



УДК 551.468.4:639.2.03(262.54)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ТИПИЗАЦИИ АЗОВСКИХ ЛИМАНОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В КАЧЕСТВЕ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ДЛЯ ПОЛУПРОХОДНЫХ ВИДОВ РЫБ

© 2022 Ю. В. Косенко¹, Т. О. Барабашин¹, Е. А. Шевцова¹, Е. А. Порошина¹,
В. Н. Белоусов¹, Т. Б. Картамышева¹, А. И. Глубоков²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»), Москва 107140, Россия

E-mail: kosenko_y_v@azniirkh.ru

Аннотация. Азовские лиманы Краснодарского края имеют важное рыбохозяйственное значение, поскольку они служат нерестилищами для ценных полупроходных видов рыб. Высокая чувствительность тарани и судака на ранних стадиях развития к негативному воздействию различных абиотических факторов окружающей среды делает их наиболее зависимыми от гидрохимического состояния водоемов в период размножения. Поскольку гидрохимический режим, в свою очередь, тесно зависит от гидрологического режима и уровня зарастаемости лиманов, его можно использовать в качестве критериального параметра, влияющего на успешность нереста полупроходных рыб и на рост их молоди. В работе предлагается балльная гидрохимическая оценка и выделяются критерии типизации лиманов по их пригодности для нереста и развития молоди судака и тарани на основе материалов, полученных в весенний период 2017–2021 гг. По результатам анализа гидрохимических данных было выделено 3 основных блока для типизации лиманов по их пригодности для воспроизводства полупроходных видов рыб: газовый режим, ионный состав и содержание в воде биогенных элементов с оценкой первичной продукции фитопланктона. Установлено, что азовские лиманы Краснодарского края значительно различаются между собой по гидрохимическому составу воды. Некоторые лиманы характеризуются выраженной вариабельностью гидрохимических и ихтиологических показателей в межгодовой динамике. По гидрохимическим критериям наиболее благоприятными для нереста судака и тарани являлись лиманы Куликово-Ордынской группы (Большой Баштовый, Дончиков, Большой Грущаный) и лиман Куликовский, неблагоприятными — лиманы Рясной, Бойкиевский и Курчанский. Низкий продукционный коэффициент в воде большинства лиманов может отражать высокую степень их зарастаемости макрофитами, борьба с которыми является основным приоритетным направлением для повышения эффективности естественного воспроизводства полупроходных видов рыб. Установлена корреляционная взаимосвязь критериальной оценки лиманов по гидрохимическому режиму и плотности распространения молоди судака и тарани, что подтверждает состоятельность данной работы.

Ключевые слова: азовские лиманы, гидрохимический режим, критерии типизации, лимитирующие факторы, воспроизводство, полупроходные виды рыб

HYDROCHEMICAL CRITERIA FOR TYPIFICATION OF THE AZOV LIMANS OF THE KRASNODAR TERRITORY AS THE SPAWNING GROUNDS FOR SEMI-ANADROMOUS FISH SPECIES

Yu. V. Kosenko¹, T. O. Barabashin¹, E. A. Shevtsova¹, E. A. Poroshina¹,
V. N. Belousov¹, T. B. Kartamysheva¹, A. I. Glubokov²

¹*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia*

²*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"), Moscow 107140, Russia
E-mail: kosenko_y_v@azniirkh.ru*

Abstract. The Azov limans of the Krasnodar Territory are of major fishery importance, as they serve as the spawning grounds for valuable semi-anadromous fish species. Roach and zander at their early stages of development are highly susceptible to the negative effects of various abiotic environmental factors, which makes them very dependent on the hydrochemical status of the water bodies during the spawning season. As the hydrochemical regime, in turn, closely depends on the hydrological regime and the overgrowth area of the limans, it can be used as a criterion parameter that affects the success of spawning of the semi-anadromous fish species and growth of their juveniles. This paper proposes a system of hydrochemical scoring and establishes the criteria for the typification of the limans based on their suitability for spawning and growing of zander and roach following the data collected in the spring season of 2017–2021. Based on the analysis of the hydrochemical data, 3 main blocks for the typification of limans according to their suitability for spawning of semi-anadromous fish species were identified: gas conditions, ionic composition and the content of biogenic components in water along with an assessment of the primary production of phytoplankton. It has been found out that the Azov limans of the Krasnodar Territory vary significantly in terms of the hydrochemical composition of their water. Some limans are characterized by pronounced fluctuations of the hydrochemical and ichthyological characteristics in interannual dynamics. Based on the hydrochemical criteria, the limans of the Kulikov-Ordynsk group (Bolshoy Bashtovy, Donchikov, Bolshoy Grushchany) and the Kulikovskiy Liman were the most favorable for the spawning of zander and roach, and the Ryasnoy, Boykievskiy and Kurchanskiy Limans were the least favorable. The low production coefficient in the water of most limans can be indicative of their high degree of overgrowth with macrophytes, which control is crucial in increasing the efficiency of natural reproduction of semi-anadromous fish species. The correlation between the criterion scoring of the limans based on the hydrochemical regime and the density of distribution of zander and roach juveniles has been established, which confirms the validity of this study.

Keywords: Azov limans, hydrochemical regime, typification criteria, limiting factors, reproduction, semi-anadromous fish species

ВВЕДЕНИЕ

На территории Краснодарского края в районе современной дельты р. Кубань располагается уникальная, обширнейшая группа из сотен водоемов — кубанские лиманы. Всего на территории Краснодарского края в настоящее время насчитывают около 300 лиманов, которые представляют собой мелководные водоемы со средней глубиной от 0,5 до 2,5 м. Рыбохозяйственное значение кубанских

лиманов трудно переоценить: они являются нерестилищами для ценных полупроходных промысловых видов рыб — судака и тарани [1]. Пространственное положение отдельных групп лиманов, неодинаковый объем поступления вод в отдельные системы лиманов, разная классовая принадлежность по солевому составу существенно разнообразят воды кубанских нерестилищ не только по величине минерализации, но и по ионному и биогенному составу.

Эффективность воспроизводства полупроходных рыб в водоемах Азово-Кубанского района зависит от очень многих факторов — как природных, так и антропогенных. Количество нерестовых мигрантов ценных полупроходных видов рыб в последние годы находится на крайне низком уровне, поэтому особенно важно, чтобы условия для воспроизводства на нерестилищах были наиболее благоприятными [2]. Высокая уязвимость судака и тарани на ранних этапах развития к отрицательным воздействиям различных абиотических факторов среды делает их наиболее чувствительными к гидрохимическому состоянию водоемов в период размножения. Поскольку гидрохимический режим, в свою очередь, тесно зависит от гидрологического режима и уровня зарастаемости лиманов, то он может быть использован в качестве критериального параметра, влияющего на успешность нереста судака и тарани и на рост их молоди.

В связи с вышесказанным, в настоящее время является актуальной разработка гидрохимических критериев типизации азовских лиманов Краснодарского края по их пригодности для нереста полупроходных видов рыб и развития их молоди, что и явилось целью нашего исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования гидрохимического режима азовских лиманов Краснодарского края были проведены в период развития молоди полупроходных видов рыб (май) 2017–2021 гг. (за исключением 2020 г.). В воде проводили определение растворенного кислорода [3], pH [4], аммонийного азота и аммиака [5], нитритного азота [6], нитратного азота [7], фосфатного фосфора [8], кремниевой кислоты [9], ионов кальция [10], ионов магния [11], гидрокарбонат-ионов [12] и хлоридов [13]. Уровень первичной продукции и деструкции определяли «методом склянок» [14].

Отбор проб воды осуществляли с поверхностного 0,5-метрового слоя согласно ГОСТ 31861-2012 [15]. Исследования проводились в дневное время суток (с 10:00 до 15:00 часов) для исключения суточной амплитуды колебаний гидрохимических показателей.

Было обследовано 12 лиманов из 4 групп:

1. Ахтарско-Гривенская группа (лиманы Большой Кирпильский в центре лимана и на переходе к Малому Кирпильскому, лиманы Большой Орлиный, Золотые ворота, Пригибский, Рясной, Бойкиевский);

2. лиман Большой Ахтанизовский (акватория наибольшего зарастания лотосом, центр лимана, Пересыпское гирло);
3. Куликово-Курчанская группа (лиманы Курчанский — Соловьевское гирло, о. Чумяной, Новокуликовское гирло; лиман Куликовский);
4. Куликово-Ордынская группа (лиманы Дончиков, Большой Баштовый, Большой Грущаный).

Ихтиологические исследования осуществляли во второй половине июня, когда молодь по физиологическим показателям была готова к скату с нерестилищ в Азовское море. Ихтиологический материал был собран на 201 станции. Количество станций в лиманах установлено с учетом площади из расчета 1 станция на 400–500 га. Обловы водоемов проводились мальковой волокушей. Всего за 4 года исследований было выполнено более 200 обловов. Проанализировано около 1500 экз. молоди судака и тарани.

Построение графического материала, расчет первичных данных и обработку результатов исследования проводили с использованием современных методов статистического анализа в MS Excel и Statistica 10.0. Достоверность различий средней плотности молоди в уловах оценивали с использованием Wilcoxon Matches Pairs Test, различия считались достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее была проведена работа по разработке гидролого-гидрохимических критериев типизации водных объектов Ростовской области с целью разработки рекомендаций для товарного выращивания рыбы [16]. В данной работе для типизации лиманов по их пригодности для нереста полупроходных видов рыб по результатам гидрохимических данных было выделено 3 основных блока:

1-й блок — газовый режим лимана, а также факторы, влияющие на него или зависящие от него: непосредственно растворенный в воде кислород, свободный аммиак, уровень pH воды, а также интенсивность продукционно-деструкционных процессов. Если установлено соответствие ПДК_{р/х} концентраций растворенного кислорода (не менее 6,0 мг/дм³), свободного аммиака (не более 0,05 мг/дм³), уровня pH (6,5–8,5 ед. pH), а продукционный коэффициент (соотношение фотосинтеза к деструкции) отражал превалирование фотосинтеза над деструкционными процессами (составлял

более 1,1), то по каждому показателю выставлялось по 1 баллу. Если значение какого-либо показателя не соответствовало данным условиям, то по нему выставлялось 0 баллов. Таким образом, максимальный балл по 1-му блоку составлял 4 балла.

2-й блок — ионный состав воды. Если концентрации гидрокарбонатов, хлоридов, кальция и соотношение ионов кальция к магнию соответствовали оптимальному для воспроизводственных водоемов уровню, то по 2-му блоку выставлялось 4 балла (по 1 баллу за каждый показатель). В частности, уровень гидрокарбонатов для обеспечения достаточной буферной емкости воды не должен быть ниже 180 и выше 400 мг/дм³. Для оптимального нереста и развития молоди полупроходных рыб благоприятная концентрация хлоридов — не выше 2700 мг/дм³, кальция — не более 40 мг/дм³, соотношение кальция к магнию должно превышать 1,0 [2, 17]. Если значение какого-либо показателя не соответствовало оптимуму, то по нему выставлялось 0 баллов. Максимальный балл по 2-му блоку также равнялся 4.

3-й блок — содержание в воде биогенных элементов (азот аммонийный, нитритный, нитратный, фосфаты, кремнекислота), а также интенсивность продукционных процессов фитопланктона в воде.

Если на исследуемом водоеме концентрации биогенных веществ не превышали ПДК_{р/х} и не лимитировали развитие фитопланктона, то по каждому биогенному элементу выставлялось по 0,5 балла. Поскольку интенсивность продукционных процессов фитопланктона является отражением биогенного питания, то данный показатель также был включен в 3-й блок. Если интенсивность первичного продуцирования органических веществ была выше 0,3 мг С/дм³ сут. при благоприятном продукционном коэффициенте (выше 1,1), то по данному показателю также присваивалось 0,5 балла. Если по какому-либо показателю нарушались вышеуказанные условия, он оценивался в 0 баллов. Максимальный балл по 3-му блоку составлял 3 балла.

Таким образом, максимальная сумма баллов соответствовала 11. Если средняя сумма баллов за 3 года наблюдений составляла 9,0–11,0, то лиман оценивался как благоприятный по гидрохимической характеристике для нереста полупроходных видов рыб и развития их молоди, при средней сумме 7,9–8,9 он считался условно благоприятным, менее 7,8 — неблагоприятным.

Сумма баллов исследуемых лиманов за 2017–2021 гг., их средний итоговый балл и общая оценка отражены в табл. 1.

Таблица 1. Балльная характеристика и оценка лиманов за 2017–2021 гг.

Table 1. Score characterization and assessment of the limans for 2017–2021

Название лимана Name of the liman	Период исследований Investigation period				Итоговый средний балл Final average score	Общая оценка General assessment
	2017	2018	2019	2021		
1	2	3	4	5	6	7
Ахтарско-Гривенская группа / Akhtarsk-Grivensk group						
Б. Кирпильский, на переходе к Малому Bolshoy Kirpil'skiy, at the junction with the Maly Kirpil'skiy	9,5	10,0	7,0	8,5	8,8	условно благоприятный provisionally favorable
Б. Кирпильский, середина Bolshoy Kirpil'skiy, the middle	8,5	7,0	7,5	9,5	8,1	
Б. Орлиный Bolshoy Orliny	8,5	9,5	8,0	8,5	8,6	условно благоприятный provisionally favorable
Золотые ворота Zolotye Vorota (Golden Gate)	8,5	7,0	8,0	11,0	8,6	условно благоприятный provisionally favorable

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4	5	6	7
Пригибский Prigibskiy	8,5	10,0	7,0	8,0	8,4	условно благоприятный provisionally favorable
Рясной Ryasnoy	5,5	8,0	7,5	10,0	7,8	неблагоприятный unfavorable
Бойкиевский Boykievskiy	6,5	6,5	8,0	9,5	7,6	неблагоприятный unfavorable
лиман Большой Ахтанизовский / Bolshoy Akhtanizovskiy Liman						
лотосы lotuses	8,5	8,5	7,5	9,0	8,4	условно благоприятный provisionally favorable
середина middle	8,0	8,5	8,0	8,0	8,1	
гирло mouth	9,5	9,5	7,5	7,5	8,5	
Куликово-Курчанская группа / Kulikov-Kurchansk group						
Курчанский, гирло Соловьевское Kurchanskiy, Solovyevsk Girlo	6,5	7,5	7,0	8,0	7,3	неблагоприятный unfavorable
Курчанский, о. Чумяный Kurchanskiy, Chumyany Island	6,5	7,0	8,5	7,0	7,3	
Курчанский, гирло Новокуликовское Kurchanskiy, Novokulikovsk Girlo	6,5	7,0	7,5	7,0	7,0	
Куликовский Kulikovskiy	9,5	9,0	10,5	11,0	10,0	благоприятный favorable
Куликово-Ордынская группа / Kulikov-Ordynsk group						
Б. Баштовый Bolshoy Bashtovy	9,5	9,5	9,0	11,0	9,8	благоприятный favorable
Дончиков Donchikov	9,5	10,0	10,5	11,0	10,3	благоприятный favorable
Б. Грущаный Bolshoy Grushchany	10,0	10,5	9,5	10,0	10,0	благоприятный favorable

Таким образом, по гидрохимическим характеристикам из 12 исследуемых лиманов 4 лимана (33 %) были отнесены к благоприятным для нереста судака и тарани, 5 лиманов (42 %) признаны условно благоприятными и 3 лимана (25 %) — неблагоприятными.

Большинство лиманов Ахтарско-Гривенской группы в качестве воспроизводственных водоемов являлись условно благоприятными. По гидрохимическому режиму лиманы Ахтарско-Гривенской системы относятся к лиманам, подверженным стоку воды с рисовых полей, который в значительной мере определяет их гидрохимическую характеристику [1]. Чаще всего в данных лиманах

были зафиксированы повышенная деструкция органических веществ и низкий уровень первичного продуцирования органического вещества фитопланктоном. При этом в 2019 г. в лимане Большом Кирпильском на переходе к Малому Кирпильскому были также отмечены выраженное защелачивание воды (до 8,98 ед. рН) и сниженная концентрация кальция (28 мг/дм³) и гидрокарбонатов (148 мг/дм³). В 2018 г. в центре лимана Б. Кирпильский и в лимане Золотые ворота фиксировались защелачивание воды (8,74 и 9,62 ед. рН) и неблагоприятное для нереста полупроходных рыб соотношение ионов кальция к магнию (0,80 и 0,48). В воде лимана Пригибский в 2019 г. отмечали защелачивание

(8,59 ед. рН), сниженную концентрацию гидрокарбонат-ионов (174 мг/дм^3) и лимитирование развития фитопланктона по фосфатам ($0,004 \text{ мг/дм}^3$). Наиболее устойчивый гидрохимический режим за 4 года мониторинга отмечен в лимане Большой Орлиный (рис. 1).

Лиманы Рясной и Бойкиевский были отнесены к неблагоприятным для нереста полупроходных рыб. Эти лиманы имели сходную гидрохимическую характеристику: повышенная деструкция и, как правило, низкая первичная продукция органических веществ фитопланктоном; сниженная буферная емкость воды при низких концентрациях гидрокарбонат-ионов и, как следствие, защелачивание воды; соотношение ионов кальция к магнию чаще всего характеризовалось как неблагоприятное для нереста и развития молоди полупроходных видов рыб. В 2017 г. в лимане Рясной также зафиксирован низкий уровень кальция в воде (36 мг/дм^3). В 2021 г. в данных лиманах отмечен благоприятный гидрохимический режим; тем не менее, по среднему баллу они были отнесены к неблагоприятным по среде обитания для воспроизводства судака и тарани (рис. 1).

Лиман Большой Ахтанизовский характеризовался как условно благоприятный для нереста полупроходных рыб и развития их молоди. На площади наибольшего зарастания лотосом орехоносным *Nelumbo nucifera* гидрохимическая характеристика воды за период 2017–2021 гг. различалась. В 2017 г. наблюдали снижение растворенно-

го в воде кислорода до $5,9 \text{ мг/дм}^3$, а также низкую активность фотосинтеза фитопланктона и повышенную деструкцию органических веществ, что вполне закономерно для условий зарастания акватории лотосами. В 2018 г. интенсивность фотосинтеза была выше, кислородный режим характеризовался как благоприятный, при этом сохранилась тенденция высокой интенсивности процессов деструкции; наблюдали сниженную концентрацию гидрокарбонатов, а также лимитирование развития фитопланктона по фосфатам, возможно вследствие потребления фосфатов лотосом. В 2019 г. на акватории зарастания лотосом в лимане отмечали не только нарушение соотношения и интенсивности продукционно-деструкционных процессов, но и сниженную концентрацию гидрокарбонатов и дефицит фосфатов. В 2021 г. вследствие достаточного поступления пресных вод через р. Казачий Ерик и отсутствия листьев лотоса на поверхности воды на данной акватории зафиксирован благоприятный гидрохимический режим (рис. 2).

В центре лимана Большой Ахтанизовский отмечали сниженное содержание в воде гидрокарбонатов ($131\text{--}166 \text{ мг/дм}^3$ в 2017–2019 гг.), не достаточное для обеспечения буферной емкости воды. Кроме того, в 2018–2019 гг. на данной акватории отмечали дефицит фосфатов (значения находились на уровне аналитического нуля), а в 2019 г. зафиксировано лимитирование развития диатомовых водорослей по кремниевой кислоте, концентрация которой составляла $0,39 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 2). Дефицит

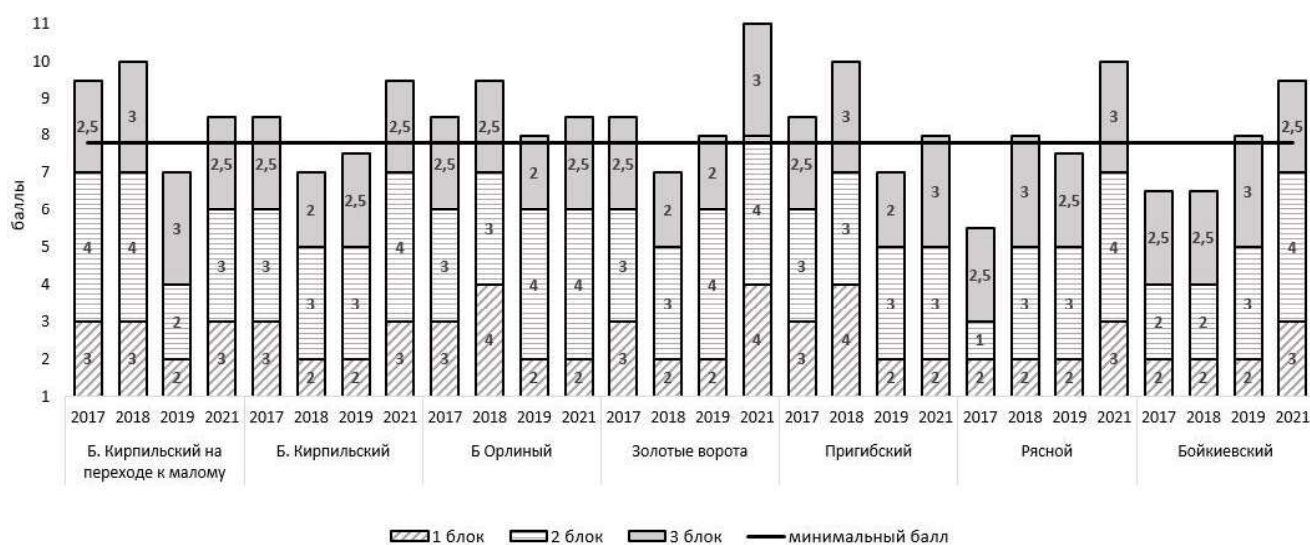


Рис. 1. Расширенная балльная характеристика лиманов Ахтарско-Гривенской группы за 2017–2021 гг.

Fig. 1. Extended score characterization of the limans from the Akhtarsk-Grivensk group for 2017–2021

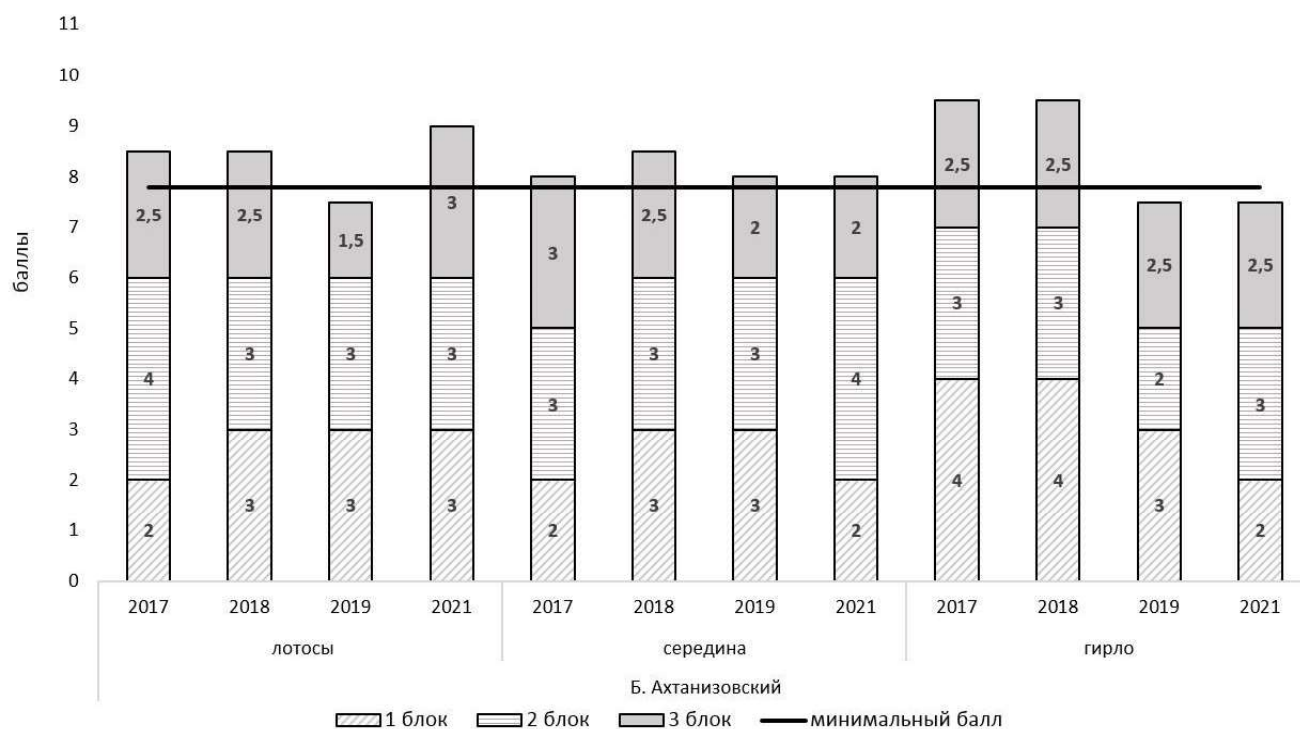


Рис. 2. Расширенная балльная характеристика лимана Большой Ахтанизовский за 2017–2021 гг.

Fig. 2. Extended score characterization of the Bolshoy Akhtanizovskiy Liman for 2017–2021

минерального фосфора характерен для центральной части Большого Ахтанизовского лимана и, по наблюдениям Е.П. Цуниковой [2], был зафиксирован еще в период 1973–1985 гг.

Для Пересыпского гирла лимана Большой Ахтанизовский были характерны лимитирование развития фитопланктона по фосфатам или кремниевой кислоте, снижение уровня гидрокарбонат-ионов, в 2019 г. — неблагоприятное соотношение ионов кальция к магнию вследствие влияния морских вод, в 2021 г. — защелачивание и активизация деструкционных процессов в воде (рис. 2). Тем не менее, в гирле лимана нерест полупроходных видов рыб не происходит, равно как и рост их молоди, и важность гирла заключается в связи лимана с Азовском морем.

В целом, достаточно благоприятные условия гидрохимического режима в Большом Ахтанизовском лимане поддерживаются только за счет поступления пресных вод р. Кубань через рукав Казачий Ерик, что четко проявилось в 2021 г. при высоком объеме кубанского речного стока. Согласно данным литературы, активное разрастание лотоса приводит к потере площадей водоема, пригодных для эффективного нереста рыб, что особенно заметно на примере судака, тогда как тарань менее

требовательна к условиям среды обитания и для ее размножения в Большом Ахтанизовском лимане пока еще сохраняются благоприятные места нереста. В самих зарослях лотоса молодь рыб вообще отсутствует. Листья лотоса полностью закрывают водную поверхность лимана, в результате чего проникновение солнечного света затруднено и развитие кормовой базы минимально [2].

Среди лиманов Куликово-Курчанской группы было обследовано два основных крупных лимана — Куликовский и Курчанский (гирла Новокуликовское и Соловьевское, акватория о. Чумяной). По гидрохимическим критериям лиман Курчанский характеризовался как водоем, неблагоприятный для воспроизводства судака и тарани. Прежде всего, в воде данного лимана установлено высокое содержание хлоридов (3272–4293 мг/дм³) и неудовлетворительное соотношение ионов кальция к магнию (0,39–0,78), что негативно отражается на нересте, развитии эмбрионов и молоди полупроходных рыб. В 2017–2018 гг. наблюдали защелачивание воды и высокую интенсивность деструкционных процессов, а в 2019 г. и 2021 г. — дефицит фосфатов. В целом, по гидрохимическим критериям условия в лимане Куликовском как воспроизводственном водоеме были благоприятными (рис. 3).

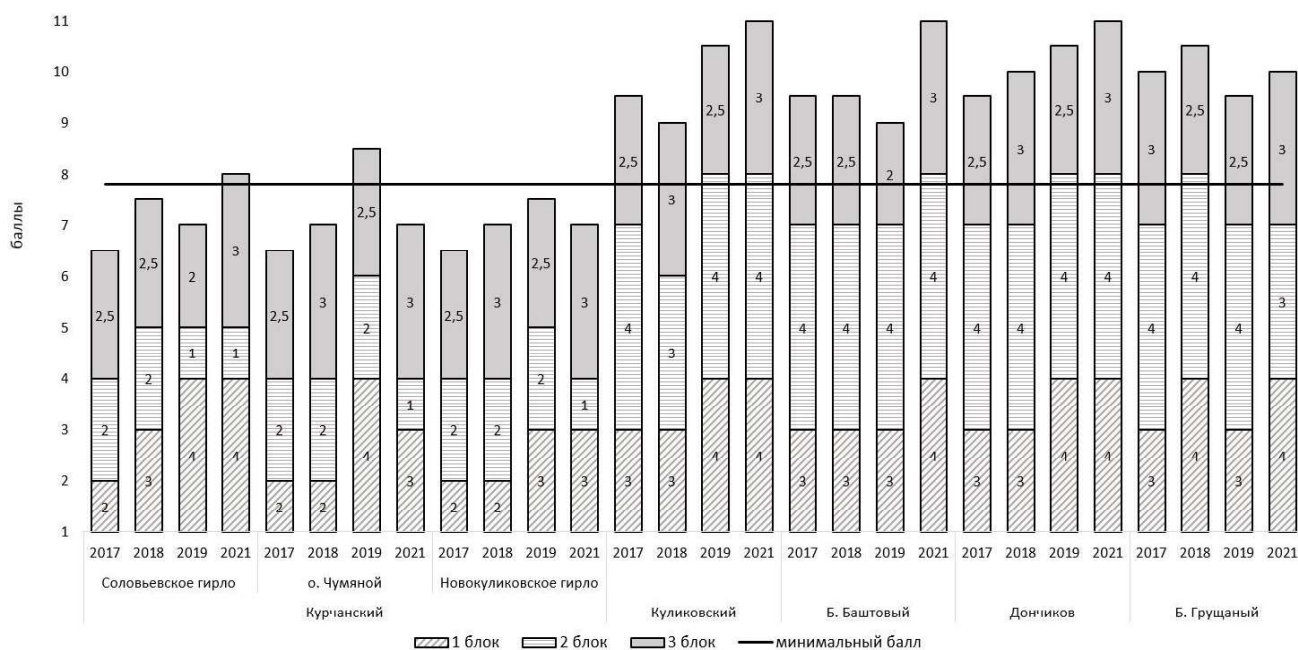


Рис. 3. Расширенная балльная характеристика Куликово-Курчанской и Куликово-Ордынской групп за 2017–2021 гг.

Fig. 3. Extended score characterization of the Kulikov-Kurchansk and Kulikov-Ordynsk groups for 2017–2021

Среди лиманов Куликово-Ордынской группы все исследуемые лиманы — Большой Баштовый, Дончиков и Большой Грущаный — характеризовались как благоприятные по гидрохимическим показателям для нереста полупроходных видов рыб. Тем не менее, в лимане Дончиков в течение всего периода наблюдений (за исключением 2021 г.) фиксировалось повышенное содержание в воде нитритного азота (до $0,039 \text{ мг/дм}^3$), что отражает свежее загрязнение воды азотсодержащими веществами. Лиманы Баштовый и Грущаный при благоприятном гидрохимическом режиме характеризовались, как правило, повышенной деструкцией, а также дефицитом нитратов и/или фосфатов в некоторые годы. Возможно, это связано с их потреблением фитопланктоном, поскольку интенсивность первичного продуцирования в воде данных лиманов была высокой.

Необходимо указать на еще одну важнейшую закономерность, выявленную при анализе полученных материалов, — высокую интенсивность расходования кислорода на деструкционные процессы в воде исследуемых лиманов. Согласно предложенной нами оценке, интенсивность деструкционных процессов в лиманах в поздневесенний период года не должна превышать интенсивность фотосинтеза, т. е. соотношение фото-

синтеза к деструкции (продукционный коэффициент) должно быть более 1,1.

В лиманах повышенная деструкционная активность связана, как правило, с их зарастаемостью макрофитами. Установлено, что степень зарастаемости лиманов высшей водной растительностью в наибольшей степени влияет на гидрохимический режим и величину биомассы фитопланктона. Избыточное разрастание макрофитов приводит к накоплению органических веществ, потреблению биогенного питания, затемнению и выделению токсичных веществ, что угнетает развитие фитопланктона [18].

На рис. 4 показано, что все лиманы в определенные годы наблюдений характеризовались неблагоприятным соотношением процессов фотосинтеза к деструкции, за исключением двух лиманов — Куликовского и Дончиков. Данные лиманы отличались низкой степенью зарастаемости высшей водной растительностью в исследуемый период. В настоящее время проводится работа по изучению зарастаемости азовских лиманов, что позволит более детально оценить состояние среды обитания полупроходных видов рыб.

В работах Е.П. Цуниковой [2] показано, что еще в начале 2000-х гг. во многих лиманах фитомасса погруженных макрофитов достигала 60–80 т/га

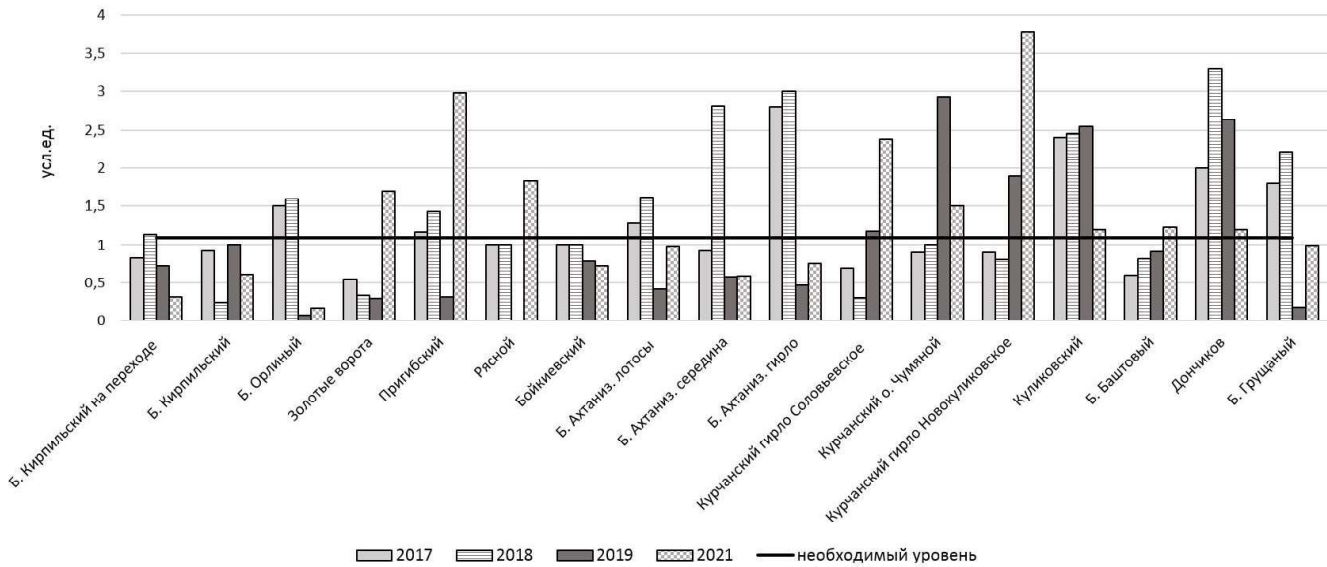


Рис. 4. Продукционный коэффициент (усл. ед.) в воде исследуемых лиманов за 2017–2021 гг.

Fig. 4. Production coefficient (conditional units) in the water of the investigated limans for 2017–2021

при оптимальной для успешного размножения судака 15–20 т/га и тарани — до 30 т/га.

Установлено, что основная масса пресной воды должна поступать в лиманы в преднерестовый и нерестовый периоды; при этом во второй половине года должно наблюдаться сокращение и даже полное прекращение стока, что способствует осушению плавневой зоны, повышению солености, промерзанию значительной площади лиманов в осенне-зимний период и, как следствие, гибели макрофитов. Однако сброс воды с рисовых чеков во второй половине года не позволяет максимально эффективно эксплуатировать азовские лиманы Краснодарского края. В условиях теплых зим водная растительность не отмирает, а ее избыточное разрастание в итоге приводит к снижению рыбохозяйственной значимости лиманов. Зарыбление если и проводится, то в очень ограниченном количестве, а эксплуатация шлюзов регуляторов зачастую не выполняет своих задач в рамках выращивания и выпуска молоди полупроходных рыб в целях повышения продуктивности. При этом многие гидротехнические сооружения уже разрушены и в течение длительного времени не эксплуатируются и не восстанавливаются. Кроме того, в 1990-х гг. на лиманах практически не велась ни расчистка гирл, ни борьба с зарастанием [2].

Таким образом, для нормализации гидрохимического режима лиманов и повышения их пригодности для нереста судака и тарани в настоящее

время крайне необходимо проводить значительные мелиоративные работы по борьбе с макрофитами, обеспечивать достаточную подачу пресной воды в лиманы в первой половине года, проводить расчистку гирл, отремонтировать и ввести в эксплуатацию гидротехнические сооружения. Следует отметить, что в настоящее время действует Федеральная целевая программа мелиорации кубанских лиманов, согласно которой ежегодно ведутся работы по расчистке водоподводящих каналов, межлиманных соединений и морских гирл.

Ниже на рис. 5 представлено картирование лиманов по их пригодности в качестве воспроизводственных водоемов, где можно отметить отсутствие территориальных закономерностей по гидрохимическим критериям пригодности лиманов для нереста полупроходных видов рыб.

Курчанский лиман, будучи по гидрохимическим показателям неблагоприятным для воспроизводства полупроходных видов рыб, характеризовался, прежде всего, лимитирующим влиянием хлоридов. В исследованиях Е.А. Порошиной с соавт. [19] показана зависимость плотности судака и тарани в уловах от изменения солености воды. Повышение солености воды в Курчанском лимане до значений 6,76–7,72 ‰ создало крайне неблагоприятные условия для воспроизводства судака и тарани в 2017–2018 гг. В 2019 г. соленость в данном лимане значимо не изменилась, в 2021 г. — снизилась до 6,02–6,78 ‰, что привело к увеличению плотности



Рис. 5. Картирование лиманов и их ранжирование по гидрохимическим критериям пригодности для нереста полупроходных рыб: синий цвет — благоприятные, зеленый цвет — условно благоприятные, красный цвет — неблагоприятные

Fig. 5. Mapping of the limans and their ranking based on the hydrochemical criteria of the suitability for spawning of semi-anadromous fish species: blue color denotes favorable limans, green color denotes provisionally favorable, and red color denotes unfavorable ones

молоди полупроходных видов рыб до 7400 шт./га (табл. 2).

Для подтверждения достоверности критериальной оценки лиманов был проведен анализ плотности молоди судака и тарани в уловах за исследуемый период (шт./га). В лиманах с благоприятным гидрохимическим режимом — Куликовский и лиманы Куликово-Ордынской группы — плотность в уловах молоди полупроходных видов рыб варьировала в разные годы от 2800 до 7000 шт./га. Высокая плотность молоди судака и тарани (7000 шт./га) зафиксирована в 2020 г. в Куликовском лимане при

максимальном критериальном балле (11 баллов). Условно благоприятные по гидрохимическому режиму лиманы характеризовались варьированием плотности молоди в уловах от 867 до 7400 шт./га. В неблагоприятных по среде обитания лиманах плотность молоди полупроходных видов рыб в уловах была наиболее низкой и составляла от 0 (отсутствие молоди) до 3440 шт./га (табл. 2).

Усредненные значения балльной характеристики лиманов и плотности молоди в уловах отражены на рис. 6. Показано, что средняя плотность молоди полупроходных видов рыб в

Таблица 2. Плотность молоди судака и тарани в азовских лиманах Краснодарского края за 2017–2021 гг, шт./га
Table 2. Density of zander and roach juveniles in the Azov limans of the Krasnodar Territory for 2017–2021, ind./ha

Название лимана Name of the liman	Период исследований Investigation period				Общая оценка General assessment
	2017	2018	2019	2021	
Ахтарско-Гривенская группа / Akhtarsk-Grivensk group					
Б. Кирпильский, середина Bolshoy Kirpil'skiy, the middle	867	2000	2333	2167	условно благоприятный provisionally favorable
Б. Орлиный Bolshoy Orliny	3600	2600	2000	4222	условно благоприятный provisionally favorable
Золотые ворота Zolotye Vorota (Golden Gate)	3800	3200	2667	5556	условно благоприятный provisionally favorable
Пригибский Prigibskiy	1600	2800	2222	3000	условно благоприятный provisionally favorable
Рясной Ryasnoy	1040	1520	1867	3067	неблагоприятный unfavorable
Бойкиевский Boykievskiy	960	1280	2267	2400	неблагоприятный unfavorable
лиман Большой Ахтанизовский / Bolshoy Akhtanizovskiy Liman					
середина middle	1320	3640	2960	7400	условно благоприятный provisionally favorable
Куликово-Курчанская группа / Kulikov-Kurchansk group					
Курчанский Kurchanskiy	480	0	1400	3440	неблагоприятный unfavorable
Куликовский Kulikovskiy	2800	6500	3500	7000	благоприятный favorable
Куликово-Ордынская группа / Kulikov-Ordynsk group					
Б. Баштовый Bolshoy Bashtovy Дончиков Donchikov Б. Грущаный Bolshoy Grushchany	–	4933	3667	5333	благоприятные favorable

благоприятных по среде обитания лиманах составляла 4644–4950 шт./га, тогда как в неблагоприятных — 1330–1874 шт./га. Условно благоприятные лиманы, вследствие неустойчивости их гидрохимического режима, характеризовались наиболее значительным средним разбросом плотности молоди — от 1842 шт./га в Большом Кирпильском лимане до 3830 шт./га в лимане Большой Ахтанизовский. Условно благоприятные по гидрохимическому режиму лиманы имели достоверные различия ($p < 0,05$, Wilcoxon Test) по плотности молоди в уловах относительно неблагоприятных лиманов (исключением являлся лиман Большой Кирпильский; $p > 0,05$, Wilcoxon Test). В благоприятных по

критериальной оценке лиманах отмечены достоверно ($p < 0,05$, Wilcoxon Test) более высокие показатели плотности молоди в уловах относительно всех условно благоприятных и неблагоприятных лиманов (рис. 6).

Установлена корреляционная взаимосвязь критериальной оценки лиманов по гидрохимическому режиму и плотности молоди судака и тарани ($r = 0,72$; $p < 0,05$), что подтверждает состоятельность данной работы (рис. 7).

Таким образом, предложенная балльная характеристика лиманов по гидрохимическому режиму может быть использована в качестве оценки их пригодности для воспроизводства судака и тарани.

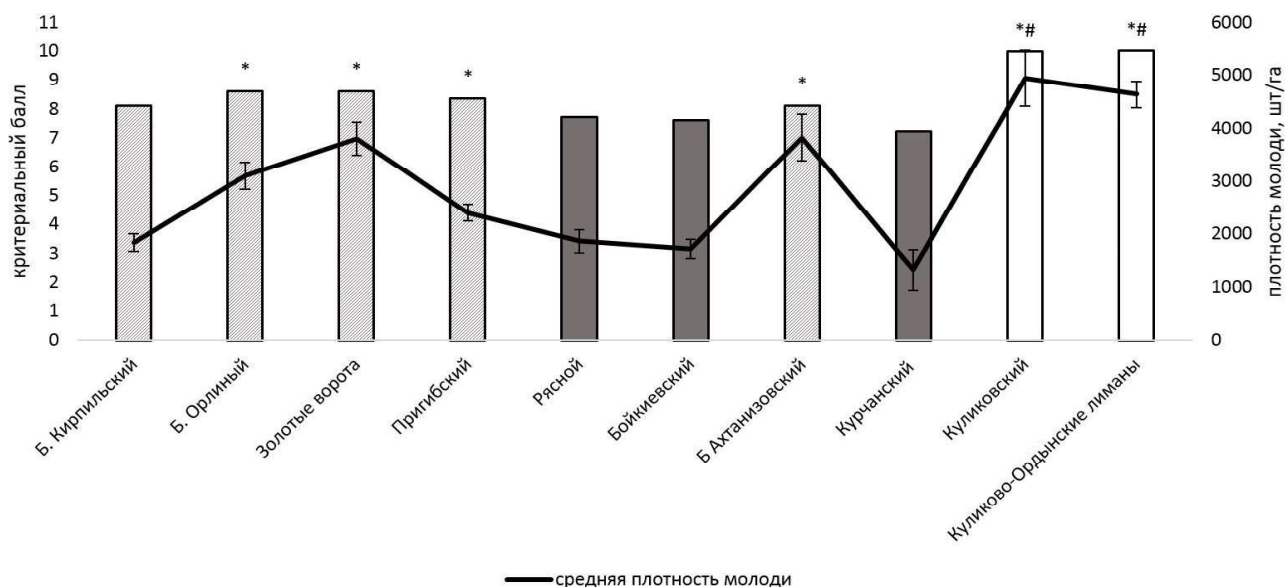


Рис. 6. Средние значения критериального балла и плотности молоди в уловах (шт./га) полупроходных видов рыб в лиманах за период 2017–2021 гг.:

белый цвет — благоприятные, штриховка по диагонали — условно благоприятные, серый цвет — неблагоприятные лиманы; * — различия по уловам достоверны относительно лиманов с неблагоприятным гидрохимическим режимом; # — различия по уловам достоверны относительно лиманов с условно благоприятным гидрохимическим режимом

Fig. 6. Average values of the criterion score and the density of juveniles in catches (ind./ha) of semi-anadromous fish species in the limans for 2017–2021:

white color denotes favorable limans, diagonal hatching denotes provisionally favorable, and gray color denotes unfavorable limans; * — differences in catches are significant relative to the limans with unfavorable hydrochemical regime; # — differences in catches are significant relative to the limans with provisionally favorable hydrochemical regime

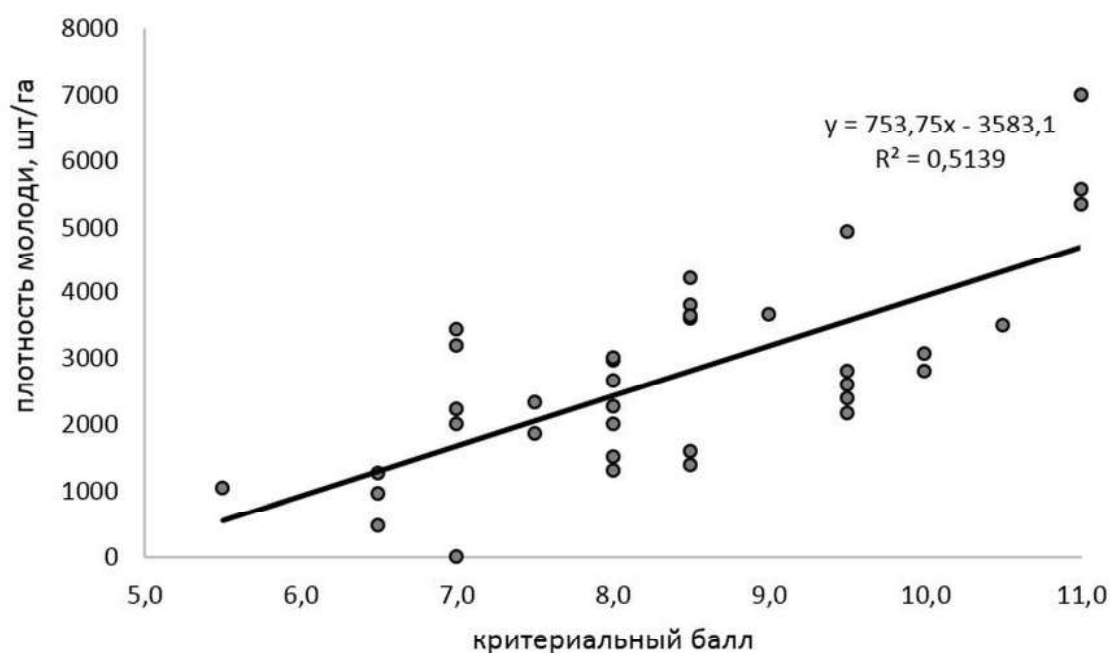


Рис. 7. Корреляционная взаимосвязь критериального балла лиманов и плотности молоди в уловах (шт./га)

Fig. 7. Correlation between the criterion score of the limans and the density of juveniles in catches (ind./ha)

ВЫВОДЫ

Предлагается балльная гидрохимическая оценка по нескольким блокам и выделяются критерии типизации лиманов по их пригодности для нереста и развития молоди полупроходных видов рыб — судака и тарани.

1. Установлена взаимосвязь средних значений плотности молоди судака и тарани в уловах и предложенной критериальной оценки лиманов по гидрохимическому режиму.
2. Лиманы Куликово-Ордынской группы по гидрохимическим критериям являлись благоприятными для нереста судака и тарани.
3. Высокая концентрация хлоридов в воде Курчанского лимана являлась лимитирующим фактором для воспроизводства полупроходных видов рыб.
4. Азовские лиманы Краснодарского края значительно различаются между собой по гидрохимическому составу воды. Некоторые лиманы характеризуются выраженной вариабельностью гидрохимических и ихтиологических показателей в межгодовой динамике.
5. Установлено отсутствие территориальных закономерностей по гидрохимическим критериям пригодности лиманов для нереста полупроходных видов рыб.
6. Низкий продукционный коэффициент в воде большинства лиманов может отражать высокую степень их зарастаемости макрофитами, борьба с которыми является приоритетным направлением для повышения эффективности естественного воспроизводства полупроходных видов рыб.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории гидрологии Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») за предоставленный материал по солености Курчанского лимана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богучарсков В.Т., Иванов А.А. Дельта Кубани. Ростов-н/Д.: Изд-во Ростовского государственного университета, 1979. 106 с.
2. Цуникова Е.П. Водоемы Восточного Приазовья — рыбохозяйственное значение и оптимизация использования. Ростов-н/Д.: Медиаполис, 2006. 225 с.
3. РД 52.24.419-2019 Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика измерений йодометрическим методом / Сост. Ю.А. Андреев, Е.С. Килейнова, А.А. Назарова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2019. 28 с.
4. РД 52.24.495-2017 Водородный показатель вод. Методика измерений потенциометрическим методом / Сост. Ю.А. Андреев, О.А. Михайленко, А.А. Назарова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2017. 11 с.
5. РД 52.24.383-2018 Массовая концентрация аммонийного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего / Сост. Ю.А. Андреев, Н.С. Тамбиева, В.Е. Котова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2018. 39 с.
6. РД 52.24.518-2008 Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)этилендиаминдигидрохлоридом / Сост. Л.В. Боева, Ю.А. Андреев. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2008. 25 с.
7. РД 52.24.523-2009 Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с сульфаниламидом и N-(1-нафтил)этилендиамин дигидрохлоридом после восстановления в кадмиевом редуторе / Сост. Л.В. Боева, Ю.А. Андреев, О.В. Болотова, В.А. Волненко. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2009. 30 с.
8. РД 52.24.382-2019 Массовая концентрация фосфатного фосфора в водах. Методика измерений фотометрическим методом / Сост. Ю.А. Андреев, Е.С. Килейнова, И.А. Рязанцева, А.А. Назарова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2019. 24 с.
9. РД 52.24.433-2018 Массовая концентрация кремния в водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде желтой формы молибдокремниевой кислоты / Сост. Ю.А. Андреев, Е.С. Килейнова, Т.С. Евдокимова, А.А. Назарова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2018. 23 с.
10. РД 52.24.403-2018 Массовая концентрация ионов кальция в водах. Методика измерений титриметрическим методом с трилоном Б / Сост. Ю.А. Андреев, Т.С. Евдокимова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2018. 26 с.
11. РД 52.24.395-2017 Жесткость воды. Методика измерений титриметрическим методом с трилоном Б / Сост. Ю.А. Андреев, Т.С. Евдокимова. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2017. 29 с.
12. РД 52.24.493-2020 Массовая концентрация гидрокарбонатов и щелочность поверхностных вод.

- Методика измерений титриметрическим методом / Сост. Ю.А. Андреев, В.Е. Котова, Е.Л. Селютина. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2020. 44 с.
- РД 52.24.407-2017 Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика измерений аргентометрическим методом / Сост. Ю.А. Андреев, О.А. Михайленко, Е.Л. Селютина. Ростов-н/Д.: Росгидромет, изд-во Гидрохимического института, 2017. 22 с.
 - Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под. ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 530 с.
 - ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Издательство стандартов, 2012. 35 с.
 - Барабашин Т.О., Косенко Ю.В., Жукова С.В., Белоусов В.Н., Кораблина И.В. Гидролого-гидрохимические критерии типизации водных объектов для организации товарной аквакультуры в южном и юго-восточном районах Ростовской области // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3, № 4. С. 7–24. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_4_7.
 - Лещинская А.С. Выживание икры, личинок и мальков кубанской тарани в азовской воде различной солености // Труды ВНИРО. 1955. Т. 31, вып. 2. С. 97–107.
 - Драгунова Д.А. Гидрохимическая характеристика кубанских дельтовых лиманов : автореф. дис. канд. хим. наук. Ростов-н/Д.: Изд-во Гидрохимического института, 1971. 29 с.
 - Порошина Е.А., Попова Т.М., Безрукавая Е.А. Влияние солености на эффективность воспроизводства судака и тарани в Курчанском лимане Темрюкского района Краснодарского края // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 3–4. С. 91–96. doi:10.47921/2619-1024_2018_1_3-4_91.
- ## REFERENCES
- Bogucharskov V.T., Ivanov A.A. Del'ta Kubani [The Kuban Delta]. Rostov-on-Don: Rostovskiy gosudarstvennyy universitet [Rostov State University] Publ., 1979, 106 p. (In Russian).
 - Tsunikova E.P. Vodoemy Vostochnogo Priazov'ya — rybokhozyaystvennoe znachenie i optimizatsiya ispol'zovaniya [Water bodies of the eastern Azov Region: their fishery significance and optimization of their practical use]. Rostov-on-Don: Mediapolis Publ., 2006, 225 p. (In Russian).
 - RD 52.24.419-2019 Massovaya kontsentratsiya rastvorennoy kisloroda v vodakh. Metodika izmereniy yodometricheskim metodom [Regulatory Document 52.24.419-2019 Mass concentration of dissolved oxygen in water. Method of performing measurements using the iodometric method]. Yu.A. Andreev, E.S. Kileynova, A.A. Nazarova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2019, 28 p. (In Russian).
 - RD 52.24.495-2017 Vodorodnyy pokazatel' vod. Metodika izmereniy potentsiometricheskim metodom [Regulatory Document 52.24.495-2017 Hydrogen index of water. Method of performing measurements using the potentiometric method]. Yu.A. Andreev, O.A. Mikhaylenko, A.A. Nazarova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2017, 11 p. (In Russian).
 - RD 52.24.383-2018 Massovaya kontsentratsiya ammoniynogo azota v vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom v vide indofenolovogo sinego [Regulatory Document 52.24.383-2018 Mass concentration of ammonium nitrogen in water. Methodology of performing measurements using the photometric method by means of indophenol blue]. Yu.A. Andreev, N.S. Tambieva, V.E. Kotova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2018, 39 p. (In Russian).
 - RD 52.24.518-2008 Massovaya kontsentratsiya nitritov v vodakh. Metodika vypolneniya izmereniy fotometricheskim metodom s sul'fanilamidom i N-(1-naftil)etilendiamina digidrokhlidom [Regulatory Document 52.24.518-2008 Mass concentration of nitrites in water. Methodology of performing measurements using the photometric method with sulfanilamide and N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride]. L.V. Boeva, Yu.A. Andreev (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2008, 25 p. (In Russian).
 - RD 52.24.523-2009 Massovaya kontsentratsiya nitratov v vodakh. Metodika vypolneniya izmereniy fotometricheskim metodom s sul'fanilamidom i N-(1-naftil)etilendiamina digidrokhlidom posle vosstanovleniya v kadmievom reduktore [Regulatory Document 52.24.523-2009 Mass concentration of nitrates in water. Methodology of performing measurements using the photometric method with sulfanilamide and N-(1-Naphthyl)ethylenediamine dihydrochloride after reduction in a cadmium reduction unit]. L.V. Boeva, Yu.A. Andreev, O.V. Bolotova, V.A. Volnenko (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2009, 30 p. (In Russian).
 - RD 52.24.382-2019 Massovaya kontsentratsiya fosfatnogo fosfora v vodakh. Metodika izmereniy

- fotometricheskim metodom [Regulatory Document 52.24.382-2019 Mass concentration of phosphate phosphorus in water. Methodology of performing measurements using the photometric method]. Yu.A. Andreev, E.S. Kileynova, I.A. Ryazantseva, A.A. Nazarova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2019, 24 p. (In Russian).
9. RD 52.24.433-2018 Massovaya kontsentratsiya kremniya v vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom v vide zheltoy formy molibdokremnievoy kisloty [Regulatory Document 52.24.433-2018 Mass concentration of silicon in waters. Methodology of performing measurements using the photometric method in a yellow form of molybdenum silicic acid]. Yu.A. Andreev, E.S. Kileynova, T.S. Evdokimova, A.A. Nazarova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2018, 23 p. (In Russian).
 10. RD 52.24.403-2018 Massovaya kontsentratsiya ionov kal'tsiya v vodakh. Metodika izmereniy titrimetricheskim metodom s trilonom B [Regulatory Document 52.24.403-2018 Mass concentration of calcium ions in waters. Measurement technique using the trilon B titrimetric method]. Yu.A. Andreev, T.S. Evdokimova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2018, 26 p. (In Russian).
 11. RD 52.24.395-2017 Zhestkost' vody. Metodika izmereniy titrimetricheskim metodom s trilonom B [Regulatory Document 52.24.395-2017 Water hardness. Measurement technique using the trilon B titrimetric method]. Yu.A. Andreev, T.S. Evdokimova (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2017, 29 p. (In Russian).
 12. RD 52.24.493-2020 Massovaya kontsentratsiya gidrokarbonatov i shchelochnost' poverkhnostnykh vod. Metodika izmereniy titrimetricheskim metodom [Regulatory Document 52.24.493-2020 Mass concentration of hydrocarbonates and alkalinity of surface waters. Measurement technique using titrimetric method]. Yu.A. Andreev, V.E. Kotova, E.L. Selyutina (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2020, 44 p. (In Russian).
 13. RD 52.24.407-2017 Massovaya kontsentratsiya khloridov v vodakh. Metodika izmereniy argentometricheskim metodom [Regulatory Document 52.24.407-2017 Mass concentration of chlorides in water. Methodology of performing measurements using the argentometric method]. Yu.A. Andreev, O.A. Mikhaylenko, E.L. Selyutina (Eds.). Rostov-on-Don: Rosgidromet [Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring] Publ., Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 2017, 22 p. (In Russian).
 14. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi [Guidelines for the chemical analysis of land surface waters]. A.D. Semenov (Ed.). Leningrad: Gidrometeoizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1977, 530 p. (In Russian).
 15. GOST 31861-2012 Voda. Obshchie trebovaniya k otboru prob [State Standard 31861-2012 Water. General requirements for sampling]. Moscow: Izdatel'stvo standartov [Publishing House of Standards], 2012, 35 p. (In Russian).
 16. Barabashin T.O., Kosenko Yu.V., Zhukova S.V., Belousov V.N., Korablina I.V. Gidrologo-gidrokhimicheskie kriterii tipizatsii vodnykh ob'ektov dlya organizatsii tovarnoy akvakul'tury v yuzhnom i yugo-vostochnom rayonakh Rostovskoy oblasti [Hydrological and hydrochemical criteria for typification of the water bodies aimed for development of commercial aquaculture in the southern and south-eastern parts of the Rostov Region]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2020, vol. 3, no 4. pp. 7–24. doi: 10.47921/2619-1024_2020_3_4_7. (In Russian).
 17. Leshchinskaya A.S. Vyzhivanie ikry, lichinok i mal'kov kubanskoy tarani v azovskoy vode razlichnoy solenosti [Survival of eggs, larvae and fry of the Kuban roach in the Azov water with different salinity]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*, 1955, vol. 31, issue 2, pp. 97–107. (In Russian).
 18. Dragunova D.A. Gidrokhimicheskaya kharakteristika kubanskikh del'tovykh limanov : avtoref. dis. kand. khim. nauk [Hydrochemical characteristics of the Kuban Delta limans. Extended abstract of the Candidate's (Chemistry) Thesis]. Rostov-on-Don: Gidrokhimicheskiy institut [Hydrochemical Institute] Publ., 1971, 29 p. (In Russian).
 19. Poroshina E.A., Popova T.M., Bezrukavaya E.A. Vliyanie solenosti na effektivnost' vosproizvodstva sudaka i tarani v Kurchanskom limane Temryuk'skogo rayona Krasnodarskogo kraya [Effect of salinity on the reproduction efficiency of pike perch and roach in the Kurchansky Liman (Temryuk District, Krasnodar Krai)]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2018, vol. 1, no 3–4, pp. 91–96. doi: 10.47921/2619-1024_2018_1_3-4_91. (In Russian).

Поступила 11.01.2022

Принята к печати 14.03.2022