения данного вида. К концу XX – началу XXI века искусственное воспроизводство стало играть ключевую роль в формировании запасов стерляди [9].

Между аквакультурой в целях воспроизводства и товарной аквакультурой существует корреляция. Осетроводство напрямую зависит от количества рыбопосадочного материала, то есть от наличия производителей. Поскольку в последние годы доместикацию стерляди практически не проводят из-за низкой численности и экономической нецелесообразности, то все виды аквакультуры стерляди напрямую завязаны с наличием и содержанием ремонтно-маточного стада (РМС).

Для того, чтобы товарная аквакультура развивалась, нужно обладать большим количеством производителей, что возможно лишь при искусственном воспроизводстве, то есть при восполнении численности популяции стерляди в естественном ареале обитания.

Также, есть обратная зависимость. Чем больше товарных предприятий, тем больше товарной продукции производится. Соответственно, тем меньше на нее цена, и тем меньше будет осуществляется нелегальный промысел, ведь спрос на браконьерский продукт упадет, когда цены лицензированных компаний станут более доступными.

Из всех осетровых рыб, стерлядь наиболее часто разводится как в целях воспроизводства, так и в целях товарной аквакультуры. Этому способствует несколько причин.

В первую очередь, по сравнению с другими осетровыми, стерлядь имеет самое раннее половое созревание и меньшую продолжительность гаметогенеза. Также, у стерляди достаточно большой процент повторно нерестящихся особей. Из этого следует большее количество получаемой продукции, рыбопосадочного материала и производителей. Например, в Азово-Черноморском ФГБУ «Главрыбвод» в 2021 и 2022 гг. выпуск стерляди достиг рекордных показателей, и составил 62,4 и 64,4 % от общего числа осетровых, выпускаемых в бассейн реки Кубань [24].

2.1 Общая характеристика Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна

Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн включает в себя Черное и Азовское моря с бассейнами впадающих в них рек и все водные объекты рыбохозяйственного значения Республики Адыгея, Донецкой Народной Республики, Республики Калмыкия (за исключением Каспийского моря с бассейнами впадающих в него рек), Карачаево-Черкесской Республики, Республики Крым, Луганской Народной Республики, Краснодарского и Ставропольского краев, Волгоградской (бассейн реки Дон), Воронежской, Запорожской, Липецкой, Ростовской, Саратовской (бассейн реки Дон), Тульской (бассейн реки Дон) и Херсонской областей, города федерального значения Севастополя, за исключением прудов, обводненных карьеров, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации, муниципальной и частной собственности [1].

Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн находится в климатической зоне умеренного пояса. Область преимущественно относится к атлантико-континентальной европейской (степной) климатической зоне. На юге бассейна присутствует горная область Большого Кавказа [49].

Для данной климатической зоны характерна средняя январская температура $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$; средняя июльская $+24\text{ }^{\circ}\text{C}$ на юге. Осадков выпадает от 800–850 мм. Большая часть осадков приходится на тёплый период [62].

На севере рыбохозяйственного бассейна (Тульская область) средняя температура колеблется от $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$; на юге (Краснодарский край) от $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ [57]. Абсолютный максимум температур $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для данной области умеренно-континентального климата характерны смешанные леса и лесостепи с достаточным увлажнением. Годовая величина испаряемости — 800–1000 мм. Среднее давление 1012–1021 мбар над уровнем моря [48].

Большая часть Азово-Черноморского бассейна располагается на Восточно-Европейской равнине, в западной части бассейна, приуроченного к Азовскому морю, находится Кубано-Приазовская низменность. На юге располагаются горы Большого Кавказа [63], которые ограничивают проникновение в южную область бассейна тропических воздушных масс. С севера и востока область Азово-Черноморского бассейна открыта арктическим и континентальным воздушным массам [30].

Водообеспеченность территории: на севере (область бассейна реки Дон) 50–100 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 км^2 , на юге (область бассейна реки Кубань) 150–200 тыс. $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 км^2 . Ресурсы речного стока составляют 0,21–0,38 $\text{км}^3/\text{км}^2$

Разведанные эксплуатационные запасы подземных вод составляют 1,0–3,0 млн $\text{м}^3/\text{сутки}$ на севере рыбохозяйственного бассейна и 3,0–5,0 млн $\text{м}^3/\text{сутки}$ на юге, что является одним из наиболее высоких показателей в России (после Московской области) [45].

Из этого можно сделать вывод, что исследуемый бассейн является перспективным для развития рыбоводства, поскольку обладает большими запасами подземных вод, в дополнение к ресурсам речного стока.

Общая характеристика рек Кубань и Дон

Река Кубань образуется от слияния рек Учкулан и Уккулан, вытекающих из ледников Эльбруса на высоте 2970 м, впадает в Темрюкский

залив Азовского моря. Протекает она в широтном направлении — с востока на запад [20].

Основные притоки Кубани — Теберда, Малый Зеленчук и Большой Зеленчук, Уруп, Лаба, Белая, Пшиш, Псекупс и Афипс (левые). Всего в бассейне реки 14,5 тыс. водотоков, 1630 озёр, 467 ледников [54].

Кубань относится к рекам с продолжительным весенне-летним половодьем (март – сентябрь) смешанного происхождения и дождевыми паводками значительной высоты в течение всего года. Питание река Кубань получает смешанное: дожди — 38 % годового стока, грунтовые воды — 36 % и ледниково-снеговое питание — 26 %. Половодье длительное, весенне-летнее (с марта по сентябрь) [2].

Общая длина реки — 870 км, площадь бассейна 57900 км². Ширина реки от 100 до 350 м, глубина — 3–5 м [20]. Наибольшая ширина – 9 км в Краснодарском водохранилище. Его площадь 420 км²; средняя глубина — 5,5 м; максимальная глубина — 20 м у плотины [52]. Вследствие значительного уклона обладает быстрым течением — 2 м/сек, в паводковый период скорость течения достигает 3,5 м/сек, в межень — 0,4–0,6 м/сек [20]. Диапазон колебания уровней воды в реке в течение года в среднем — от 1,4 м в верхнем течении до 4,5 м в нижнем. Период с ледовыми явлениями в верховьях Кубани обычно длится с начала декабря до середины марта, в низовьях — с конца декабря до конца февраля. Общая продолжительность ледостава 30–50 суток, ледохода 10–20. Река Кубань впадает в Азовское море и образует дельту площадью около 4300 км². Общий сток Кубани в море составляет около 11,0 км³ в год.

Сток реки Кубань и её притоков регулируют 40 водохранилищ и 9 крупных гидроузлов, вследствие чего гидрохимический режим реки изменён. Забор воды на хозяйственные нужды составляет 10,8 км³/год, сброс использованных вод в речную сеть 5,9 км³/год, в том числе 0,7 км³ без очистки или недостаточно очищенных. Начиная от города Усть-Лабинска, река является судоходной.

В реке Кубань стерлядь исторически была немногочислена из-за быстрого течения. [9]. Последний случай поимки стерляди в Кубани (до ее реакклиматизации) относится к 1940-м годам. В 1998 г. была начата реакклиматизация стерляди в Краснодарском водохранилище. Поднимается в верховья р. Кубани (до Кропоткина и Невинномысска) и скатывается в низовья (встречается в устьях Кубани и Протоки). Популяция стерляди, формируемая в бассейне р. Кубани, является самой южной во всем ареале вида [54].

Река Дон берёт начало на северной окраине Среднерусской возвышенности (Тульская область, город Новомосковск; ручей Урванка) на высоте 179 м; впадает в Таганрогский залив Азовского моря. Течение реки направлено с севера на юг [44].

Основные притоки Дона: Непрядва, Красивая Меча, Сосна, Чёрная Калитва, Северский Донец (правые), Воронеж, Битюг, Хопёр, Медведица, Иловля, Сал, Маныч (левые). Всего в бассейне реки Дон около 13 тыс. водотоков общей длиной свыше 90 тыс. км и 9,7 тыс. озёр.

Дон относится к рекам с хорошо выраженным весенним половодьем (март – июнь) и довольно низкой летне-осенней (июль – ноябрь) и зимней (декабрь – февраль) меженью. Преимущественным источником питания являются талые снеговые воды (около 70 %), при сравнительно небольшом грунтовом и дождевом.

Длина 1870 км, площадь бассейна 422 тыс. км². Глубина реки Дон, в верхней и средней ее части, колеблется от 2 до 6 метров, в нижней до 25 метров [46]. Средняя ширина — 70–120 м [60]. На нижнем отрезке течения находится Цимлянское водохранилище. Оно имеет площадь около 2700 квадратных километров и максимальную ширину около 38 километров, средняя глубина водохранилища составляет около 25 метров. Скорость течения воды в среднем 0,5 м/с.

Диапазон колебания уровней воды в реке в течение года в среднем 3–7 м. Среднегодовой объём стока 28,1 км³. Ледостав обычно длится от 140 дней в верховье, до 30–80 дней в низовье, продолжительность весеннего ледохода 5–9 дней. Площадь дельты Дона составляет около 538 км² [46].

Сток Дона и его притоков регулируют 647 водохранилищ. Забор воды на хозяйственные нужды на территории России составляет 4,02 км³. Сток Нижнего Дона зарегулирован Цимлянским, Николаевским, Константиновским и Кочетовским гидроузлами. Сброс сточных вод около 4,9 км³, которые являются недостаточно очищенными Судоходен от г. Лиски (1355 км) [47].

Сокращение численности стерляди в реке Дон связано, в первую очередь, с нерациональным ведением промысла. В начале 20 века рыба уже потеряла свое промысловое значение с низовьях Дона, сохраняя лишь в верховьях реки Дон – притоки Медведица и Хоппер. В последний раз в реке Дон стерлядь официально вылавливали в период 1950-1970 гг в объеме около 0,4 т. На данный момент, промышленный вылов в реках данного бассейна строго запрещен [9]. Второй проблемой, также как и в реке Кубань, являлось зарегулирование стока реки (строительство Цимлянского гидроузла (1952 г.) Численность популяции стерляди, обитающей в р. Дон, сократилась настолько, что поддерживалось лишь существование этого вида. Данные экспедиционных исследований, проводимых Азово-Черноморским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») в 2010-2022 гг., свидетельствуют о том, что в настоящее время молодь стерляди регулярно отмечается в нижнем течении р. Дон [12].

2.2 Аквакультура в целях воспроизводства. Осетрово-рыбоводные заводы Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне действуют два филиала ФГБУ «Главрыбвод», занимающиеся преимущественно воспроизводством осетровых видов рыб: Азово-Черноморский и Азово-

Донской филиалы ФГБУ «Главрыбвод».

На данный момент, в целях воспроизводства стерлядь выращивают на четырёх заводах в Азово-Черноморском ФГБУ «Главрыбвод» (Рис. 4) и на двух в Азово-Донском филиале ФГБУ «Главрыбвод» (Рис. 5), подведомственных Росрыболовству.



Рис. 4. Заводы Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» осуществляющие воспроизводство стерляди

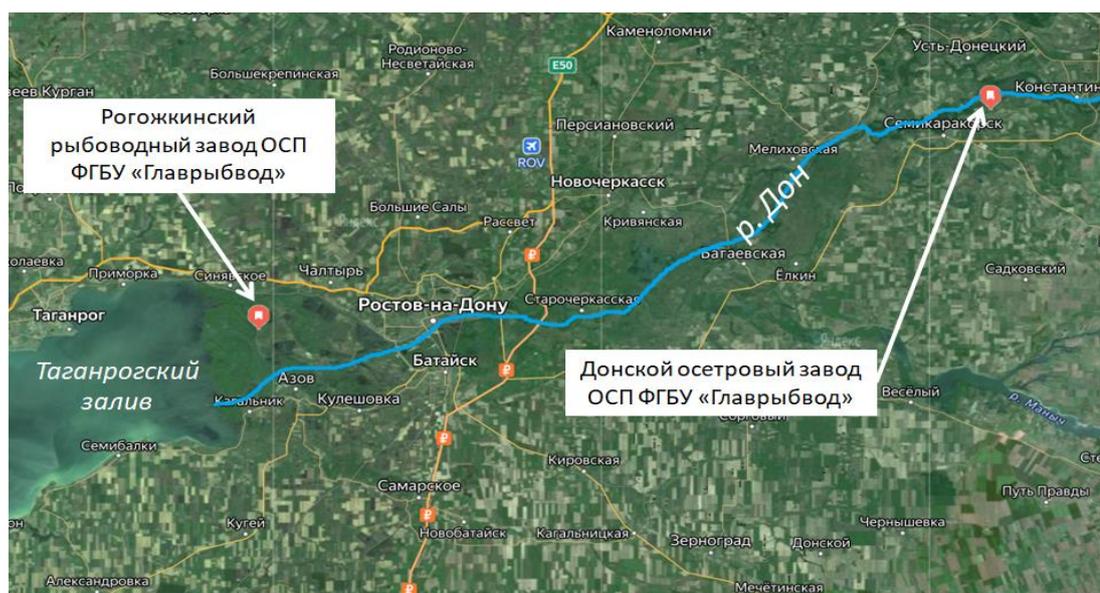


Рис. 5. Заводы Азово-Донского филиала ФГБУ «Главрыбвод» осуществляющие воспроизводство стерляди

Азово-Черноморский филиал ФГБУ «Главрыбвод» включает в себя:

– Адыгейский осетрово-рыбоводный завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»;

Предприятие было создано в 1975 году. Ориентирован на выращивание осетровых видов рыб [40], преимущественно стерляди. Выпуск осуществляется в реку Кубань. Проектная мощность завода 12 млн. шт. молоди осетровых, что является самым высоким показателем, среди всех остальных заводов Азово-Черноморского района [24].

На ОРЗ выращивают производителей и ремонт стерляди, осетра русского и ремонт севрюги [24]. Помимо осетровых завод занимается воспроизводством белого амура и белого толстолобика [38]. Также, завод обладает огромными прудовыми площадями: площадь территории завода: $2\,016\,300\text{ м}^2 = 201,63\text{ га}$. В 2008–2014 годах завод находился в состоянии процедуры банкротства, возобновил работу в 2016 году. Выпуск стерляди на 2022 год составил 236 270 экз. [24].

– Ачуевский осетровый рыболоводный завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»;

Осетровый завод был организован на основе рыболоводной станции по разведению молоди частичковых рыб в 1950-е годы. Рыбоводный завод перешел на выращивание молоди осетровых с 1956 года. В дальнейшем, производственные мощности увеличивались, за счет расширения предприятия [40]. Проектная мощность по выпуску молоди осетровых (1952 г.) — 0,7 млн экз. На заводе осуществляются выпуски молоди стерляди и осетра русского в р. Протока [24].

На ОРЗ (осетрово-рыбоводный завод) содержатся производители и ремонт стерляди, ремонт осетра русского. На заводе отсутствуют цеха длительного выдерживания, и рыба из числа РМС круглогодично содержится в прудах и бассейновом цехе [24]. На Ачуевском ОРЗ постройка выростных прудов невозможна из-за ракушечных, фильтрующих грунтов, вследствие этого выращивание молоди проводится бассейновым методом (86 круглых бассейнов для подращивания мальков осетровых) [32, 40]. Выпуск стерляди на 2022 год составил 156619 экз. [24].

– Гривенский осетровый рыболовный завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»;

Рыбоводный завод введен в эксплуатацию в 1972 году. Основной вид деятельности предприятия – воспроизводство стерляди, белуги, русского осетра и севрюги [40]. Проектная мощность (1972 г.) — 6,0 млн экз. и, на данный момент, имеет самую высокую фактическую производственную мощность (около 5,0 млн экз.). Выпуск производится преимущественно в р. Протоку [24].

Содержится РМС белуги, осетра русского, севрюги, стерляди, а также за счёт приносящей доход деятельности содержатся не участвующие в процессе искусственного воспроизводства особи шипа, сибирского осетра и гибридов осетровых [24]. Выращивание осуществляется комбинированным методом: молодь выращивается бассейновым методом, а затем переводится в пруды [53]. На ОРЗ также отсутствуют цеха длительного выдерживания и РМС круглогодично содержится в земляных садках и садках куринского типа. Выпуск стерляди на 2022 год составил 2 579 937 экз. [24].

– Темрюкский осетровый рыболовный завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»;

Завод был создан после строительства гидроузлов в 1964 г, на основе рыболовной станции (1952 год), которая была ориентирована на разведение частичковых рыб (судак, лещ, тарань). Сейчас он ориентирован на выращивание осетровых видов рыб [40]: стерляди, осетра русского и севрюги. Выпуск осуществляется в реку Кубань. Проектная мощность (1967 г.) — 6,2 млн экз. [24].

На рыболовном заводе содержится РМС стерляди, осетра русского, севрюги, ремонт белуги, сибирского осетра и гибридов осетровых [24]. На заводе функционирует цех длительного выдерживания производителей. После получения половых продуктов и инкубации икры молодь подращивается в бассейновом цехе (более 300 бассейнов ИЦА-2), а затем переводится в выростные пруды (33 пруда общей площадью 66 га) с дальнейшим выпуском в Кубань [40]. Выпуск стерляди на 2022 год составил

1 688 724 экз. [24].

Азово-Донской филиал ФГБУ «Главрыбвод» включает в себя 2 завода:

– Донской осетровый завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»;

Завод был введен в эксплуатацию в 2001 г. Завод специализируется на выращивании стерляди, осетра русского, севрюги, белуги, осетра ленского, шипа, веслоноса. Выпуск стерляди, осетра русского, севрюги и белуги осуществляется в реку Дон. Мощность завода — 8,04 млн шт. подрощенной молоди осетровых [39]. Присутствует цех длительного выдерживания производителей. На заводе находятся выростные пруды, летне-маточные пруды и садки куриного типа; общая площадь прудов 290 га. Выращивание молоди стерляди осуществляется комбинированным методом. Выпуск стерляди на 2022 год составил 0,075 млн экз. [12].

– Рогожкинский рыболовный завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»:

Дата ввода в эксплуатацию 1955 год, как компенсационный объект при строительстве Цимлянского гидроузла, размещается на правом берегу дельтовой части Дона и канала, соединяющего гирло реки Большая Кутерьма с ериком Лагутник, в 12 км от устья [39]. Проектная мощность осетрового завода — 8 млн. шт. осетровой молоди. Исторически, завод занимался воспроизводством русского осетра, а также сазана, леща, судака. На производстве находится бассейновый цех (300 бассейнов ИЦА-2), 4 водоёма общей площадью 415 га; 55 прудов — 112 га; 2 отстойника — 1,5 га. Основным источником водоснабжения служит протока — Большая Кутерьма [39].

В настоящее время осетровый инкубационный цех не работает, искусственное воспроизводство осетровых на предприятии невозможно. Современная деятельность РРЗ заключается в бассейновом методе подращивания личинки стерляди, получаемой на Донском осетровом заводе ФГБУ «Главрыбвод»; искусственном воспроизводстве и прудовом подращивании до определённой навески молоди сазана, белого толстолобика

и белого амура [27]. Работы по воспроизводству стерляди были возобновлены в 2013 году [39]. Молодь выпускается в р. Дон (ниже Цимлянского гидроузла) [27]. Выпуск стерляди на 2022 год составил 1,12 млн экз. [21].

– Аксайско-Донской рыбоводный завод ОСП ФГБУ «Главрыбвод»;

Завод построен в 1956 году. Предприятие специализируется преимущественно на выращивании молоди рыбца [39]. В 2018 году было принято решение о реконструкции завода и строительство нового цеха для производства 4 млн шт. осетровых [43]. На данный момент, на базе завода планируется строительство стерляжьего комплекса, что даст возможность выпускать молодь стерляди 0,4 млн. штук. Будут построены бассейновый цех выращивания молоди, пруды площадью более 100 га и участок содержания маточного стада [39].

Ниже представлены данные по проектным мощностям (Таблица 1), объёмам выпуска стерляди за 2019-2022 год (Таблица 2) и характеристикам РМС стерляди (Таблица 3) по всем заводам ФГБУ «Главрыбвод» Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Таблица 1.
Проектные мощности осетровых рыбоводных заводов
Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна ФГБУ
«Главрыбвод», млн экз. [24, 28]

Наименование завода					
Азово-Донской бассейн		Азово-Черноморский бассейн			
Донской	Рогожинский	Адыгейский	Ачуевский	Гривенский	Темрюкский
8,04	8,0	12,0	0,7	6,0	6,2

Таблица 2.

Объёмы выпуска молоди *Acipenser ruthenus* рыболоводными заводами Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна ФГБУ «Главрыбвод» 2019–2022 гг., экз. [24, 28]

Наименование завода							
Азово-Донской бассейн			Азово-Черноморский бассейн				
Донской	Рогожинский	Всего	Адыгейский	Ачуевский	Гривенский	Темрюкский	Всего
2019							
768000	300000	1068000	423064	0	214603	771950	3409617
2020							
–	2000000	2000000	330040	752365	1537897	487936	3108238
2021							
330000	2230000	2560000	845209	419980	1782014	1346985	4394188
2022							
75000	1120000	1195000	236270	156619	2579937	1688724	4661550

Таблица 3.

Характеристики РМС рыболовных заводов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна ФГБУ «Главрыбвод» [24, 28]

Наименование завода	Производители		Ремонт
	Самки	Самцы	
	N, экз.	N, экз.	N, экз.
Азово-Черноморский бассейн			
Адыгейский	679	148	1929
Ачуевский	92	27	469
Гривенский	2323	1361	2726
Темрюкский	595	256	4912
Азово-Донской бассейн			
Донской	507	493	840
Рогожинский	–	–	–

Помимо заводов, подведомственных ФГБУ «Главрыбвод», также есть частные, осуществляющие выпуск стерляди на средства от компенсационных мероприятий. Например, ООО «Динской рыболовный завод» в 2015 году выпустил 0,058 млн шт. стерляди реку Кубань в районе станицы Васюрипская [29].

2.3 Товарная аквакультура Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна

Помимо заводов по воспроизводству стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне также существуют предприятия, занимающиеся товарной аквакультурой. При помощи производственной карты России были обозначены три завода, производящих продукцию стерляди в описываемом бассейне [59].

Осетровое хозяйство «Богус» (BOHUS) является производителем чёрной икры и осетровых рыб. Помимо стерляди объектами аквакультуры на хозяйстве являются севрюга, белуга, осетр русский, осетр сибирский. На 2023 год, ремонтно-маточное стадо составляют, помимо стерляди, русско-ленский осетр и севрюга. Ферма расположена в республике Адыгея. г. Тахтамукай. Открытие предприятия осуществилось в 2014 году. Икру стерляди начали реализовывать с 2018 года. Выращивание осуществляется в бассейнах. 16 бассейнов в помещениях и 23 под открытым небом. Система водоснабжения проточная: 14 скважин с артезианской водой и река Марта. В сумме на предприятии 45 тонн осетровых пород. Икру получают прижизненным (дойным) методом. Хозяйство осуществляет кормление осетровых гранулированными кормами и подкармливает планктонными организмами.

Предприятие осуществляет продажу чёрной икры стерляди. Основная продукция: 56 г стоит 2200 рублей, 113 г — 4300 рублей и 220 г — 8350 рублей соответственно (100 грамм стоит 3800 рублей). На данном предприятии за 2020 год было реализовано 45 тонн осетровых пород, но для стерляди в статистике не учитывалась [56].

Рыбоводческая компания «Азовский берег» находится в городе Таганроге. Компания имеет рыбоводческий комплекс на территории Ростовской области. Производство и рыбоводческий комплекс размещен на территории Астраханской области и Ростовской области. В основном, специализируется на стерляди, но также есть продукция русского остера,

ленского осетра и белуги. Способ получения икры дойный и забойный. Выращивание осуществляется в бассейнах, в условиях УЗВ.

Предприятие осуществляет продажу стерляжьей икры, живой рыбы и рыбопосадочного материала. Цены на икру: 50 г — 2500 рублей, 100 г — 5000 рублей, 500 г — 5000 рублей. Цены на рыбопосадочный материал: 50 г — 290 р./шт. 20 шт. в кг, более 1 кг 2500 р./шт. — 1 шт. в кг [41].

ООО "АНПКФ "Аквалайф". Фирма находится в городе Таганрог, Ростовский области. На базе рыбоводческих комплексов в 2007 году введен в эксплуатацию сертифицированный цех по фасовке чёрной икры.

Компания занимается выращиванием рыб осетровых пород и производством черной икры. На сегодняшний день компания предлагает икру стерляди, осетра и бестера. Выращивание осуществляется в условиях УЗВ. Цена на продукцию: 50г — 2500 рублей, 100 г — 4200 рублей, 500 г — 20000 рублей [55].

Географическое расположение вышеперечисленных заводов, специализирующихся на товарной аквакультуре представлено на рисунке ниже (Рис. 6).



Рис. 6. Географическое расположение заводов «Азовский берег», «Аквалайф», «Богус»

Таким образом, в формате товарной аквакультуры реализуют продукцию, в основном, в виде икры. Из трёх вышеперечисленных компаний рыбопосадочный материал продает только компания «Азовский берег». Такое соотношение напрямую связано со спросом на продукцию и относительно небольшим количеством производителей, ведь для продажи живой рыбы или мяса нужно реализовать взрослых особей, которые перспективно могли бы пополнить число РМС. Средняя стоимость стерляжьей икры по всем трем проанализированным заводам составляет 4350 тысячи рублей за 100 г (Рис. 7).

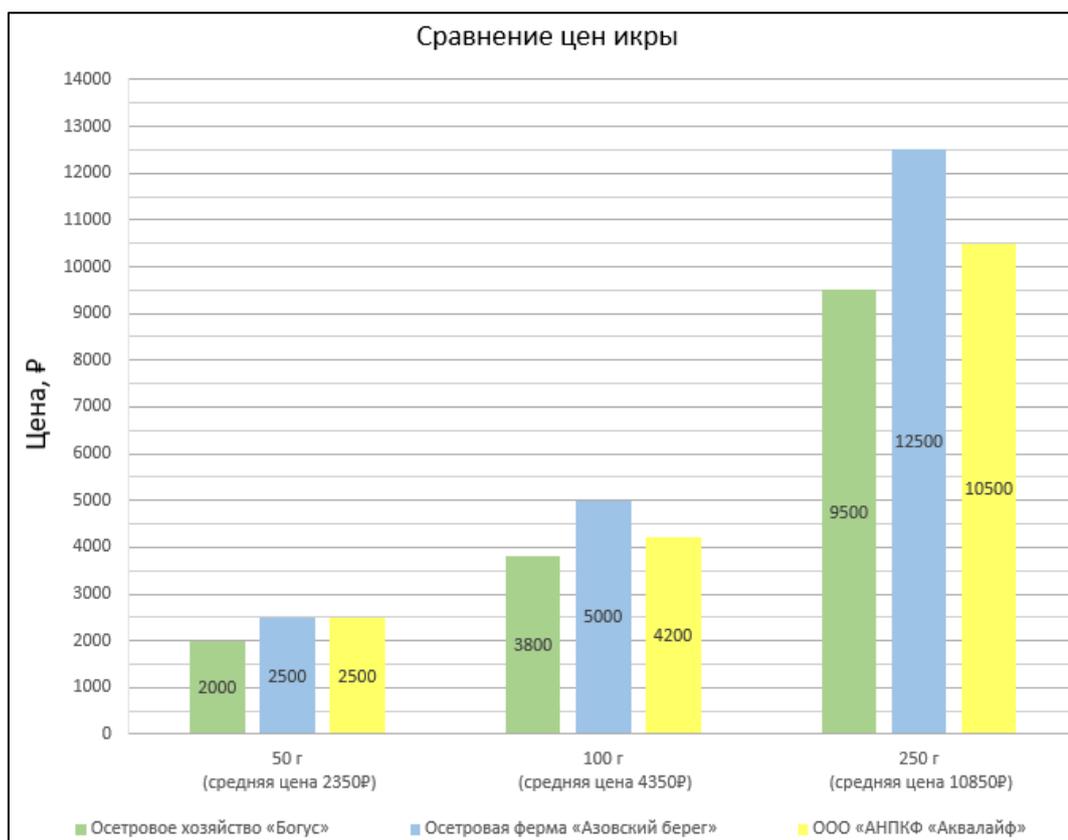


Рис. 7. Сравнение цен икры на предприятиях, занимающихся товарной аквакультурой

Цены на икру стерляди на 2025 год являются достаточно высокими, с учётом того, что средний прожиточный минимум по России составляет 17 733 рубля — на душу населения, а медианный доход за 2024 год по данным Росстата составил 59,2 тыс. рублей [5].

С учётом вышеперечисленных факторов, покупка икры стерляди является роскошью, которую может себе позволить не каждый гражданин РФ. Такая статистика приводит к тому, что люди начинают покупать чёрную икру у браконьеров, которые предлагают более низкие цены.

Высокая цена на стерляжью икру обусловлена несколькими факторами.

Во-первых — низкая численность стерляди. Несмотря на то, что рыбу активно воспроизводят, её по-прежнему недостаточно, для отмены запрета на вылов. Соответственно, всю продукцию нужно выращивать от икринки, что является затратным делом. Постройка цехов, закупка оборудования, в некоторых случаях, облагораживание прудовых площадей для содержания

товарной рыбы (часто используют УЗВ установки, которые потребляют большое количество электроэнергии).

Во-вторых — затраты на закупку рыбопосадочного материала и кормов.

В-третьих — на заводах может содержаться РМС стадо стерляди. В таком случае, нужны условия для длительного выдерживания производителей (постройка цехов и закупка соответствующего оборудования является крайне затратной) и дополнительная рабочая сила для проведения бонитировки и получения половых продуктов.

В-четвертых — на данный момент, Российский рынок не обогащен осетровой продукцией. Сертифицированных предприятий, легально занимающихся сбытом в России около 70, что не приводит к созданию конкуренции на рынке и предприятия не стараются снизить цену на свой продукт.

2.4 Описание технологических процессов и применяемого оборудования

Стоит отметить, что при выращивании в целях товарной аквакультуры предприятия могут не иметь собственные РМС стерляди и закупать рыбопосадочный материал на других предприятиях. При выращивании в целях воспроизводства, заводы, подведомственные Росрыболовству, чаще всего имеют на ОРЗ собственные ремонтно-маточные стада, для упрощения производственного процесса. К тому же, в последние десятилетия, заготовка диких производителей осетровых практически не осуществляется. Резюмируя, можно сказать, что технологический процесс для товарной аквакультуры и аквакультуры в целях воспроизводства имеет множество общих аспектов и некоторое количество различий, которые будут описаны ниже [24].

Отбор и выдержка производителей. Управление половыми циклами.

Подготовку производителей осетровых рыб к использованию можно разделить на несколько этапов:

1. Осенняя бонитировка;
2. Зимовка производителей;
3. Весенняя бонитировка;
4. Предварительное тестирование производителей;
5. Обеспечение соответствующих температурных режимов и сроков преднерестового выдерживания;
6. Тестирование производителей перед инъекцией гормональных препаратов;
7. Гормональная стимуляция нереста [32].

Осенняя бонитировка

Во время бонитировки проводят инвентаризацию племенных рыб, при снижении температуры воды до 12 °С. Бонитировка заключается в осмотре рыбы, оценивании ее морфометрических признаков: вес, длина, обхват тела, высота, толщина, вычисляют коэффициент упитанности, определяют прирост рыб за лето (в %). Также, происходит отбраковка травмированной и больной рыбы. На основе полученных данных формируют документ (ведомость), в котором, помимо вышеперечисленного, отмечают данные о соотношении полов в РМС, выживаемости, плодовитости, темпах роста [13]. Основываясь на данных бонитировки, отбирают самок и самцов, которые будут участвовать в нерестовой компании в предстоящем рыбоводном сезоне [10].

Зимовка производителей

Во время зимовки производителей содержат несколько месяцев при температуре 4–5 °С [10]. В период зимовки кормление осетровых рыб не осуществляется, что является важным условием для созревания гонад [32].

Зарыбление осуществляется при среднесуточной температуре воды не выше 8 °С. Поддерживается кислородный режим с 80–100 % насыщением воды кислородом за счет постоянной подачи воды. Плотность посадки— 28–30 кг/м³, расход воды — 0,4–1,2 л/с [10]. Перевод в нерестовый режим должен быть постепенным с суточным градиентом повышения температуры не более 1,5 °С для самок и 2–3 °С для самцов [31].

Для проведения зимовки используют бетонные или пластиковые бассейны, объемом более 40 м³ и глубиной не менее 1,5 м, а также земляные садки длиной — 35 м и шириной — 12 м и садки курицкого типа, длиной — 105 м и шириной — 17 м, или проточные бетонированные или земляные пруды площадью 1 000 – 4 000 м², которые могут быть разделены на секции сетчатыми перегородками для содержания рыб разного вида и пола . В зимовальных водоемах должен быть обеспечен постоянный водообмен, с полной заменой воды в течение 8–10 суток.

Весенняя бонитировка

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне проводят работу по получению потомства в целях воспроизводства в апреле–июне, следовательно, именно при весенней бонитировке определяется рыбное качество икры. Весенняя бонитировка проводится до наступления нерестовых температур, при условии, что рыба содержалась при естественной температуре [10].

При товарном выращивании сроки созревания могут быть не традиционными и регулироваться создаваемым температурным режимом в УЗВ и гипофизарными инъекциями.

Для оценки качества икры используют аппарат УЗИ, морфологическую оценку и метод биопсийных проб [10]. Последний является наиболее травматичным: извлечение через отверстие в брюшной стенке части ткани гонад с помощью щупа. Готовых к нересту самок определяют по значениям коэффициента поляризации ооцитов (степень смещения ядра к анимальному

поясу). Отбирают только производителей, гонады которых достигли IV стадии зрелости. Для самцов используют метод УЗИ-диагностики [32].

Во время бонитировки, самок, гонады которых не достигли за период зимовки IV стадии зрелости гонад, а также самок с резорбцией ооцитов отбраковывают и отсаживают на нагул [32].

Преднерестовое выдерживание производителей

Основным критерием для выбора режима преднерестового выдерживания зрелых самок зависит от степени поляризации ооцитов (Таблица П. 1). Для других групп самок является теплозапас, который рассчитывается в градусо-днях. При этом, чем менее зрелая рыба выдерживается, тем ниже должна быть температура и меньше градиент её повышения. Несоблюдение данного условия приводит к десинхронизации созревания ооцитов и, как результат — к снижению качества полученной икры [32].

При нерестовых температурах самцы становятся готовы к нересту раньше, таким образом, для сохранения репродуктивных качеств нужно содержать их при более низких температурах. В случае длительного содержания при нерестовых температурах самцы перезревают, то есть могут возникать проблемы с получением и качеством спермы [32].

Сроки созревания стерляди меняются в зависимости от условий содержания (Таблица 4).

Таблица 4.

Сроки созревания стерляди в различных условиях содержания, г. [28]

Вид рыбы	Самцы			Самки		
	Природные условия	Индустриальная аквакультура	Прудовая аквакультура	Природные условия	Индустриальная аквакультура	Прудовая аквакультура
Стерлядь	3–4	2	2–4	5–6	3–4	2–5

Гормональная стимуляция нереста производителей

Для стимуляции нереста стерляди применяются различные гонадотропные препараты. Чаще всего используют: ацетонированный гипофиз осетровых рыб; ацетонированный гипофиз карповых рыб; глицериновая вытяжка гипофизов осетровых рыб (ГГП); «Сурфагон» (GnRH α) — суперактивный аналог гонадотропинрелизинг-гормона млекопитающих.

Самок инъецируют дробно: доза препарата делится на равные части, вводимые рыбе с интервалом в 12 ч. Первая доза называется предварительной, последняя — разрешающей. Самцов инъецируют также дробно, дозу гипофизарного препарата уменьшают на 50 % относительно самок.

Инъекцию производят шприцом в спинную мышцу между спинными и боковыми жучками на уровне 2–4 спинной жучки. Нужно исключить попадание иглы и препарата в спинной мозг, крупные сосуды и жировые ткани. Опасно также слишком глубокое введение иглы (можно повредить спинной мозг или крупные сосуды).

Общая доза препарата зависит от температуры и массы рыбы (Таблица 5), а доля предварительной инъекции от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации.

Таблица 5.
Зависимость дозы гипофизарных препаратов от температуры

Температура, °С	АГП осетровых, мг/кг	АГП карповых, мг/кг	ГГП осетровых, л.е.	Коэффициент для «тощих» рыб	Временной интервал между инъекциями, час
От 10 до 12	4	6	10	0,95	14
От 12 до 14	3,5	5	8	0,9	12
От 14 до 16	3	4,5	7	0,85	10
Выше 16	2,5	3,5	6	0,8	8

Момент готовности самок, т.е. переход ооцитов в состояние овуляции, определяют надавливанием на брюшко при регулярном осмотре рыб или по

выпавшим на дно бассейна икринкам. После появления первых икринок массовая овуляция наступает через 1–1,5 ч [31].

Отбор зрелых половых продуктов

Отбор овулировавшей икры в условиях аквакультуры в настоящее время чаще всего осуществляют двумя методами. Заводской метод осуществляется после забоя рыбы. Происходит обескровливание, мытье рыбы и вскрытие брюшной полости для извлечения икры. На данный момент этот метод используется только в товарной аквакультуре, чтобы избежать потери производителей.

На заводах по воспроизводству рыбы используют метод Подушки С. Б., поскольку он является наименее травматичным для рыб. Происходит надрезание яйцеводов с последующим сцеживанием икры. В половое отверстие самки вводят скальпель и делают надрез длиной 1–2 см в каудальной части яйцеводов, открывая небольшое отверстие в брюшной полости, через которое и сцеживается икра. Такие раны легко переносятся рыбой, и она может быть использована для последующих нерестов многократно. Метод сцеживания используется редко, потому что получить всю икру не представляется возможным и происходит ухудшения качества икры в последних порциях, а метод «кесарева сечения» является крайне травматичным [32].

Сперму от самцов отбирают с помощью уретрального катетера, которой вводится в генитальное отверстие, соединённого со шприцом Жане объёмом 150 мл (1993). Использование шприца Жане позволяет отмерить нужное количество спермы и исключает попадание инородных жидкостей в эякулят. Хранят молоки при температуре не выше 3,0°C. [32].

Осеменение икры и подготовка её к инкубации

Осеменение и инкубацию икры производят в инкубационном цехе. Икру, полученную от одной самки, разделяют на 3–5 порций, осеменяя каждую спермой разных самцов. Это нужно для получения генетически-

разнокачественного потомства [32].

Осеменение икры осетровых проводят полусухим «русским» способом не позднее 10–20 мин. после взятия икры (данный метод позволяет избежать появления полиспермии) [10]. При данном способе в икру добавляют раствор спермы в воде в концентрации 1:200, после чего происходит перемешивание до приобретения клейкости икры (около двух минут). Соотношение может меняться в зависимости от количества в икре овариальной жидкости [32].

Обесклеивание икры осуществляется в аппарате АОИ или вручную путем перемешивания (голубой глиной, минеральным илом, тальком), что в последние годы реже, за счет трудоемкости. Аппарат же представляет собой конструкцию из пяти сосудов (объемом 11 л каждый), смонтированных на трубчатой раме (Рис. П. 1).

Обесклеивание осуществляется барботированием обесклеивающей жидкости и икры при помощи подаваемого снизу воздуха в течение 30 минут. Норма загрузки 10–15 кг икры. Можно обесклеивать икру рыб за счёт барботирования сжатым воздухом непосредственно в аппаратах Вейса, после чего аппараты переключаются на инкубацию икры [26].

Инкубация икры

Для инкубации икры осетровых могут использоваться различные аппараты: "Осётр", системы Ющенко, Вейса, Макдональда, которые обеспечивают равномерное омывания икры путем подъема её в толщу воды [32].

Для стерляди в последние годы чаще всего используют аппарат Вейса. Он состоит из набора по 10–40 шт. стеклянных сосудов, похожих на перевёрнутые бутылки (Рис. П. 2). В нижнюю часть сосуда под напором поступает вода, перемешивая икринки. Расход воды в аппарате 2–4 л/мин [26].

Во время инкубации следят за нормой закладки икры на инкубацию,

расходом воды, концентрацией кислорода, освещённостью, гидрохимическим и температурным режимом, удаляют неразвивающиеся икринки [32]. Также, в процессе инкубации для предотвращения сапролегниоза на проводят профилактическую обработку икры фиолетовым «К» [10].

Выращивание рыбопосадочного материала стерляди

В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне используют различные методы выращивания молоди стерляди. На большинстве заводов как в целях воспроизводства, так и в целях товарной аквакультуры, используют комбинированный метод выращивания. Это в первую очередь связано с тем, что данный рыбохозяйственный бассейн находится в ... рыбоводной зоне и климатические условия позволяют доращивать молодь и, в дальнейшем, содержать зрелую рыбу в прудах (реже в садках), используя естественную кормовую базу, в дополнение к закупаемым гранулированным кормам [24].

Технологический процесс выращивания молоди включает:

1. Выдерживание предличинок до начала смешанного питания;
2. Подращивание личинок;
3. Выращивание молоди [10].

Выдерживание предличинок.

Через 4–9 дней происходит вылупление предличинок стерляди массой 8–11 мг, длиной 8–9 мм. Из инкубационного аппарата их переносят в бассейны площадью 2–4 м², с плотностью посадки 7000 шт/м², глубиной 20 см, содержанием кислорода 7–9 мг, расходом воды 8–9 л/мин.

Подращивание личинок начинается после перехода на экзогенное питания (стадия 45) и происходит в течении 7–10 суток [26]. Увеличивается расход воды в бассейнах до 30 л/мин. Следует контролировать температуру

воды, во избежание резких колебаний, поскольку это может привести к повышенному проценту смертности. Масса предличинок стерляди при переходе на экзогенное питание равна 19–21 мг, длина 13–15 см. [10]. Подращивание осуществляется до массы 80–150 мг, далее, при «комбинированном» методе, выращивание продолжается в выростных прудах.

При искусственном воспроизводстве молодь стерляди дорастивается до массы от 1,5 г до 3 г, после чего происходит выпуск в бассейны рек Кубань и Дон. В целях товарной аквакультуры рыбу дорастивают до товарных параметров (около 1 года и 1,5 кг) как в бассейнах, так и в прудах [31].

Традиционно, в качестве живых кормов используют науплий артемии, дафнию, моюну, трубочников или олигохет [26]. Живой корм используется для обеспечения нормального развития и роста, а также, для того, чтобы у рыбы вырабатывались рефлекс, которые в дальнейшем помогут молоди охотиться в естественном ареале обитания. В целях товарного осетроводства целесообразно использовать живые корма только в первые дни перехода личинок на активное питание, для того, чтобы не возникло сложностей при переходе к искусственным кормам и в целях экономической выгоды [32].

Таблица 6.
Темпы роста стерляди в бассейнах при оптимальных температурах [32]

Вид	Масса молоди (мг) по достижению возраста (сутки)							
	1	10	20	25	30	35	40	45
Стерлядь	8	20	45	90	180	550	1000	1500

За бассейнами важен постоянный уход: очистка дна от корма и своевременное удаление мёртвой рыбы. В течение всего периода выращивания ведут строгий контроль гидрохимических параметров среды. Температуру и насыщение воды кислородом поддерживают на уровне оптимальных значений [10].

Характеристика осетровых прудов для выращивания молоди:

минимальная глубина у притока 1,5 м и максимальная на сбросе — 2 м, соотношение сторон 1:3. Площадь прудов \approx 2 га. На ложе не должно быть растительности. По характеру термического режима данные пруды относятся к тепловодным водоёмам. Рыбопродуктивность при регулярном внесении удобрений и хорошей организации рыбоводных работ может достигать 100–200 кг/га и более [26]. Оптимальное содержание кислорода — 6,7–8 мг/л, рН — 7–8, оптимальный температурный режим — 15–18,5 °С [16]. Также существуют основные требования к качеству воды при разведении стерляди (Таблица П. 2).

Для личинок и молоди, до массы 3 г используется стартовый экструдированный корм размером гранул 0,8–1,2 мм. Суточный рацион для молоди при интенсивном кормлении рассчитывают каждые пять дней. В состав стартовых кормов должны входить 45–55 % протеина, 16–20 % жира, до 30 % углеводов, 10–12 % минеральных веществ и комплекс необходимых витаминов. Кормовой коэффициент составляет 0,9–1,1 ед [10].

Расчёт рациона проводится по формуле:

$$C = \frac{P \cdot A \cdot n}{100}, \quad (1)$$

где C — суточный рацион кормления,

P — средняя масса рыбы,

A — суточная норма, % от массы рыбы,

n — количество рыб в бассейне, шт.

Для более эффективного использования корма суточный рацион необходимо корректировать сначала каждые 3 дня, а для молоди старших возрастов при массе от 2 г и выше 1 раз в 10 дней [50].

Важно каждые 10 дней проводить сортировку молоди по группам: крупную, среднюю и мелкую, что объясняется пищевой конкуренцией при интенсивном росте молоди стерляди. Также, в процессе подращивания важно контролировать плотность посадки (Таблица П. 3) [16].

Комплекс подготовительных мероприятий для прудовой аквакультуры

Комплекс подготовительных мероприятий включает в себя дезинсекцию непосредственно после спуска прудов по влажному ложу негашеной или хлорной известью из расчёта соответственно 25 и 5 ц/га (при содержании активного хлора не менее 25 %) либо гипохлоридом кальция — 2,5–3 ц/га (при содержании активного хлора 50 % и более). Если в течение лета наблюдались заболевания и гибель большого числа рыб, то количество извести должно быть увеличено в два раза. Внесение извести по сухому ложу малоэффективно.

Перед дезинфекцией водоотводящие и рыбосборные каналы нужно расчистить от ила и различных наносов. Дезинфекция рыбосборной сети осуществляется 10% раствором хлорной извести.

После высыхания известкового раствора ложе пруда необходимо вспахать культиватором на глубину 7–10 см, а весной за 3–4 недели до залития проборонировать и укатать катком. Откосы дамб пруда летом следует выкашивать, а скошенную растительность удалять. Необходимо проводить ремонт дамб, водоподающей системы, утрамбовывать грунт у водоспусков.

Залитие прудов необходимо проводить за 10–15 суток до посадки рыбы, чтобы в пруду установился стабильный гидрохимический режим. После залития пруда водой необходимо провести её полный гидрохимический анализ (в том числе из источника водоснабжения) [10].

Выращивание товарной рыбы

Стерлядь можно выращивается как в бассейнах, так и в прудах.

Основные характеристики товарной рыбы: возраст от года, масса от 1,5 кг. В состав продукционных кормов должны входить 40–65 % протеина, 15–30 % жира, до 30 % углеводов, 4–5% минеральных веществ и комплекс необходимых витаминов [10].

Зарыбление бассейнов осуществляют с плотностью посадки 200–250 шт./м³. Оптимальная глубина бассейнов 1–1,5 м³.

Поддерживают следующие качественные показатели технологической воды в бассейнах: температура воды — 18–25 °С, рН — 6,5–7,5, насыщение воды кислородом — 100–150 %, содержание аммония до 0,5 мг/л, нитритов до 0,2 мг/л, нитратов до 100 мг/л.

Стоит отметить, что в целях товарной аквакультуры часто выращивают гибридов осетровых. Стерлядь чаще всего скрещивают с белугой, осетром и севрюгой. Самым распространенным является бестер, которого получают при скрещивании белуги со стерлядью. Существует три породы бестера, которые отличаются разным соотношением генотипов: «Бурцевская» — 1:1, «Аксайская» с преобладанием генотипа стерляди — 1:3; «Внировская» с преобладанием генотипа белуги — 3:1. Успех данной гибридизации был обусловлен тем, что у породы сохраняется воспроизводительная способность, жизнестойкость, плодовитость относительно раннее половое созревание (самцы созревают на 4, а самки на 5–9 году жизни). Повторные скрещивания осуществляются с исходными видами. Плодовитость самок варьируется в зависимости от породы. В среднем, от 40 тыс. до 300 тыс. икринок. Самой продуктивной породой является «Внировский» бестер [7].

Эпизоотическая обстановка

При выращивании стерляди в прудах важно учитывать эпизоотическую обстановку. Существуют инфекционные и инвазионные заболевания. Инфекционные заболевания подразделяются на бактериальные и грибковые заболевания.

Инфекционные заболевания:

1. Бактериальные заболевания

С ростом уровня органического загрязнения увеличивается и число условно-патогенных бактерий в воде.

В аквакультуре, в основном, доминируют бактерии родов *Aeromonas* (Бактериальная геморрагическая септицемия), *Acinetobacter*, *Flexibacter* и *Bacilus*. В кишечнике осетровых рыб представители р. *Pseudomonas*, пик

численности которых был приурочен к сезонным изменениям. При патологических изменениях у молоди осетровых, выращиваемой в бассейнах, с мест поражения были высеяны бактерии родов *Salmonella* и *Staphylococcus*, а также эти же бактерии в ассоциации с аэромонадами и плезиомонусами.

Органическое загрязнение, изменение температуры, pH и другие факторы способствуют росту и развитию бактерий и могут влиять на их вирулентность и патогенность.

Профилактика заключается в оптимизации условий выращивания рыб. Не допускать превышения нормативной плотности посадки, высокого содержания органики в воде. Также использование бактерицидных ламп на водоподаче. Лечение антибиотиками очень эффективно при своевременном вводе [15].

2. Грибковые заболевания

Как и многие другие виды рыб, осётр очень восприимчив к инфекции *Saprolegnia spp* на жабрах и коже. В инкубационный период и на икре может развиваться грибок. Он проявляется в виде белого ватообразного налёта на поверхности икры или тела рыбы.

Особое внимание следует уделять сортировке и пересадке рыбы, чтобы не повредить кожный покров рыбы, повреждения не всегда видны невооружённым взглядом. Эти пораженные участки кожи впоследствии могут стать очагами грибковых заболеваний. Профилактикой является обеззараживание воды перед поступлением в инкубационный цех. А для рыб обработка фиолетовым «К». Формалин является наиболее эффективным препаратом против грибковых заболеваний [1].

Инвазионные заболевания:

1. Ихтиофтириоз. Заболевание вызывает ресничная инфузория *Ichthyophthirius multifiliis*. Гибель может достигать 100 %. При сильном заражении крупные паразиты видны невооруженным глазом в виде небольших белых бугорков. Паразит локализуется под эпителием кожи,

питается тканевой жидкостью и отслоенными клетками эпителия, что вызывает дистрофию.

2. Апиозомоз. Возбудителем заболевания является сидячая кругоресничная инфузория *Apiosoma piscicolum*. Апиозомы питаются бактериями, которые усиленно размножаются при большом количестве органики в воде. Паразит эвритермный, поэтому заболевание может возникнуть как летом, так и зимой. Заболевание отмечается на ранних этапах развития, гибель может достигать 50 %. На поверхности тела и плавниках поражённых рыб отмечаются белый налёт и покраснение. Поражаются кожные покровы и жаберный аппарат молоди.

3. Триходиниоз. В качестве возбудителей осетровых рыб зарегистрированы круглоресничные инфузории *Trichodina*, *Trichodinella*. Триходины поселяются на поверхности тела, жабрах и обонятельных ямках. Заболевание отмечалось у молоди, на поверхности тела рыб. Они используют хозяина в качестве субстрата, на котором перемещаются и питаются бактериями и выделениями кожи. При высокой интенсивности инвазии отмечается усиленное отделение слизи, потемнение покровов, жабры анемичны.

4. Полиподиоз. Заболевание, вызываемое паразитированием кишечнорастворимого организма *Polypodium hydriforme* — паразит икры осетровых. Внешне заражённые самки осетровых рыб выглядят как здоровые. Поражённые икринки отличаются более крупными размерами и более светлым цветом, имеют неоднородную мраморную или полосатую окраску с тёмными прожилками. Они содержат очень малое количество желтка, поэтому совершенно непригодны для целей воспроизводства осетровых рыб, так как личинки из них не выклеиваются.

5. Диклиботриоз. Возбудитель заболевания — моногенея *Diclybothrium armatum*, паразитирует на жабрах. Заражения отмечается некроз жаберных лепестков. Паразит достаточно крупный и виден невооруженным глазом.

6. Диплостомоз. Возбудителями заболевания являются метацеркарии трематод р. *Diplostomum*. Протекает в двух формах: паразитарная катаракта и церкариозный диплостомоз (паразит внедряется в рыбу и поражает все органы и ткани, кроме скелета).

7. Контрацекоз. Возбудитель заболевания — половозрелая нематода (гельминт) *Contracaecum bidentatum*. Паразит инвазирует рыб главным образом в речной период их жизни. Паразитируют в пищеводке, желудке, кишечнике и плавательном пузыре.

8. Песциколеоз. Заболевание вызывает пиявка *Piscicola geometra*. Паразиты могут располагаться на теле, жабрах, глазах и в ротовой полости рыб. В местах присасывания паразитов образуются раны и язвы. Это способствует вторичному заражению грибами родов *Saprolegnia*, *Achlya* и др.

9. Эргазилез. Возбудителями эргазилеза являются самки рачков *Ergasilus sieboldi*. Визуально рачки хорошо видны. Они локализируются на жаберных лепестках, у основания жаберных дуг. Прикрепляясь к жаберным лепесткам, рачки деформируют их, сдавливают сосуды, разрывают респираторные складки, вызывают отделение слизи, закупорку сосудов, разрушение и некроз жабр. Гибель рыб не отмечена.

10. Аргулез. Возбудитель заболевания — паразитический рачок *Argulus foliaceus*. Рачки поселяются на поверхности тела рыбы, вызывая обильное отделение слизи, кровоизлияния и образование язв. Секрет ядовитой железы рачка, попадая в рану, оказывает токсическое действие. У больных рыб развивается ярко выраженная анемия, концентрация гемоглобина снижается до 20 г/л.

Основные методы борьбы с инвазионными заболеваниями включают в себя профилактику и непосредственную борьбу с паразитами.

Профилактика основана на недопущении контакта заражённых рыб со здоровыми, личинок с производителями и другими возрастными группами. Также важна борьба с сорными рыбами — на водоподаче необходимо устанавливать рыбозащитные сооружения. Следует контролировать наличие

промежуточных хозяев для разрыва жизненного цикла паразита. Уничтожать их можно путем осушения и промораживания прудов, обработки ложа хлорной и негашеной известью.

При обнаружении заболевания необходимо препятствовать его распространению: не вывозить рыбу; не выпускать рыб в водоём; заражённых рыб нельзя использовать для воспроизводства. При завозе новых осетровых рыб на хозяйство необходимо поместить их в карантинный пруд на 3–4 месяца. Важно регулярное удаление отхода из рыбоводных бассейнов и прудов. Необходимо постоянно вести записи о количестве отошедшей рыбы, так как это может помочь в выявлении этиологии заболевания (причины возникновения и условия распространения заболевания).

При заражении рыбы используют органические красители (фиолетовый «К», бриллиантовый зеленый, метиленовый синий и т.д.), солевые ванны. Пораженную икру обеззараживают 2 %-м раствором хлорамина, 4 %-м раствором формалина или 5 %-м раствором поваренной соли в течение 30 мин.

Для уничтожения мирацидиев и церкарий в пруды вносят маточную культуру ветвистоусых рачков. Обильный рачковый планктон не только сокращает численность мирацидиев, но и обеспечивает хороший рост молоди рыб.

Для освобождения рыбы от паразитических рачков можно применять «воздушные ванны», благодаря которым рачки отваливаются с рыбы. Чаще используют ванны с 0,001 %-м раствором KMnO_4 (марганцовка) в течении 30 минут, после чего рачки собираются и уничтожаются [15].

Глава 3. Перспективы развития аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне

Для оценки перспектив развития аквакультуры нужно рассмотреть имеющиеся проблемы в современный период и обозначить возможные пути решения.

3.1 Проблемы и возможные пути решения

Снижение численности стерляди в реках Дон и Кубань связано с антропогенным характером воздействия на водную экосистему.

В первую очередь, это зарегулирование стоков рек (строительство плотин и гидроэлектростанций). Это привело к сокращению местообитаний рыбы и нерестовых площадей поскольку стерлядь совершает нерестовые миграции из устьевых участков рек вверх по течению, а плотины преграждают путь [9]. Рыбопроходные каналы и рыбоподъемники, как показала практика, являются малоэффективными, что является одним из основных факторов небольшого процента самовоспроизводимости популяции. Например, за 2017 год Краснодарским рыбоподъемником было пересажено всего 5 шт. стерляди [23]. Также, важно проведение мелиорационных работ для повышения эффективности воспроизводства [9].

Решение данной проблемы только одно: разработка новых технологий рыбопропускной системы и внедрение данных конструкций до исторических мест нереста в реках Дон и Кубань.

Следующий фактор, оказывающий мощное негативное воздействие на популяцию стерляди - браконьерство. Оно приняло широкие масштабы в постсоветский период и до сих пор, несмотря на введение запретов на вылов и контроль за нелегальным промыслом, продолжает активно воздействовать на популяцию рыб. На данный момент, его влияние распространяется не только на сокращение численности, но и на систему учета: препятствует сбору объективных данных по вылову, показателей промысла и оценке

выживаемости «заводской» стерляди – эффективности искусственного воспроизводства [9].

Данный аспект регулируется уголовно-правовой системой России. При незаконном вылове одной особи стерляди грозит штраф в размере 4572 рублей или уголовная ответственность в случае причинения крупного ущерба популяции (Федеральный закон от 20.12.2004 № 166-ФЗ "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов", статья 256 Уголовного кодекса РФ, статья 8.37 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях, нормативными актами субъектов Российской Федерации). На данный момент, система является рабочей, но не на идеально эффективной, поскольку не хватает уполномоченных работников для отслеживания браконьерской ловли.

На заводах существует нехватка рыбопосадочного материала – икры и личинок стерляди, за счет низкой численности рыбы в естественном ареале обитания. В данном случае, проблема частично решается, поскольку на многих заводах стали создавать ремонтно-маточные стада (РМС), которые позволяют не изымать рыбу из водного объекта и эффективно работать над воспроизводством [9].

В данном вопросе существует риск генетического обеднения популяции, за счет близкородственных скрещиваний. Поскольку эта проблема стоит остро, была введена обязательная паспортизация осетровых. Важен учет генотипа рыб, участвующих в нерестовой программе. Подбор самцов и самок нужно осуществлять на основе данных молекулярно-генетического анализа. Это обеспечивает сохранение редких генотипов и снижения уровня инбридинга. Также, в последнее время практикуется обмен особями РМС между заводами ФГБУ «Главрыбвод» [24].

Помимо этого, при осуществлении интродукции существует проблема нарушения генетической структуры популяции. Например, в реке Кубань после практически полного исчезновения стерляди производили реинтродукцию донской и волжской стерлядь [9, 33]; в р. Ворона (бассейн

реки Дон) – волжской и окской [5, 9]. Стоит отметить, что популяции стерляди главных нерестовых рек Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (Кубани и Дона) в основном являются «заводскими» [8, 9, 25,33].

Данную проблему в реке Кубань решить уже не представляется возможным, но для дальнейшей минимизации ущерба нужно также использовать молекулярно-генетический анализ как для имеющихся рыб в РМС, так и в случае «одомашнивания» стерляди [24]. Также нужно предотвратить дальнейшее сокращение численности путем воспроизводства.

Проблематичной является нехватка информации о современном состоянии численности стерляди [9]. Для анализа состояния популяции необходимы регулярные траловые съемки; чёткий учет вылова (для целей воспроизводства или создания РМС) и выпуска заводской молоди; учет коэффициента естественной смертности; учет естественного воспроизводства популяции, а то есть количество нерестилищ, способность заводской половозрелой рыбы к размножению в естественных условиях; учет рыбопроходимости через гидроузлы и строгий контроль за браконьерской деятельностью [17].

Нехватка финансирования также влияет на качество воспроизводства. В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне большая часть заводов нуждается в реконструкции и модернизации для увеличения производственных мощностей. Закупка нового оборудования, ремонт уже имеющихся и постройка новых цехов на рыболовных заводах подведомственных Федеральному агентству по рыболовству, напрямую зависит от государственного финансирования. Также, даже с учетом уже имеющихся больших прудовых площадей, происходит отказ от их использования. Часто это связано с невозможностью обслуживания из-за нехватки сотрудников рыболовного завода или из-за нехватки рыбопосадочного материала, что тоже напрямую связано с экономическими ресурсами [9].

Загрязнение окружающей среды. Оно включает в себя как токсическое загрязнение воды, почвы и атмосферы, так и шумовое. Первое осуществляется при сбросе сточных или недостаточно очищенных вод, утечке нефтепродуктов, агрохимикатов и других токсичных веществ. Второй вид загрязнения в худшем случае воздействия на рыбу приводит к её дезориентации. Также вводит в стрессовое состояние – она может перестать питаться или откладывать икру. На постоянно основе, оно образуется от движения наземного и водного транспорта [19].

Решением является проведение мониторинга качества сбрасываемых вод и модернизация очистных сооружений. В случае с шумовым загрязнением, ущерб можно минимизировать, располагая новые крупные автомагистрали дальше от водных объектов. Перспективными также являются разработка новых технологий для снижения шума от водного транспорта [19].

Стоит отметить, что схема искусственного воспроизводства стерляди в России финансируется по двум направлениям: за счёт бюджетных средств для выполнения государственного задания и за счёт компенсационных средств, выплачиваемых предприятиями для компенсации ущерба водным биоресурсам. Выпуск молоди стерляди осуществляют как рыбоводные заводы Росрыболовства, так и рыбоводные предприятия различных форм собственности [9].

Существующие данные свидетельствуют о том, что за счёт бюджетных средств выпущено существенно меньше рыбы, чем за счёт средств от компенсации [9].

Для разрешения проблемы, связанной с низкой численностью стерляди ежегодно выполняются государственные задания для пополнения численности популяции.

В соответствии с государственным заданием № 076-00001-25-02 на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов количество выращиваемой и выпускаемой молоди стерляди должно осуществляться в размерах:

Азово-Донской: в 2025 году выпуск осетровых всего 2,123 млн шт., из них: молодь стерляди — 0,200 млн шт. в бассейн Азовского моря, р. Дон, ниже Цимлянского гидроузла, Ростовская область, что является 9,4 % от общего планируемого выпуска. В 2026, 2027 годы: осетровых 1,55 млн шт., из них: стерлядь — 0,1 млн шт. что является 6,45 % от общего планируемого выпуска.

Азово-Черноморский: в 2025 году выпуск осетровых всего 4,8 млн шт., из них: стерлядь — 3,0 млн шт. в бассейн Азовского моря, р. Кубань с притоками, р. Протока с притоками (Краснодарский край) и 0,5 млн шт. в Азово-Кубанский район, р. Кубань ниже Краснодарского гидроузла, Республика Адыгея и Краснодарский край, что является 72,9 % от общего планируемого выпуска. В 2026, 2027 годы: осетровых 4,3 млн шт., из них: стерлядь — 2,8 млн шт. р. Кубань с притоками, р. Протока с притоками, стерлядь — 0,2 млн шт. в р. Кубань ниже Краснодарского гидроузла, что является 69,7 % от общего планируемого выпуска.

Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что выпуск стерляди в Азово-Черноморский бассейн является одной из основных задач по реакклиматизации осетровых. Обратная картина наблюдается в Азово-Донском бассейне, где выпуск стерляди планируется осуществлять менее чем на 10 % от общих объёмов [2].

Помимо проблем с низкой численностью, существует аспект высокой цены на чёрную икру, выращиваемой в формате товарной аквакультуры, более подробно этот вопрос был описан выше. Основным способом решения, помимо увеличения численности является создание конкурентоспособности на рынке. Это может быть осуществлено при оказании господдержки, а точнее, субсидировании.

По направлению «Модернизация и стимулирование» Госпрограммы в рамках реализации мероприятия по поддержке аквакультуры и товарного осетроводства предоставляются субсидии из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования

расходных обязательств по возмещению части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в российских кредитных организациях сельскохозяйственными товаропроизводителями, за исключением граждан, ведущих личное подсобное хозяйство, на развитие аквакультуры (рыбоводства) и товарного осетроводства. Например, в 2021 году, было выдано субсидий на 171 623,7 тыс. рублей [3]

Таким образом, вся отрасль аквакультуры стерляди, в любом случае опирается преимущественно на искусственное воспроизводство. Ведь если его не осуществлять, рыбные запасы рано или поздно иссякнут, и товарная аквакультура стерляди также перестанет существовать.

3.2 Перспективы развития аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне на примере Адыгейского осетрового завода (АОРЗ).

Рассмотреть перспективы развития можно на конкурентом примере – Адыгейском осетровом рыбноводном заводе. Он находится на Краснодарском водохранилище на реке Кубань. Относится к Азово-Черноморскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод». Расположен в республике Адыгея, Теучежский район, посёлок городского типа Тлюстенхабль. Ближайший город-миллионник — Краснодар (Рис. 8), расположенный на правом берегу реки Кубани, на расстоянии 125 км от Чёрного моря, 140 км — от Азовского моря [51].

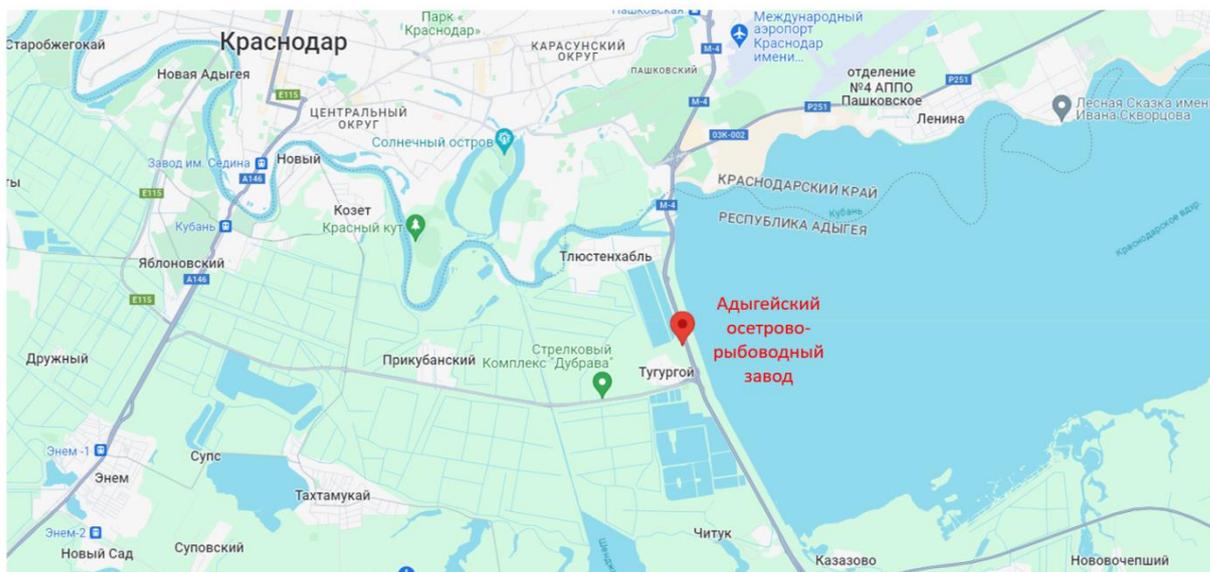


Рис. 8. Географическое положение АОРЗ

Предприятие было создано в 1975 году постановлением Совета Министров СССР. В 2008–2014 годах предприятие находилось в состоянии процедуры банкротства. В 2016 году после восьмилетнего перерыва завод возобновил работы по воспроизводству ценных видов рыб. Было завезено 300 особей маточного стада стерляди, маточное и ремонтно-маточное стадо белого амура и белого толстолобика [38].

Завод преимущественно осуществляет выращивание молоди (сеголеток) стерляди весом 3 г, с последующим выпуском в бассейн реки Кубань [24]. На данный момент на Адыгейском ОРЗ находятся производители в количестве 679 экз. самок; 148 экз. самцов [20].

На предприятии имеется 5 цехов: цех длительного выдерживания производителей, инкубационный цех, цех подращивания молоди осетровых, цех живых кормов и прудовый цех (Рис. 9, Рис. 10). Также на территории АОРЗ расположены многочисленные пруды, которые на данный момент недоиспользуются [37].



Рис. 9. Схема расположения на местности АОРЗ



Рис. 10. Схема расположения АОРЗ

Действующие производственные мощности завода значительно отличаются от проектных. Проектная мощность по выпуску молоди осетровых АОРЗ (1973 г.) — 12,0 млн экз. в год, что является самым высоким показателем, среди всех остальных заводов Азово-Черноморского района.

Отсюда следует, что за долгие годы эксплуатации увеличение производственных мощностей не было достигнуто. Это подтверждают данные 2022 года: молоди стерляди (*A. ruthenus*) было выпущено всего 236270 экземпляров. За последние 7 лет максимальное число выпущенных мальков стерляди составило 845 209 мальков в 2021 году.

Мощность АОРЗ значительно сократилась, что преимущественно связано с отказом от использования в производственном процессе данного завода прудовых площадей [24].

Отдельно стоит отметить, что в соответствии с действующими рекомендациями АзНИИРХ по предельно допустимым объёмам выпуска водных биологических ресурсов на 2023–2025 гг. в реки Кубань и Протока (с их притоками) в пределах Краснодарского края и Республики Адыгея можно ежегодно выпускать до 8,14 млн экз. стерляди. В настоящее время указанные объёмы выпусков не реализуются, и кормовая база водоёмов бассейна значительно недоиспользуется, что свидетельствует о необходимости увеличения объёмов искусственного воспроизводства [24].

Перспективой развития, в данном случае, будет увеличение производственных мощностей завода, для достижения предельно допустимых объёмов выпуска в бассейн реки Кубань. С учётом того, что проектная мощность данного завода составляет 12 млн штук осетровых, это предоставляется возможным.

Для увеличения производственных мощностей нужна реконструкция завода, возобновление использования имеющихся прудовых площадей, а также модернизация завода. Это будет способствовать возможности содержания большего числа особей РМС и, соответственно, большему числу выпусков *Acipenser ruthenus* в бассейн реки Кубань.

Таким образом, был проведен расчёт, в котором учитывался объём выпусков заводов Ачуевского, Гривенского и Темрюкского Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» за 2022 год для расчёта того, сколько мальков стерляди должен выпускать Адыгский завод для

реализации рекомендации по предельно-допустимым объемам выпуска в бассейн рек Кубань на 2023–2025 гг.

3.3 Рыбоводный расчёт

Проектная мощность по выпуску осетровых составляет 12 000 000 экз.

На данный момент за один рыболовный тур на АОРЗ, с учётом одновременного выращивания с русским осетром, воспроизводится 1 000 000 экз. стерляди. Если выращивается только стерлядь, то за рыболовный тур её количество равно 1 170 000 экз. [24].

По рекомендациям на 2023–2025 гг. можно ежегодно выпускать 8140000 экз. стерляди ($\Sigma_{\text{все 23-25}}$). На 2022 год данные по выпуску в рек Кубань составляли 4 661 550 экз. ($\Sigma_{\text{все 2022}}$). Учитывая, что на АдОРЗ за этот год выпуск составил 236270 экз. ($\Sigma_{\text{АдОРЗ 2022}}$), то на всех остальных заводах он вычитывается по формуле:

$$\begin{aligned}\Sigma_{\text{без АдОРЗ 2022}} &= \Sigma_{\text{все 2022}} - \Sigma_{\text{АдОРЗ 2022}} = \\ &= 4\,661\,550 - 236\,270 = 4\,425\,280 \text{ экз.}\end{aligned}\tag{2}$$

При условии, что остальные заводы Азово-Черноморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» в 2025 году выпустят столько же молоди, что и 2022 году, то на АОРЗ по рекомендациям может быть выпущено:

$$\begin{aligned}\Sigma_{\text{АдОРЗ 23-25}} &= \Sigma_{\text{все 23-25}} - \Sigma_{\text{без АдОРЗ 2022}} = \\ &= 8\,140\,000 - 4\,425\,280 = 3\,714\,720 \text{ экз.}\end{aligned}\tag{3}$$

Для данного значения выпуска стерляди производится рыбоводный расчёт, результаты которого представлены ниже (Таблица 7).

Таблица 7.

Рыбоводный расчёт Адыгейского осетрово-рыбоводного завода

	Фактическая характеристика за 2022 г.	Перспектива развития	Ед. изм.
Показатели	Стерлядь		
Фактический выпуск молоди	236 270	3 714 720	экз.
Средний вес самок	1,5		кг
Средний вес самцов	0,6		кг
Выживаемость производителей	90–95		%
Доля производителей, созревших после инъекций	80		%
Средняя относительная плодовитость самки	13 000		экз./кг
Количество посадочного материала	5 769 719	90 713 553	экз.
Средний процент оплодотворения икры	70		%
Количество оплодотворённой икры	4 038 803	63 499 487	экз.
Выживаемость икры за транспортировку	90		%
Выживаемость икры за период инкубации	60		%
Количество выклюнувшихся личинок	2 423 282	38 099 692	экз.
Выживаемость личинок за период выдерживания	60		%
Выживаемость личинок при переходе на активное питание	50		%
Выживаемость личинок при подращивании	65		%
Количество личинок для зарыбления бассейнов	472 540	7 429 440	экз.
Выживаемость молоди после подращивания	50		%
Количество самок	296	4 652	экз.
Количество самцов	148	2 326	экз.
Соотношение самок и самцов	2:1		экз.:экз.
Отбраковка производителей	10		%
Количество производителей после выдерживания	488	7 676	экз.
Общая масса самок	443,82	6 977,97	кг
Общая масса самцов	88,8	1 395,6	кг

$$N_{\text{посад.мат}} = \frac{K \cdot 100^6}{S_{\text{м.подращ.}} \cdot S_{\text{л.подращ.}} \cdot S_{\text{л.акт.пит.}} \cdot S_{\text{л.выдерж.}} \cdot S_{\text{и.инк.}} \cdot S_{\text{опл.икры}}} =$$

$$= \frac{3\,714\,720 \cdot 100^6}{0,5 \cdot 0,65 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,7} = 90\,713\,553 \text{ экз.}, \quad (4)$$

где $N_{\text{посад.мат}}$ — количество посадочного материала, экз.,

K — планируемый объём выпуска посадочного материала, экз.,

$S_{\text{м.подращ.}}$ — выживаемость молоди после подращивания,

$S_{\text{л.подращ.}}$ — выживаемость личинок за период подращивания,

$S_{л.акт.пит.}$ — выживаемость личинок за период перехода на активное питание,

$S_{л.выдерж}$ — выживаемость личинок за период выдерживания,

$S_{и.инк.}$ — выживаемость икры за период инкубации,

$S_{опл.икры}$ — средний процент оплодотворения икры.

$$\begin{aligned} N_{опл.икры} &= N_{посад.мат} \cdot S_{опл.икры} = \\ &= 90\,713\,553 \cdot 0,7 = 63\,499\,487 \text{ экз.}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $N_{опл.икры}$ — количество оплодотворённой икры, экз.

$$N_{выкл.лич.} = N_{опл.икры} \cdot S_{и.инк.} = 63\,499\,487 \cdot 0,6 = 38\,099\,692 \text{ экз.}, \quad (6)$$

где $N_{выкл.лич.}$ — количество выклюнувшихся личинок, экз.

$$\begin{aligned} N_{л.зарыб.басс.} &= N_{выкл.лич.} \cdot S_{л.подрац.} \cdot S_{л.акт.пит.} \cdot S_{л.выдерж} = \\ &= 38\,099\,692 \cdot 0,65 \cdot 0,5 \cdot 0,6 = 7\,429\,440 \text{ экз.}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $N_{л.зарыб.басс.}$ — количество личинок для зарыбления бассейнов, экз.

$$K = N_{л.зарыб.басс.} \cdot S_{м.подрац.} = 7\,429\,440 \cdot 0,5 = 3\,714\,720 \text{ экз.}, \quad (8)$$

$$M_{самок} = \frac{N_{посад.мат}}{R} = \frac{90\,713\,553}{13\,000} = 6\,977,97 \text{ кг}, \quad (9)$$

где $M_{самок}$ — общая масса самок, кг,

R — средняя относительная плодовитость самки, экз./кг.

$$N_{самок} = \frac{M_{самок}}{m_{ср.самки}} = \frac{6\,977,97}{1,5} = 4\,652 \text{ экз.}, \quad (10)$$

где $N_{самок}$ — количество самок, экз.,

$m_{ср.самки}$ — средний вес самки, кг.

$$\frac{N_{самок}}{N_{самцов}} = \frac{2}{1} \rightarrow N_{самцов} = \frac{N_{самок}}{2} = \frac{4\ 652}{2} = 2\ 326 \text{ экз.}, \quad (11)$$

где $N_{самцов}$ — количество самцов, экз.

$$M_{самцов} = m_{ср.самца} \cdot N_{самцов} = 0,6 \cdot 2\ 326 = 1\ 395,6 \text{ кг}, \quad (12)$$

где $M_{самцов}$ — общая масса самцов, кг,

$m_{ср.самца}$ — средний вес самца, кг.

$$\begin{aligned} N_{произ.выд.} &= (N_{самок} + N_{самцов}) \cdot (1 + S_{отбр.произв.}) = \\ &= (4\ 652 + 2\ 326) \cdot (1 + 0,1) = 7\ 676 \text{ экз.}, \end{aligned} \quad (13)$$

где $N_{произ.выд.}$ — количество производителей после выдерживания, экз.,

$S_{отбр.произв.}$ — отбраковка производителей.

Таким образом, для выполнения рекомендаций Адыгейской ОРЗ должен выпустить 3 714 720 личинок стерляди в реку Кубань. По расчёту становится понятно, для достижения данных объёмов выпуска нужно увеличить количество производителей в 15,7 раз и это представляется возможным только при постепенном наращивании РМС стада и тотальной модернизации завода, на что уйдёт достаточно большое количество времени. Так как для формирования РМС нужны новые производители, которые созревают в течении 2-5 лет в зависимости от пола. За это время можно постепенно наращивать мощности за счёт должного финансирования.

Заключение

В результате исследований была изучена аквакультура стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. Естественная среда обитания представлена бассейнами основных нерестовых рек - Кубань и Дон, в которых численность *Acipenser ruthenus* за последние десятилетия сильно сократилась.

Восполнение популяций осуществляется за счёт искусственного воспроизводства. В исследуемом бассейне действует 6 рыбоводных заводов, осуществляющих выпуск мальков стерляди. Также, существует запрет на вылов данной рыбы, который регулируется правовой системой Российской Федерации.

В производственном аспекте, в формате товарной аквакультуры реализуют, в основном, стерляжью икру, что связано с быстрыми темпами роста данной рыбы.

В работе изучены перспективы развития стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. Основными являются: модернизация и реконструкция существующих заводов; наращивание имеющихся мощностей; увеличение числа особей РМС; развитие товарной аквакультуры, для обеспечения населения легальной осетровой продукцией.

В заключение стоит отметить, что антропогенное воздействие и в дальнейшем будет оказывать влияние на водные биоценозы. Из этого следует, что основной задачей современного осетроводства должно быть сохранение редких, находящихся под угрозой видов для поддержания биологического разнообразия как в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне, так и во всём мире.

На основе материала изложенного в данной выпускной квалификационной работе бакалавра можно сделать следующие выводы:

1. На основе литературных данных были представлены биологические, морфологические особенности стерляди. Раскрыты

особенности питания, размножения и жизненный цикл ценной пресноводной рыбы семейства осетровых.

2. Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн включает в себя два филиала ФГБУ «Главрыбвод», занимающиеся преимущественно воспроизводством осетровых видов рыб: Азово-Черноморский и Азово-Донской филиалы ФГБУ «Главрыбвод». Стерлядь разводят на 6 заводах данного бассейна, подведомственных Росрыболовству.

3. Аквакультура стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне представлена двумя направлениями: товарная и в целях воспроизводства. Основное различие заключается в том, что товарное производство нацелено на получение прибыли, а воспроизводство на получение жизнестойкого потомства, но, при этом оба вида аквакультуры напрямую зависят от посадочного материала, численность которого увеличивается за счёт воспроизводства и уменьшения незаконного вылова.

4. Основные перспективы развития аквакультуры стерляди в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне: реконструкция и модернизация заводов; увеличение объемов выпуска молоди стерляди; государственная поддержка товарного выращивания стерляди.

Список литературы

1. Правила рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна (с изменениями на 19 января 2024 года) [Текст]: Регистрационный № 57719: утв. Приказом М-ва сельского хозяйства Российской Федерации 09.01.2020. – М.: МорКнига, 2025. – ISBN 979-5-903085-48-3.
2. Федеральное агентство по рыболовству. Государственное задание № 076-00001-25-02 на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов. Утверждено заместителем руководителя Соколовым Василием Игоревичем, дата утверждения — 28 марта 2025 г. Документ подписан электронной подписью, сертификат: 4EC2B43FE78107E7130BEEAC9C0F389D, действителен с 24 мая 2024 г. по 17 августа 2025 г. – Режим доступа: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2025/04/gz_kor_glavrybvod_2025_2026-2027_2.pdf (дата обращения: 01.06.2024).
3. Федеральное агентство по рыболовству. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2021 году [Электронный ресурс]. официальный сайт Федерального агентства по рыболовству. — Режим доступа: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2022/05/itogi_raboty_rosrybolovstvo_za_2021_god.pdf (дата обращения: 10.01.2025).
4. Беляков А. А. Техническое обеспечение процессов воспроизводства и выращивания рыбы и других гидробионтов: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов, обучающихся на специальности 35.02.09. «Ихтиология и рыбоводство» [Текст] / А. А. Беляков – Темрюк: Изд-во ФГБОУ ВО «АГТУ», 2016. – 190 с.
5. Борисова Л. Е. О зарыблении реки Ворона в границах Тамбовской области молодьё *Acipenser Ruthenus Linnaeus*, 1758 [Текст]. / Л. Е. Борисова // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии, 2019 – Т. 28, № 3. – С. 162–165.

6. Бровкина Е. Т. Рыбы наших вод: учеб. пособие для школьников мл. и сред. кл. [Текст] / Е. Т. Бровкина, В. И. Сивоглазов – М.: Эгмонт Россия, 2001. – 63 с.
7. Бурцев И. А. Биологические основы полноциклового культивирования осетровых рыб и создания новых пород методами гибридизации и селекции: автореф. дис. на соискание уч. степ. д. б. н. 03.02.06. – Москва, 2013. – 47 с.
8. Быков А. Д. Проблемы искусственного воспроизводства стерляди в бассейне р. Оки [Текст] / А. Д. Быков // Рыбоводство и рыбное хозяйство, 2017 – № 12. – С. 8–19
9. Быков А. Д., Бражник С. Ю. Современное состояние запасов и искусственного воспроизводства стерляди в России [Текст] / А. Д. Быков, С. Ю. Бражник // Вопросы рыболовства, 2022. – Т. 23, №3. – С. 5–30
10. Васильева Л. М. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыболовной зоне [Текст] / Л.М. Васильева, А.П. Яковлева, Т.Г. Щербатова, Т. Н. Петрушина, В. В. Тяпугин, А. А. Китанов, В. В. Архангельский, Н. В. Судакова, С. С. Астафьева, Е. А. Федосеева; под ред. Н. В. Судаковой. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 100 с.
11. Волосников Г. И. Обзор данных по биологии стерляди *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758) [Текст] / Г. И. Волосников // Вестник Астраханского государственного технического университета, 2017. – №2 (64). – С. 67–72.
12. Горбенко Е. В. Проблемы искусственного воспроизводства молоди стерляди в Азово-Донском районе в современный период [Текст] / Е. В. Горбенко, О. А. Воробьева, А. А. Павлюк, С. Г. Сергеева // Труды АЗНИИРХ. – 2023. – Т. 4. – С. 229–234.
13. Детлаф Т. А. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетр и белуги) в связи с вопросами их разведения : научное издание [Текст] / Т. А. Детлаф, А. С. Гинзбург // Академия наук [АН] СССР. Институт морфологии животных им. А.Н. Северцова. – Москва: Академия наук СССР, 1954. – 216 с.

14. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок [Текст] – М.: Наука, 1981. – 224 с.
15. Казарникова А. В., Шестаковская Е. В. Заболевания осетровых рыб при искусственном воспроизводстве и товарном выращивании: Препринт [Текст] – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2005. – 58 с.
16. Калинина Т. Л., Прядун Е. А. Выращивание молоди енисейской стерляди в условиях полносистемного рыбоводного комплексаобщества с ограниченной ответственностью «Малтат» [Текст] / Т. Л. Калинина, Е. А. Прядун // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2016. – №18. – С. 11–13.
17. Калмыков В. А. О популяционной структуре стерляди *Acipenser Ruthenus (Acipenseridae)* из нижнего течения Волги [Текст] / В. А. Калмыков, Г. И. Рубан, Д. С. Павлов // Вопросы ихтиологии, 2009 – Т. 49, № 3, С. 380–388.
18. Кучко Т. Ю. Методы получения половых продуктов от производителей рыб: учеб. пособие для студентов экол.-биол. и агротехн. фак. [Текст] / Т. Ю. Кучко. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2015. – 63 с.
19. Лисовский А. Я. Шумовое загрязнение подводной среды в процессе осуществления морской хозяйственной деятельности [Текст] / А. Я. Лисовский // Всероссийская молодежная конференция «Научно-технологическое развитие судостроения — 2019» – 2019. – С. 82–85.
20. Лурье П. М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа [Текст]. – СПб Гидрометеоиздат. – 2002. – 506 с.
21. Нагалеvский Э.Ю, Региональная мелиоративная география. Краснодарский край: монография [Текст]. / Э. Ю. Нагалеvский, Ю. Я. Нагалеvский, И. Н. Папенко – Краснодар: КубГАУ. – 2013. – 280 с.

22. Погорелов А. В. Новые сведения о заилении Краснодарского водохранилища по данным батиметрической съёмки [Текст] / А. В. Погорелов, А. А. Лагута, Е. Н. Киселёв // Географический вестник, 2022. – №2 (61). – С. 166–179.

23. Полин А. А., Стрельченко О. В. Видовой состав и динамика численности рыб, пересаженных рыбоподъемником Краснодарского водохранилища в 2017 г.[Текст]. / А. А. Полин, О. В. Стрельченко // Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства. «актуальные вопросы рыболовства, рыбоводства (аквакультуры) и экологического мониторинга водных экосистем». – 2018. – С. 206–210.

24. Полин А. А., Шевченко В. Н. Выпуск молоди осетровых в Азово-Кубанском районе с рыбоводных заводов федерального агентства по рыболовству в период с 2016 по 2022 г. [Текст] / А. А. Полин, В. Н. Шевченко // Водные биоресурсы и среда обитания, 2023. – Т.6, №4. – С. 109–120.

25. Пономарёва Е. Н. Особенности гаметогенеза стерляди в зарегулированных условиях водной среды [Текст] / Е. Н. Пономарёва, В. А. Григорьев, М. Н. Сорокина, А. В. Ковалёва, А. А. Корчунов // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2011. – №2. – С. 112–117.

26. Серпунин Г. Г. Искусственное воспроизводство рыб. Практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 35.03.08. «Водные биоресурсы и аквакультура» [Текст] / Г. Г. Серпунин – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. — 86 с.

27. Смирнов А. О. Биотехнологические показатели воспроизводства молоди рыб на Рогожкинском рыбоводном заводе ФГБУ «Главрыбвод» (Ростовская область) [Текст] / А. О. Смирнов, Л. И. Зипельт, А.В. Барсегова // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Развитие и современные проблемы аквакультуры» (конференция «Аквакультура 2022»). – 2022. – С. 129–134.

28. Тяпугин В. В. Разработка технологических параметров формирования продукционных стад белуги двумя методами в садках в условиях Нижней Волги [Текст]: дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук: 06.04.01 / Тяпугин Василий Владимирович. – Новосибирск, 2017. – 116 с.
29. Уловы, запасы и искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов, производство продукции аквакультуры в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (2006–2015 гг.) [Текст]: статистический сборник / отв. ред. В.Н. Белоусов. – Ростов-на-Дону: Минитайп, 2020. – 128 с.
30. Хрусталеv Ю. П., Василенко В. М., Свисюк И. В., Панов В. Д., Ларионов Ю.А. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области: монография [Текст]. – Ростов-на-Дону: Батайское книжное изд-во. – 2002. – 181 с.
31. Чебанов М. С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. [Текст] / М. С. Чебанов, Е. В. Галич, Ю. Н. Чмырь – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 148 с.
32. Чебанов М. С., Галич Е. В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб [Текст] / М. С. Чебанов, Е. В. Галич // Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Анкара. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству, 2013. – 370 с.
33. Чебанов М. С., Карнаухов Г. И. Формирование гетерогенного маточного стада для реакклиматизации стерляди в бассейне р. Кубань [Текст] / М. С. Чебанов, Г. И. Карнаухов // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. – М.: Наука, 2004. – С. 42–50.
34. Чемагин А. А. Обзор некоторых аспектов экологии стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) [Текст] / А. А. Чемагин // Вестник Астраханского государственного технического университета, 2018. – №2 (66). – С. 115–122.

35. *Acipenser ruthenus* (Стерлядь) [Электронный ресурс]. zooclub.ru. – Режим доступа: https://zooclub.ru/tree/acipenser_ruthenus (дата обращения: 19.03.2025).
36. *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 // fishbiosystem.ru. — Режим доступа: [http://fishbiosystem.ru/ganoigei/Acipenseridae/Foto/\(Acipenser%20ruthenus\)%20141p.jpg](http://fishbiosystem.ru/ganoigei/Acipenseridae/Foto/(Acipenser%20ruthenus)%20141p.jpg) (дата обращения: 25.03.2025).
37. Адыгейский осетрово-рыбоводный завод (АОРЗ) [Электронный ресурс]. ФГБУ «Главрыбвод». – Режим доступа: <https://www.achfglavrybvod.su/адыгейский-осетрово-рыбоводный-заво/?clckid=5fac50bf> (дата обращения: 17.04.2025).
38. Адыгейский осетрово-рыбоводный завод [Электронный ресурс]. cyclowiki.org. – Режим доступа: https://cyclowiki.org/wiki/Адыгейский_осетрово-рыбоводный_завод?clckid=d47fa6c3 (дата обращения: 18.04.2025).
39. Азово-Донской филиал ФГБУ «Главрыбвод» [Электронный ресурс]. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 2025 – <http://aquacultura.org/aquacultura/yujniy-fo/vosproizvodstvo-vodnykh-bioresursov/azdonrybvod.php> (дата обращения: 19.04.2025).
40. Азово-Черноморский филиал ФГБУ «Главрыбвод» [Электронный ресурс]. ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», 2025 – <http://aquacultura.org/aquacultura/yujniy-fo/vosproizvodstvo-vodnykh-bioresursov/azcherrybvod.php> (дата обращения: 20.04.2025).
41. Азовский берег [Электронный ресурс]. beregazova.ru. — Режим доступа: <https://beregazova.ru/> (дата обращения: 26.04.2025).
42. В Азовском море отмечается тенденция к восстановлению популяций осетровых рыб [Электронный ресурс]. Азово-Черноморский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), 2025. – Режим доступа:

<https://azniirkh.vniro.ru/content/read/azniirkh-news/12497946-26-11-2024> (дата обращения: 21.04.2025).

43. В Ростовской области будет модернизирован крупный рыбоводный комплекс по выращиванию стерляди и шемаи [Электронный ресурс]. Федеральное агентство по рыболовству. – Режим доступа: <https://fish.gov.ru/news/2018/04/10/v-rostovskoj-oblasti-budet-modernizirovan-krupnyj-rybovodnyj-kompleks-po-vyrashchivaniyu-sterlyadi-i-shemai/> (дата обращения: 02.05.2025).

44. Водные ресурсы Ростовской области [Электронный ресурс]. Донская государственная публичная библиотека. – Режим доступа: <http://www.ecodon.dspl.ru/pages/profiles/water.aspx> (дата обращения: 08.04.2025).

45. География [Электронный ресурс]. geographyofrussia. – Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/> (дата обращения: 07.05.2025).

46. День реки Дон. [Электронный ресурс]. Администрация Пролетарского района Ростовской области, 24.05.2023. – Режим доступа: <https://proletarsk.donland.ru/presscenter/news/179121> (дата обращения: 29.04.2025).

47. Дон [Электронный ресурс]. Автономная некоммерческая организация «Национальный научно-образовательный центр «Большая российская энциклопедия», 2025. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/don-153266> (дата обращения: 30.04.2025).

48. Климатическая карта России [Электронный ресурс]. kontur-map.ru. – Режим доступа: <http://kontur-map.ru/> (дата обращения: 15.05.2025).

49. Климатические зоны РФ [Электронный ресурс]. Каталог векторных карт. – Режим доступа: <https://www.sharada.ru/pdf-maps/maps/rossija-i-regiony/klimaticheskie-zony-rf> (дата обращения: 17.05.2025).

50. Кормление осетровых рыб при выращивании в бассейнах [Электронный ресурс]. studbooks.net, 2025 – Режим доступа: https://studbooks.net/523519/agropromyshlennost/kormlenie_osetrovyh_vyraschivaniy_basseynah (дата обращения: 19.04.2025).

51. Краснодар [Электронный ресурс]// Википедия. Свободная энциклопедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Краснодар?clckid=10bbee15> (дата обращения: 24.03.2025).

52. Краснодарское водохранилище — причина мифов споров и безопасности края [Электронный ресурс]. Переезд в Краснодар "Давай на Кубань!", 2025. – Режим доступа: <https://dvnak.ru/stati/1479-krasnodarskoe-vodohranilische-prichina-mifov-sporov-i-bezopasnosti-kraja.html> (дата обращения: 06.05.2025).

53. Кубанский осетровый завод впервые выпустит пять миллионов рыб [Электронный ресурс]. Комсомольская правда. – Режим доступа: <https://www.kuban.kp.ru/daily/27482.5/4738192/> (дата обращения: 11.05.2025).

54. Кубань (река) [Электронный ресурс]. Научно-образовательный портал «Большая российская энциклопедия», 2024. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/kuban-reka-cb45e6> (дата обращения 04.04.2025).

55. ООО "АНПКФ "Аквалайф" [Электронный ресурс]. ikra161.ru. – Режим доступа: <https://ikra161.ru/onas> (дата обращения: 19.05.2025).

56. Осетровое хозяйство «Богус» [Электронный ресурс]. caviarblack.farm. – Режим доступа: <https://caviarblack.farm/> (дата обращения: 19.05.2025).

57. Погода круглый год в любой точке Земли [Электронный ресурс]. Weather Spark. – Режим доступа: <https://ru.weatherspark.com/> (дата обращения: 27.04.2025).

58. Половина россиян оказались не готовы работать меньше чем за Р50 тыс. [Электронный ресурс]. АО «РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ». – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/18/10/2024/6711bdac9a7947152040b9ca>

(дата обращения: 19.05.2025).

59. Промышленная карта России [Электронный ресурс]. Производство России. – Режим доступа: <https://productcenter.ru/map/catalog-ryba-morieprodukty-317> (дата обращения: 18.05.2025).

60. Река Дон [Электронный ресурс]. GoToNature.ru, 2022. – Режим доступа: <https://gotonature.ru/1723-reka-don.html> (дата обращения: 15.04.2025).

61. Стерлядь [Электронный ресурс]. Сообщество путешественников. Автомобилем по горному Алтаю, 14.02.2010. – Режим доступа: <http://galt-auto.ru/publ/241-1-0-512> (дата обращения: 20.03.2025).

62. Физическая география - Климат России [Электронный ресурс]. Университет Лобачевского Арзамасский филиал. – Режим доступа: <https://arz.unn.ru/2016-05-16-10-34-33/1168-2016-05-19-06-16-58> (дата обращения: 28.05.2025).

63. Физическая карта России [Электронный ресурс]. Geostudy.ru. – Режим доступа: <https://geostudy.ru/physicalmap.html> (дата обращения: 26.04.2025).

Приложение

Коэффициент поляризации ($K_{\text{п}}$) определяется по формуле:

$$K_{\text{п}} = 1/L, \quad (\text{П. 1})$$

где l — расстояние от анимального полюса до верхнего края ядра (зародышевого пузырька),

L — наибольшее расстояние от анимального до вегетативного полюса [32].

Таблица П. 1.

Режимы преднерестового выдерживания производителей в зависимости от коэффициента поляризации ооцитов ($K_{\text{п}}$) [32]

$K_{\text{п}}$	Необходимый теплозапас, градусо-дней	Продолжительность выдерживания при различных температурах, сут.			
		8–10 °С	12–13 °С	14–16 °С	16–18 °С
0,10	30–50	5–8	3–6	2–5	1–3
0,11	60–70	7–10	4–7	3–6	2–4
0,12	90–100	9–12	5–9	4–7	3–5
0,13	120–150	10–14	9–12	7–8	5–7
0,14	170–200	12–15	10–14	9–12	7–10
0,15	210–250	15–18	12–17	10–14	9–12



Рис. П. 1. Аппарат обесклеивания икры (АОИ) [26]

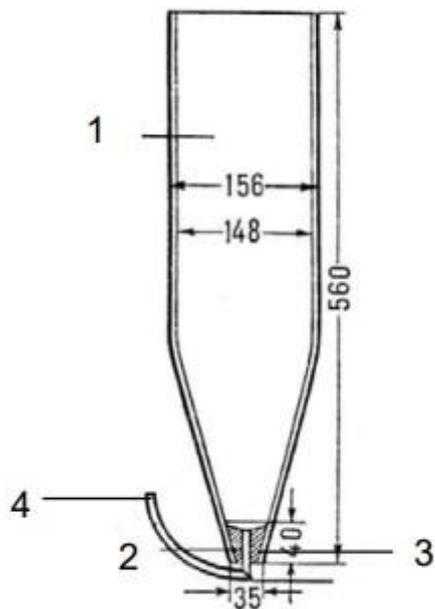


Рис. П. 2. Инкубационный аппарат Вейса: 1 — стеклянный сосуд; 2 — металлическая трубка; 3 — пробка; 4 — водоподающий шланг [26]

Таблица П. 2.
Требования к качеству воды при разведении и выращивании
осетровых рыб [32]

Показатели	ПДК
Прозрачность	30 см
Цветность	30°
рН	7,0–8,0
Углекислота свободная (СО ₂)	10,0 мг/л
Кислород растворённый	4,0 мг/л
Окисляемость перманганатная	10 мгО/л
Сероводород	0,002 мг/л
Кальций	180 мг/л
Магний	40 мг/л
Кадмий	0,003 мг/л
Железо	0,01 мг/л
Свинец	0,003 мг/л
Цинк	0,03 мг/л
Натрий + Калий	120 + 50 мг/л
Хлориды	30 мг/л
Сульфаты	50 мг/л
Фосфаты	0,3 мг/л
Гидрокарбонаты (щёлочность)	7,0–8,0 мг экв/л
	1,0–5,0 ммоль/л
Аммиак (NH ₄ ⁺)	0,5 мг/л
Азот аммиака (NH ₃)	0,003 мг/л
Азот нитритов	0,1 мг/л (мягкая вода)
	0,2 мг/л (жёсткая вода)
Азот нитратов	1,0 мг/л
Жесткость общая	6,0–8,0 мг/л
Биохимическая потребность в кислороде (БПК ₅)	2,0 мгО/л
Взвешенные вещества	10,0 мг/л
Температура акклимации	12 °С
Сублетальные значения	29–34 °С
Оптимальный диапазон	18–21 °С

Таблица П. 3.

Плотность посадки стерляди при выращивании [28]

Масса рыбы, г	Температура воды, °С	Плотность посадки	
		тыс. шт./м ²	тыс. шт./м ³
0,04–0,07	16–17	5–7	25–35
0,07–0,5	17–19	3–5	15–25
0,6–1,0	19–20	2,0	10
1,1–3,0	20–22	1,0	2,5
3,1–4,0	22–24	0,5–0,8	0,7–1,0