

углубленного изучения генофонда пород и оценки их значения для перспектив сельскохозяйственного производства.

В ходе анализа были выявлены 60 полиморфизмов, сцепленных с генами, участвующими в регуляции процессов развития соединительной ткани и костной системы, нервной системы, регуляции иммунной системы и других процессах. Проведенная работа подтвердила актуальность применения подобного подхода в полногеномно-ассоциативных исследованиях для детектирования единичных SNP, связанных с отдельными признаками.

УДК 597
МРНТИ 34.33.33

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-276-287

Линник А. С., магистр естественных наук, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0003-4472-2307>

РГП на ПХВ МНВО РК «Институт зоологии», ул. Аль-Фараби, 93, Алматы, 050060, Казахстан, alexandr.linnik@zool.kz,

Қонысбаев Т.Г., магистр сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-6328-1319>

РГП на ПХВ МНВО РК «Институт зоологии», ул. Аль-Фараби, 93, Алматы, 050060, Казахстан, talgarbay.konysbayev@zool.kz

Крупа Е.Г., доктор биологических наук, <https://orcid.org/0000-0001-9401-0258>

РГП на ПХВ МНВО РК Институт зоологии, ул. Аль-Фараби, 93, Алматы, 050060, Казахстан, elena_krupa@mail.ru,

Романова С.М., доктор географических наук, <https://orcid.org/0000-0002-4875-1749>

РГП на ПХВ МНВО РК «Институт зоологии», ул. Аль-Фараби, 93, Алматы, 050060, Казахстан, sofiya.romanova@zool.kz

Linnik A.S., Master of Natural Sciences, the main author, <https://orcid.org/0000-0003-4472-2307>

RSE on PVC «Institute of Zoology», Almaty, st. al-Farabi 93, 050060, Kazakhstan, alexandr.linnik@zool.kz,

Konysbayev T.G., Master of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-6328-1319>

RSE on PVC «Institute of Zoology», Almaty, st. al-Farabi 93, 050060, Kazakhstan, talgarbay.konysbayev@zool.kz

Krupa E. G., Doctor of Biological Sciences, <https://orcid.org/0000-0001-9401-0258>,

RSE on PVC «Institute of Zoology», Almaty, st. al-Farabi 93, 050060, Kazakhstan, elena_krupa@mail.ru,

Romanova S.M., Doctor of Geographical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-4875-1749>

RSE on PVC «Institute of Zoology», Almaty, st. al-Farabi 93, 050060, Kazakhstan, sofiya.romanova@zool.kz

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНОЙ ФАУНЫ И ЭКОЛОГО-
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР
ПАВЛОДАРСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ
CURRENT STATE OF AQUATIC FAUNA AND ECOLOGICAL-TOXICOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF FLOODLAND LAKES IN THE PAVLODAR IRTYSH REGION**

Аннотация

В июле 2023 г. проведены комплексные исследования трех пойменных озер (Орловское, Курколь, Старый Иртыш) Павлодарского Прииртышья. Согласно результатам гидрохимического анализа, в озерах Орловское и Старый Иртыш было зарегистрировано превышение ПДК_{вр} по нитритам и аммонийному азоту в 2,5–2,7 раз. Высоким содержанием железа (15 ПДК_{вр}) характеризовалась вода оз. Курколь. Повсеместно было выявлено превышение ПДК_{вр} по марганцу (от 3,0 до 10,0 раз). Содержание тяжелых металлов находилось на низком уровне. Численность зоопланктона была очень высокой – в среднем 872,41–4492,9 тыс.экз/м³, при биомассе 3,8–44,2 г/м³. Основу количественных показателей зоопланктона в оз. Старый Иртыш формировали коловратки и веслоногие, в озере Орловское –

веслоногие; субдоминировали коловратки и ветвистоусые. Ихтиофауна представлена 7 видами рыб – щука (*Esox lucius* Linneus, 1758), плотва (*Rutilus rutilus* Linneus, 1758), лещ (*Abramis brama* Linneus, 1758), линь (*Tinca tinca* Cuvier, 1816), карась (*Carassius carassius* Linneus, 1758), окунь (*Perca fluviatilis* Linneus, 1758), ротан-головешка (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). Размерно-весовые характеристики рыб свидетельствовали о благоприятных условиях нагула в обследованных водоемах. В оз. Орловское обнаружена устойчивая популяция чужеродного вида ротан-головешка.

ANNOTATION

In July 2023, comprehensive studies of three floodplain lakes (Orlovskoye, Kurkol, Stary Irtysh) of the Pavlodar Irtysh region were carried out. According to the results of hydrochemical analysis, in lakes Orlovskoye and Stary Irtysh, an excess of the maximum permissible concentration for nitrites and ammonium nitrogen was recorded by 2.5–2.7 times. The water of the lake was characterized by a high iron content (15 MPCvr). Kurkol. An excess of the maximum permissible concentration limit for manganese was found everywhere (from 3.0 to 10.0 times). The content of heavy metals was at a low level. The number of zooplankton was very high - on average 872.41–4492.9 thousand specimens/m³, with a biomass of 3.8–44.2 g/m³. The basis of quantitative indicators of zooplankton in the lake. The Stary Irtysh was formed by rotifers and copepods, in Lake Orlovskoye - copepods; rotifers and cladocerans were subdominant. The ichthyofauna is represented by 7 species of fish - pike (*Esox lucius* Linneus, 1758), roach (*Rutilus rutilus* Linneus, 1758), bream (*Abramis brama* Linneus, 1758), tench (*Tinca tinca* Cuvier, 1816), crucian carp (*Carassius carassius* Linneus, 1758), perch (*Perca fluviatilis* Linneus, 1758), Chinese sleeper (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). The size and weight characteristics of the fish indicated favorable feeding conditions in the surveyed water bodies. In the lake In Orlovskoe, a stable population of the alien species Chinese sleeper was discovered.

Ключевые слова: ихтиофауна, зоопланктон, тяжелые металлы, чужеродный вид.

Key words: ichthyofauna, zooplankton, heavy metals, alien species.

Введение. Пойменно-русловой комплекс представляет собой взаимосвязанную систему, где русло и пойма являются ее основными компонентами. Пойменные озера могут оказывать влияние на качество воды, поступающей в речное русло, служат основными поставщиками фито- и зоопланктона в проточные речные воды [1–2]. Пойменные озера Павлодарского Прииртышья представляют собой места нереста и нагула многих видов рыб, играя важную роль в воспроизводстве ихтиофауны Иртышского бассейна. В современных условиях пойменно-русловая экосистема нижнего течения реки Иртыш испытывает антропогенное воздействие вследствие интенсивного развития промышленности и активной урбанизации.

Для бассейна реки Иртыш известно 43 вида рыб, относящихся к 7 отрядам и 10 семействам [3]. Аборигенами из них являются: сибирский осетр (*Acipenser baerii* Brandt, 1869), стерлядь (*A. Ruthenus* Linneus, 1758), таймень (*Hucho taimen* Pallas, 1773), нельма (*Stenodus nelma* Pallas, 1773), щука (*Esox Lucius* Linneus, 1758), окунь речной (*Perca fluviatilis* Linneus, 1758), плотва (*Rutilus rutilus* Linneus, 1758), елец сибирский (*Leuciscus baicalensis* Dybowski, 1874), язь (*Leuciscus idus* Linneus, 1758), линь (*Tinca tinca* Cuvier, 1816), карась золотой (*Carassius carassius* Linneus, 1758), карась серебряный (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), налим (*Lota lota* Linneus, 1758), гольян обыкновенный (*Phoxinus phoxinus* Linneus, 1758), гольян озерный (*Rhynchocypris percunura* Pallas, 1814), щиповка сибирская (*Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925), ерш (*Gymnocephalus cernuus* Linneus, 1758). Три вида из приведенного выше списка – сибирский осетр, таймень и нельма, внесены в Красную Книгу Казахстана [4]. Основные промысловые виды рыб в настоящее время – акклиматизанты сазан (*Cyprinus carpio* Linneus, 1758), лещ (*Abramis brama* Linneus, 1758), судак обыкновенный (*Sander lucioperca* Linneus, 1758), рипус (*Coregonus Albula* Linneus, 1758). Среди интродуцентов также распространен непромысловый чужеродный вид – амурский чебачок (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel, 1846), который попал случайно вместе с плановыми акклиматизантами [4–7].

В последние десятилетия произошли существенные изменения в структуре и численности популяций практически всех видов рыб, особенно лососевых и осетровых. Наибольшее воздействие на ценные виды рыб оказал незаконный и слабо регулируемый промысел, зарегулирование стока рек, широкомасштабная хозяйственная деятельность в руслах рек,

техногенное и бытовое загрязнение [8–12]. В результате создания на реке Иртыш каскада водохранилищ изменились условия обитания проходных и полупроходных видов рыб. По последним опубликованным сведениям, в пойме Павлодарского Прииртышья обитает 11 видов рыб [13].

Сведения о современном состоянии ихтиофауны пойменных водоемов Павлодарского Прииртышья ограничены. В силу низкой рентабельности промыслового рыболовства рыбохозяйственные исследования здесь проводятся эпизодически. Одной из задач по сохранению устойчивого разнообразия ихтиофауны Иртышского бассейна в условиях изменения климата является регулярный мониторинг состояния водных экосистем Павлодарского Прииртышья. Пойменные озера представляют собой удобные модельные участки для наблюдений за динамикой водных экосистем.

Цель исследования – оценка современного состояния ихтиофауны и среды ее обитания в пойменных озерах Павлодарского Прииртышья.

Материалы и методы исследований. Комплексные исследования пойменных озер (Орловское, Курколь, Старый Иртыш) Павлодарского Прииртышья проводились в июле 2023 г. Для определения современного состояния ихтиофауны и среды ее обитания были выбраны три озера, схожих по размерам, расположенных в разных частях поймы. (рисунок 1). В каждом озере на трех равноудаленных станциях отбирались пробы воды для определения минерализации, содержания нитратов, нитритов, аммония, фосфатов, марганца, общего железа, кремния, легко окисляющихся органических веществ. Определялось содержание тяжелых металлов (кадмий, медь, цинк, свинец, хром, кобальт, ртуть) как наиболее опасных загрязняющих веществ.

Пробы для определения биогенных элементов фиксировались хлороформом, для определения тяжелых металлов – концентрированной азотной кислотой, легко окисляющихся органических веществ – серной кислотой в разведении 1:3. Определение ионного состава воды, содержания нитритов, нитратов, аммония и фосфатов проводились по общепринятым методикам [14]. Определение тяжелых металлов выполнено в Институте ядерной физики МЭ РК методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ELAN 9000 (СТ РК ИСО 17294-2-2006), позволяющим определять содержание тяжелых металлов в образцах с точностью до 0,00006–0,0002 мкг/дм³/мг.

Пробы зоопланктона отбирались путем протягиванием малой сети Джеди от дна до поверхности. Пробы фиксировали 4% раствором формальдегида. Пробы зоопланктона обрабатывали стандартными методами [15–16]. Численность и биомассу планктонных сообществ пересчитывали на 1 м³.

Отлов рыб производился набором ставных жаберных сетей с шагом ячеи от 20 до 70 мм, длиной 25 м каждая. Биологический анализ проводился на свежельвленной рыбе по общепринятым методикам [17].

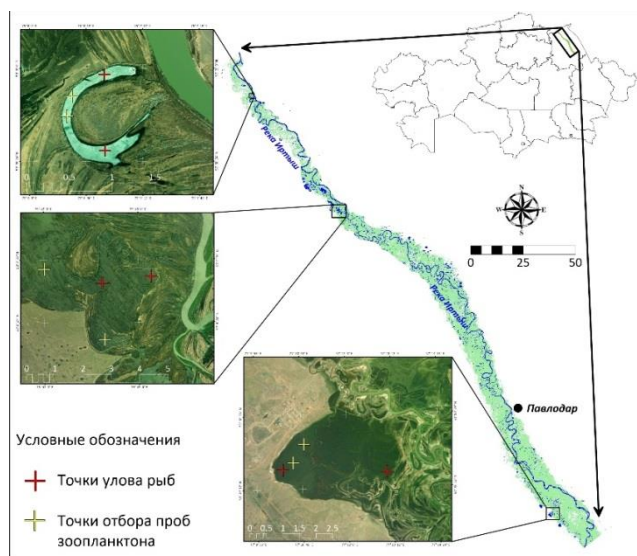


Рисунок 1 – Карта-схема расположения пойменных озер в Павлодарском Прииртышье:
1 – Старый Иртыш; 2 – Орловское; 3 – Курколь

Краткая характеристика обследованных озёр

Оз. Курколь располагается в 26 км к юго-востоку от г. Аксу. Длина озера 1,35 км. Максимальная глубина 2,1 м, средняя около 1,5 м. Прозрачность воды очень низкая, не превышает 0,05 м. По периметру озеро зарастает рогозом, тростником и камышом. Дно илистое, с черным наилом. В период исследования наблюдалось активное «цветение» воды в озере, т.е., массовое размножение планктонных водорослей.

Оз. Орловское находится примерно в 120 км к северо-западу от г. Павлодар. Длина 1,73 км, максимальная ширина 0,60 км. Мелководное, с максимальной глубиной 1,5 м. Дно на 100% зарастает элодеей, в меньшей степени рдестом блестящим и роголистником. Берега почти по всему периметру зарастают рогозом. Цвет воды желтоватый.

Оз. Старый Иртыш расположено вблизи левого берега Иртыша в 17 км от границы с РФ. Имеет подковообразную форму. Длина 2,35 км, максимальная ширина 0,23 км, максимальная глубина 4,0–4,5 м. Берега поросли тополем. В прибрежной зоне густая стена чия. Из надводных растений в большом количестве встречались кубышка и кувшинка. Прозрачность воды 0,30–0,35 м. Донные отложения – черный ил с запахом сероводорода и метана. Цвет воды – буровато-желтый.

Водность пойменных озёр Павлодарского Прииртышья напрямую зависит от водности реки Иртыш. В период весеннего половодья пойменные озера представляют единую водную систему с рекой, однако, в межень часть из них мелеет, зарастает и теряет связь с речной системой. Так или иначе, пойменные озера не являются самостоятельными водоемами, так как теряют связь с рекой лишь в определенные сезоны года. В то же время интенсивность половодья и заполняемость поймы полностью подчинены весенним попускам воды из расположенных выше водохранилищ.

Согласно имеющимся данным, в июле 2023 г. водность Павлодарского Прииртышья была не высокой. В 2022 г. весенние попуски воды в объеме 4,64 км³ позволили заполнить только 65% поймы Павлодарского Прииртышья [18]. В 2023 г. весенние попуски составили только 4,11 км³, что предполагает заполнение поймы на 57,1%. Таким образом, очевидно, что обследованные пойменные водоемы в 2023 г. испытывали дефицит воды и не имели полноценного водообмена с рекой в период половодья. Стоит отметить, что обследованные озера не рентабельны в рыбохозяйственном отношении, но в той или иной степени используются местным населением для любительского рыболовства. Также эти водоемы используются для водопоя и выпаса скота в прибрежной зоне.

Результаты и обсуждение. Гидрохимическая характеристика. Температура воды обследованных озёр варьировала в пределах 21,9–24,9°C, с минимальным значением в оз. Курколь. Вода характеризовалась слабо щелочной реакцией (pH 8,0–8,59). Содержание кислорода в воде озёр Орловское и Старый Иртыш было высоким (11,8 – 13,5 мг/дм³). В оз. Курколь величина показателя растворенного в воде кислорода соответствовала уровню загрязненных вод – 5,5 мг/дм³ [19]. Низкое содержание растворенного в воде кислорода может быть обусловлено цветением воды. Согласно классификации [18], вода мягкая (общая жесткость 1,85–2,55 мг-экв/дм³), с минерализацией 243,4–268,9 мг/дм³.

Значения перманганатной окисляемости характеризовали средний и повышенный уровень содержания органических веществ (таблица 3). Наиболее высокие значения показателя были зарегистрированы в оз. Курколь. Обследованные озера характеризовались повышенным содержанием нитритного азота, железа и марганца. Максимальное превышение ПДК_{вр} по нитритному и аммонийному азоту было зарегистрировано в озерах Орловское и Старый Иртыш. Превышение ПДК_{вр} по марганцу (до 15,6 раз) было зарегистрировано во всех озерах.

Таблица 1 – Содержание легко окисляющихся органических веществ и биогенных элементов в воде пойменных озёр Павлодарского Прииртышья, июль 2023 г.

Название	ПО, мгО ₂ /дм ³	Концентрация, мг/дм ³						Mn, мкг/дм ³
		NO ₃	NO ₂	NH ₄ ⁺	PO ₄	Fe	Si	
Курколь	18,6	2,72	0,030	0,113	0,088	1,52	9,2	156,0
Орловское	13,3	0,04	0,214	1,193	0,027	0,51	3,6	50,7
Старый Иртыш	8,6	0,00	0,197	1,153	0,038	0,51	5,3	86,7
ПДК _{вр} [18]	-	9,10	0,080	0,500	0,050	0,10	10,0	10,0
Примечание: ПО – перманганатная окисляемость.								

Токсическое загрязнение. Содержание тяжелых металлов в воде было на низком уровне и не превышало ПДК_{вр} (таблица 4). Это в целом отражало как общий невысокий уровень загрязнения пойменных озер, так и интенсивные процессы их очищения за счет накопления токсикантов в донных отложениях, представленных илами, а также поглощения водными растениями и фитопланктоном и накоплению в водных животных.

Таблица 2 – Содержание тяжелых металлов в воде пойменных озер Павлодарского Прииртышья, июль 2023 г.

Название	Концентрация, мкг/дм ³				
	Co	Cr	Cu	Pb	Zn
Курколь	0,60	5,00	1,02	0,47	3,30
Орловское	1,39	3,24	0,83	0,04	1,00
Старый Иртыш	0,19	4,65	0,40	0,04	1,00
ПДК _{вр} [18]	10,0	1,0-5,0	1,0	10,0	10,0

Планктонные беспозвоночные. В зоопланктонных сообществах было зарегистрировано 82 вида, при наиболее высоком видовом богатстве (58) в оз. Орловское. В озерах Старый Иртыш и Курколь зоопланктон был представлен 34 и 22 видами, соответственно.

Количественные показатели зоопланктоценозов находились на очень высоком уровне (таблицы 5–6), при максимальных значениях в оз. Курколь. Доминировали ветвистоусые ракообразные. Основу количественных показателей зоопланктона в оз. Старый Иртыш формировали коловратки и веслоногие, в озере Орловское – веслоногие; субдоминировали коловратки и ветвистоусые.

Таблица 3 – Численность зоопланктона пойменных озер Павлодарского Прииртышья, июль 2023 г.

Название	Численность, тыс. экз./м ³				
	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Прочие	Всего
Старый Иртыш	1689,4	98,6	532,0	0,0	2319,9
Орловское	361,2	108,1	396,5	6,6	872,4
Курколь	1971,1	1983,2	538,6	0, 0	4492,9

Состав доминирующих видов в зоопланктоне озера Орловское был представлен коловраткой *Asplanchna henrietta* (Langhans), веслоногими *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg), *Mesocyclops leuckarti* (Claus) и *Thermocyclops crassus* (Fischer); в Старом Иртыше – коловратками *Pompholyx sulcata* (Hudson), *Asplanchna girodi* (Guerne), *Bdelloida gen.sp.*, циклопами *Thermocyclops crassus* (Fischer), *Thermocyclops vermifer* (Lindberg). Очень высокая биомасса зоопланктона в оз. Курколь формировалась ветвистоусыми ракообразными, с ведущим положением *Bosmina (Bosmina) longirostris* (O.F. Muller) и двух видов дафний.

Таблица 4 – Биомасса зоопланктона пойменных озер Павлодарского Прииртышья, июль 2023 г.

Название	Биомасса г/м ³				
	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Прочие	Всего
Старый Иртыш	2,0	0,7	1,8	0,00	4,5
Орловское	0,9	0,7	2,1	0,04	3,8
Курколь	3,2	36,9	4,2	0,00	44,2

Ихтиофауна. В уловах было зарегистрировано 7 видов рыб: щука (*Esox Lucius*), плотва (*Rutilus rutilus*), лещ (*Abramis brama*), линь (*Tinca tinca*), карась (*Carassius carassius*), окунь (*Perca fluviatilis*), ротан головешка (*Perccottus glenii*). Число видов рыб по отдельным озерам варьировало от 3 до 4 (рисунок 2).

В оз. Курколь было зарегистрировано 4 вида рыб: карась, линь, окунь, щука. Доминировал по численности окунь (68%). В этом озере отмечалось значительное развитие фитопланктона и пониженное содержание растворенного в воде кислорода ($5,5 \text{ мг/дм}^3$), что отразилось на видовом составе местного ихтиоценоза. Зарегистрированные здесь виды относятся к эвриоксидной группе, устойчивой к пониженному содержанию растворенного в воде кислорода [19].

В озере Орловское в уловах также отмечены 4 вида рыб: золотой карась, щука, плотва и новый чужеродный для казахстанской части Иртышского бассейна ротан-головешка. В данном водоеме ротан-головешка занимал доминирующее по численности положение.

В старице Старый Иртыш было отмечено наименьшее число видов рыб (3 вида). Доминировала по численности плотва (82%). Также только в этом водоеме отмечался в уловах лещ.

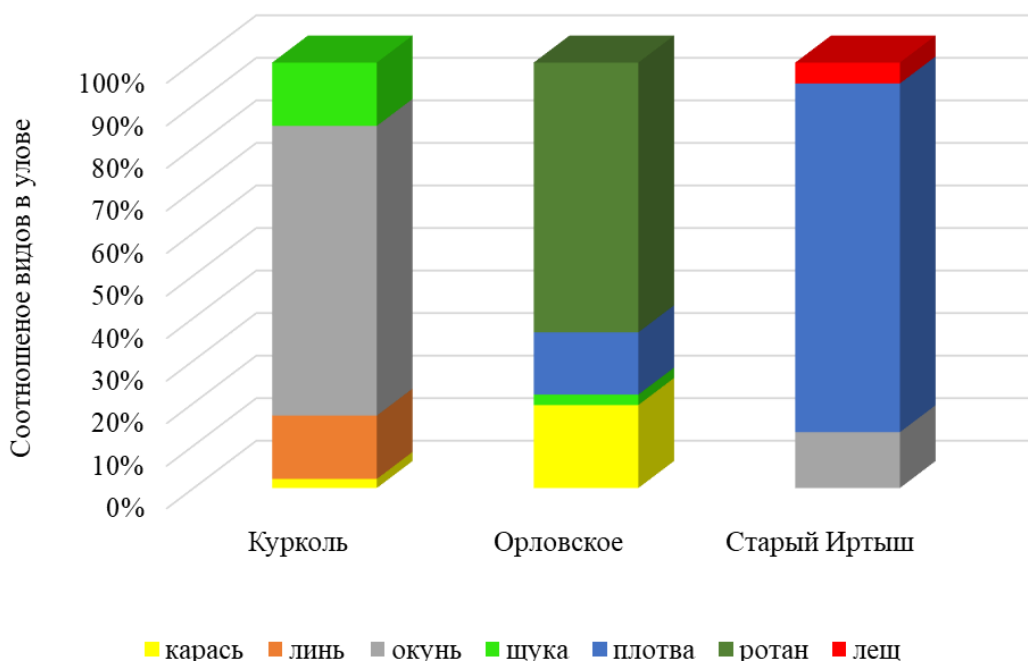


Рисунок 2 – Соотношение видов рыб в уловах в пойменных озерах Павлодарского Прииртышья, июль 2023 г.

Выявленное низкое видовое богатство ихтиоценозов пойменных озер может быть обусловлено низкой водностью р. Иртыш и биологическими особенностями видов рыб. В частности, низкие разнообразие и численность ихтиофауны в этот период связаны с сезонными миграциями большинства промысловых видов рыб. Известно, что наибольшая численность достигает максимальных значений в весенний нерестовый период. В пойму на нерест в период активного половодья заходят фитофильные виды рыб. После нереста и со спадом паводка производители скатываются в речную систему. Это в большей степени относится к полупроходным промысловым видам.

Биологические параметры ключевых видов ихтиоценозов представлены в таблице 7.

Щука. Отмечалась в уловах в пойменных озерах Орловское и Курколь. Размерно-весовые характеристики щуки из уловов ставными сетями свидетельствуют о благоприятных условиях нагула. В уловах в пойменных водоемах щука была немногочисленна и представлена в основном неполовозрелыми особями. Сравнительный анализ полученных данных с опубликованными сведениями о щуке из пойменных водоемов Павлодарского Прииртышья показал смещение размерно-весовых показателей в меньшую сторону в 2023 г. [13].

Плотва. В пойменной системе Павлодарского Прииртышья в июле 2023 г. плотва отмечалась в озерах Орловское и Старый Иртыш. Размерно-весовые характеристики плотвы в пределах обычного для данного участка. В уловах плотвы преобладали самки. Литературные источники также сообщают что половая структура популяции плотвы характеризуется крайней

нестабильностью: относительным равновесием полов по данным 2005 года и двукратным превышением самок в 2006 году [12].

Лещ. Зарегистрирован только в старице Старый Иртыш. В уловах был малочислен и представлен неполовозрелыми самками. Малочисленность выборки не позволяет дать корректную оценку состоянию биологического состояния леща в обследованных озерах.

Золотой карась. В пойме Павлодарского Прииртышья золотой карась отмечен в озере Орловское, совместно с ротаном-головешкой в качестве субдоминанта в ихтиоценозе и единично в озере Курколь. Биологические параметры карася свидетельствуют о благоприятных условиях нагула и воспроизводства популяции (таблица 7). В уловах отмечены недавно отнерестившиеся самцы и самки, а также самцы на 4 стадии зрелости гонад. Половой состав с двукратным преобладанием самцов, что характерно для конца нерестового периода карповых рыб.

Линь. Отмечен в уловах в озере Курколь. Биологические параметры линя в соответствии с половым составом и состоянием гонад позволяют заключить что условия нагула темпы роста линя на нижней границе оптимума. В целом линь, как вид характеризуется как медленно растущая рыба, предпочитающая глубокие водоемы с зарослями. В этой связи очевидно в озере Курколь, как в мелководном водоеме сформировалась тугорослая форма линя.

Окунь. Отмечался в уловах в озерах Курколь и Старый Иртыш. Биологические параметры особей из уловов свидетельствуют о благоприятных условиях обитания. Половая структура с двукратным преобладанием самок – 1:2. Такая половая структура характерна для окуня и не является существенным отклонением. Состояние гонад половозрелых особей соответствовало сезону характерному для раннерестующего вида – вторая стадия зрелости гонад. Характерной особенностью окуня из уловов была высокая жирность особей. Биологический параметр «жир» у практически 100 процентов особей имел значение 5 по пятибалльной шкале. Накопление полостного жира для представителей семейства окуневых характерно в благоприятных условиях обитания.

Таблица 5 – Основные биологические показатели рыб в пойменных озерах Павлодарского Прииртышья, июль 2023 г.

Название вида рыб	Промысловая длина, мм			Общий вес, г			Упитанность		Количество особей
	min	max	сред.	min	max	сред.	Fulton	Clark	
щука	206	463	268,3	76	1118	250,3	0,93	0,83	9
карась золотой	111	245	157,3	44	462	160,8	3,3	2,9	9
плотва	104	218	157,9	21	212	94,8	1,9	1,7	57
лещ	145	172	161	65	95	82,3	1,9	1,8	3
линь	155	178	167,6	93	145	116,9	2,4	2,2	7
окунь	138	270	183,4	50	300	124,9	1,9	1,7	40

Ротан-головешка. Отловлен ставными сетями 24 июля 2023 г. в количестве 26 экземпляров в озере Орловское. Ротан-головешка составляет ядро ихтиоценоза в озере. Размеры отловленных особей варьировали от 126 до 225 мм. Самый крупный экземпляр – самка на «текучей» стадии гонад (рисунок 3), что свидетельствовало о продолжении нерестового периода до конца июля. Наличие в уловах крупных половозрелых особей старшей возрастной группы, свидетельствует о благоприятных условиях нагула и воспроизводства для этого вида в оз. Орловское.

Ротан-головешка чужеродный вид для водоемов Казахстана. Естественный ареал этого вида дальневосточные водоемы России, Северо-Востока Китая и северной части Корейского полуострова [20]. Упоминания о появлении ротана в водоемах Костанайской и Павлодарской областей без уточнения названий водоемов датируются 2000 г. [21]. Также есть сведения о ротане в озере Башенное в Северо-Казахстанской области в 2011 г. [22]. Кроме того, по устному сообщению, Т.Н. Дуйсебаевой ротан-головешка был отмечен в уловах рыбаков в озере Жаманколь, Зерендинского района Акмолинской области. Последние известные сведения о поимке одного экземпляра ротана и его морфологических параметрах в бассейне р. Ишим

датируется 2021 г. [23]. Таким образом, за два десятилетия ротан-головешка смог довольно широко распространиться по водоемам северных регионов Казахстана. В этой связи возникает риск более широкого распространения этого чужеродного вида рыб по всему бассейну реки Иртыш. К сожалению, специальных исследований ротана в новом ареале и его влияния на экосистемы в водоемах Казахстана не проводились. В то же время, имеются сведения о влиянии ротана на экосистемы водоемов. Ротан-головешка не имеет промыслового значения и во многих странах расселения признан крайне опасным интродуцентом [24]. Показано, что при появлении ротана в водоеме происходит коренная перестройка ихтиоценозов [25]. В пойменных водоемах реки Оки при появлении ротана в значительной степени им подавляется популяция аборигенного карася. Также ротан практически полностью уничтожает в водоеме земноводных и крупных беспозвоночных [24].



Рисунок 3 – Ротан-головешка из озера Орловское, Павлодарское Прииртышье, июль 2023 г

Заключение. На благополучие пойменных водных экосистем Павлодарского Прииртышья оказывает ряд естественных и антропогенных факторов, такие как климатические изменения, зарегулирование стока, промышленное и бытовое загрязнения. Вода обследованных озер характеризовалась слабо щелочной реакцией, низкой минерализацией и жесткостью. Содержание кислорода находилось на высоком уровне, за исключением оз. Курколь. Содержание легко окисляющихся органических веществ в пойменных озерах варьировало от среднего до повышенного. Повсеместно было зарегистрировано превышение ПДК_{вр} по нитритному азоту, железу и марганцу, локально – по аммонийному азоту. Максимальное превышение ПДК_{вр} по нитритам было зарегистрировано в оз. Орловское и старице Старый Иртыш, по железу – в оз. Курколь. Содержание тяжелых металлов в обследованных пойменных озерах было низким, что в целом отражало общий невысокий уровень загрязнения поверхностных вод бассейна. Низкие концентрации тяжелых металлов в воде свидетельствовали об интенсивно протекающих процессах самоочищения, в том числе за счет сорбции донными отложениями и поглощения биотой.

Численность и биомасса зоопланктона в озёрах была на высоком уровне. Количественные показатели зоопланктонных сообществ коррелируют с полученными результатами о высоком уровне органического загрязнения пойменных озер Павлодарского Прииртышья. Основу количественных показателей зоопланктона в оз. Старый Иртыш формировали коловратки и веслоногие, в озере Орловское – веслоногие; субдоминировали коловратки и ветвистоусые.

Ихтиофауна в основном представлена малоценными промысловыми видами рыб. Биологические параметры особей ключевых видов в ихтиоценозах свидетельствуют об оптимальных условиях нагула.

Ротан-головешка прочно вошел в состав ихтиофауны, став локально доминирующим видом. Доминирование ротана-головешки в ихтиоценозе озера Орловское обусловлено отсутствием судака и щуки, а также хорошо развитой подводной растительностью, которая

служит укрытием для «хищника-засадника». Ихтиофауна пойменных водоемов используется местным населением для спортивно-любительского рыболовства. Известно, что значительный вклад в распространение чужеродных видов вносят рыбаки любители, расселяя умышленно или случайно (выпуск привезенного неиспользованного «малька» в посещаемый водоем) чужеродные виды рыб. Тенденция к снижению водности пойменных водоемов Павлодарского Прииртышья с последующим ухудшением гидрологического режима в них может способствовать дальнейшему распространению ротана-головешки. Более устойчивый эврибионтный вид ротан-головешка будет составлять конкуренцию аборигенным видам. В этой связи рекомендуется гидромелиорация, направленная на восстановление и сохранение оптимального гидрологического режима пойменных водоемов. Рыбохозяйствующими субъектами должно обеспечиваться оптимальное соотношение видов в ихтиоценозах, с обязательным наличием в них аборигенных хищников, в частности щуки. Необходимо проводить разъяснительную работу с местным населением о вреде стихийного и неконтролируемого расселения чужеродных видов рыб и других животных. Также необходим регулярный мониторинг инвазий чужеродных видов рыб в Иртышском бассейне.

Работа выполнена в рамках проекта BR18574062 «Оценка состояния биоресурсов в Казахской части бассейна Иртыша в условиях трансграничного использования водных ресурсов и климатических изменений»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Алимова, Г.С. Кормовая база и гидрохимия озера Сугасыр пойменно-руслевой экосистемы нижнего Иртыша [Текст] / Г.С. Алимова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - №5. - 7 с.
- 2 Асанов, А.Ю. Ихтиофауна пойменных озер долины реки Суры в пределах Пензенской области на примере озера Печарка [Текст] / А.Ю. Асанов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2020. – №3 (31). – С. 68–78.
- 3 Евсеева, А.А. Аннотированный список рыбообразных и рыб водоемов и водотоков бассейна верхнего Иртыша Восточного Казахстана с комментариями по их таксономии и зоогеографии [Текст] / А.А. Евсеева [и др.] // Acta Biologica Sibirica. – 2019. – №5(4). – С. 156–174.
- 4 Красная книга Республики Казахстан [Текст]: в 2-х т. – Алматы: Нур-Принт, 2008. - Т.1. – 320 с.
- 5 Куликов Е.В. Закономерности формирования ихтиофауны Бухтарминского водохранилища и пути оптимизации использования рыбных ресурсов [Текст]: автореферат. ... к. б. н.: 03.00.16. – Тюмень, 2007. – 37 с.
- 6 Intereseva, E.I. Alien Fish Species in the Ob River Basin [Text] / E.I. Intereseva // Russian Journal of Biological Invasions. – 2016. – Vol. 7. – P. 156–167.
- 7 Romanov, V.I. An annotated list and current state of ichthyofauna of the Middle Ob River basin [Text] / V.I. Romanov [and etc.] // International Journal of Environmental Studies. – 2017. – Vol. 74. – P. 818–830.
- 8 Кириченко, О.И. Ценные редкие рыбы водоемов Верхнего Иртыша и проблема сохранения и восстановления численности [Текст] / О.И. Кириченко [и др.] // Вестник КАСУ. – 2011. – №6. – С. 32–37.
- 9 Чемагин, А.А. Рыбное население горнослинчинской русловой ямы нижнего Иртыша в зимний период [Текст] / А.А. Чемагин [и др.] // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство». – 2018. – №3. – С. 39–47.
- 10 Chemagin, A.A. Distribution of sturgeon in the River Irtysh [Text] / A.A. Chemagin // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2020. – P. 444–448.
- 11 Кириченко, О.И. Представители чужеродной фауны в водоемах Восточного Казахстана [Текст] / О. И. Кириченко // Мат-лы Международной конференции «Биологическое разнообразие и устойчивое развитее природы и общества». – Алматы: КазНИИРХ, 2009. – С. 94–97.
- 12 Кириченко, О.И. Ихтиофауна реки Черный Иртыш: воспроизводство и миграция рыб [Текст] / О.И. Кириченко [и др.] // Экология и гидрофауна водоемов трансграничных бассейнов Казахстана. – Алматы: КазНИИРХ, - 2008. – С. 355–371.

13 Кириченко, О.И. Видовой состав и современное состояние ихтиофауны пойменных водоёмов Павлодарского Прииртышья [Текст] / О. И. Кириченко // Иртышский бассейн: современное состояние и проблемы устойчивого развития. Павлодар: Павлодарский Гос. университет, -2009. – С. 141–147.

14 Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. [Текст] – М.: НПО «Альтернатива», - 1995. – 618 с.

15 Шарапова, Л.И. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). [Текст] / Л.И. Шарапова, А.П. Фаломеева – Алматы: КазНИИРХ, - 2006. – 27 с.

16 Цалолихин, С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. [Текст] / С.Я. Цалолихин – Санкт-Петербург: Институт зоологии, 1995. – Вып. 2. – 628 с.

17 Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб [Текст]; учеб. для вузов / И.Ф. Правдин [и др.] – М.: Наука, 1966. – 376 с

18 Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] / Т.В. Гусева – М.: Социально-экологический союз, 2002. – 148 с.

19 Лукьяненко, В. И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии [Текст] / В.И. Лукьяненко – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 240 с.

20 Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран [Текст] / Л.С. Берг – М.: АН СССР, 1949. – Т.3., – С. 927–1383.

21 Решетников, А.Н., Чибилев Е.А. Распространение рыбы ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в бассейне р. Иртыш и анализ возможных последствий для природы и человека). [Текст] / А.Н. Решетников [и др.] // Сибирский экологический журнал. – 2009. – Т. 16, –№ 3. – С. 405–411.

22 Фефелов, В.В. Современное состояние некоторых равнинных озер Северо-Казахстанской области и их рыбохозяйственное значение [Текст] / В.В. Фефелов [и др.]// Мат-лы II международной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей» – Костанай: Костанайский Гос. педагогический институт, 2012. – С. 85–88.

23 Сатыбалдиева, Г. Видовой состав и морфобиологические данные рыб из озера Солонцы [Текст] / Г.К. Сатыбалдиева [и др.]// Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия биологическая. – 2021. – Т. 89. – № 4. – С. 150–162.

24 Решетников, А.Н. Распространение ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в реке Оби [Текст] / А.Н. Решетников [и др.] // Сибирский экологический журнал. – 2007. – № 4. – С. 551–555.

25 Иванчева, Е. Формирование структуры рыбного населения пойменных озер среднего течения реки Оки (Рязанская область) [Текст] / Е.Ю. Иванчева [и др.] // Тр. Окского заповедника. – Рязань: – 2004. – Вып. 23. – С. 113–116.

REFERENCES

1 Alimova, G.S. Kormovaya baza i gidrohimiya ozera Sugasyr pojmenno-ruslovoj ekosistemy nizhnego Irtysha [Текст] / G.S. Alimova [i dr.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. - 2015. - №5. - 7 s.

2 Asanov, A.YU. Ihtiofauna pojmennyh ozer doliny reki Sury v predelakh Penzenskoj oblasti na primere ozer Pecharka [Текст] / A.YU. Asanov [i dr.] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. – 2020. – №3 (31). – С. 68–78.

3 Evseeva, A.A. Annotirovannyj spisok ryboobraznyh i ryb vodoemov i vodotokov bassejna verhnego Irtysha Vostochnogo Kazahstana s kommentariyami po ih taksonomii i zoogeografii [Текст] / A.A. Evseeva [i dr.] // Acta Biologica Sibirica. – 2019. – №5(4). – С. 156–174.

4 Krasnaya kniga Respubliki Kazahstan [Текст]: v 2-h t. – Almaty: Nur-Print, 2008. - Т.1. – 320 s.

5 Kulikov E.V. Zakonomernosti formirovaniya ihtiofauny Buhtarminskogo vodohranilishcha i puti optimizacii ispol'zovaniya rybnih resursov [Текст]: avtoreferat. ... k. b. n.: 03.00.16. – Tyumen', 2007. – 37 s.

6 Interesova, E.I. Alien Fish Species in the Ob River Basin [Text] / E.I. Intereseva // Russian Journal of Biological Invasions. – 2016. – Vol. 7. – P. 156–167.

7 Romanov, V.I. An annotated list and current state of ichthyofauna of the Middle Ob River basin [Text] / V.I. Romanov [and etc.] // International Journal of Environmental Studies. – 2017. – Vol. 74. – P. 818–830.

8 Kirichenko, O.I. Cennye redkie ryby vodoemov Verhnego Irtysha i problema sohraneniya i vosstanovleniya chislennosti [Tekst] / O.I. Kirichenko [i dr.] // Vestnik KASU. – 2011. – №6. – S. 32–37.

9 Chemagin, A.A. Rybnoe naselenie gornoslinskoy ruslovoj yamy nizhnego Irtysha v zimnij period [Tekst] / A.A. Chemagin [i dr.] // Vestnik AGTU. Seriya «Rybnoe hozyajstvo». – 2018. – №3. – S. 39–47.

10 Chemagin, A.A. Distribution of sturgeon in the River Irtysh [Text] / A.A. Chemagin // Regulatory Mechanisms in Biosystems. – 2020. – P. 444–448.

11 Kirichenko, O.I. Predstaviteli chuzherodnoj fauny v vodoemah Vostochnogo Kazahstana [Tekst] / O. I. Kirichenko // Mat-ly Mezhdunarodnoj konferencii «Biologicheskoe raznoobrazie i ustojchivoe razvitiye prirody i obshchestva». – Almaty: KazNIIRH, 2009. – S. 94–97.

12 Kirichenko, O.I. Ihtiofauna reki Chernyj Irtysh: vosproizvodstvo i migraciya ryb [Tekst] / O.I. Kirichenko [i dr.] // Ekologiya i gidrofauna vodoemov transgranichnyh bassejnov Kazahstana. – Almaty: KazNIIRH, - 2008. – S. 355–371.

13 Kirichenko, O.I. Vidovoj sostav i sovremennoe sostoyanie ihtiofauny pojmennyh vodoyomov Pavlodarskogo Priirtysh'ya [Tekst] / O. I. Kirichenko // Irtyshskij bassejn: sovremennoe sostoyanie i problemy ustojchivogo razvitiya. Pavlodar: Pavlodarskij Gos. universitet, -2009. – S. 141–147.

14 Fomin, G.S. Voda. Kontrol' himicheskoy, bakterial'noj i radiacionnoj bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam. [Tekst] – M.: NPO «Al'ternativa», - 1995. – 618 s.

15 SHarapova, L.I. Metodicheskoe posobie pri gidrobiologicheskikh rybohozyajstvennyh issledovaniyah vodoemov Kazahstana (plankton, zoobentos). [Tekst] / L.I. SHarapova, A.P. Falomeeva – Almaty: KazNIIRH, - 2006. – 27 s.

16 Calolihin, S.YA. Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij. [Tekst] / S.YA. Calohin – Sankt-Peterburg: Institut zoologii, 1995. – Vyp. 2. – 628 s.

17 Pravdin, I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb [Tekst]; ucheb. dlya vuzov / I.F. Pravdin [i dr.] – M.: Nauka, 1966. – 376 s

18 Guseva, T.V. Gidrohimicheskie pokazateli sostoyaniya okruzhayushchej sredy [Tekst] / T.V. Guseva – M.: Social'no-ekologicheskij soyuz, 2002. – 148 s.

19 Luk'yanenko, V. I. Ekologicheskie aspekty ihtiotoksikologii [Tekst] / V.I. Luk'yanenko – M.: VO «Agropromizdat», 1987. – 240 s.

20 Berg, L.S. Ryby presnyh vod SSSR i sopredel'nyh stran [Tekst] / L.S. Berg – M.: AN SSSR, 1949. – T.3., – S. 927–1383.

21 Reshetnikov, A.N., CHibilev E.A. Rasprostraneniye ryby rotana (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) v bassejne r. Irtysh i analiz vozmozhnyh posledstvij dlya prirody i cheloveka). [Tekst] / A.N. Reshetnikov [i dr.] // Sibirskij ekologicheskij zhurnal. – 2009. – T. 16, –№ 3. – S. 405–411.

22 Fefelov, V.V. Sovremennoe sostoyanie nekotoryh ravninnyh ozer Severo-Kazahstanskoy oblasti i ih rybohozyajstvennoe znachenie [Tekst] / V.V. Fefelov [i dr.]// Mat-ly II mezhdunarodnoj konferencii «Biologicheskoe raznoobrazie aziatskih stepej» – Kostanaj: Kostanajskij Gos. pedagogicheskij institut, 2012. – S. 85–88.

23 Satybaldieva, G. Vidovoj sostav i morfolobicheskije dannye ryb iz ozera Soloncy [Tekst] / G.K. Satybaldieva [i dr.]// Vestnik KazNU im. al'-Farabi. Seriya biologicheskaya. – 2021. – T. 89. – № 4. – S. 150–162.

24 Reshetnikov, A.N. Rasprostraneniye rotana (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) v reke Obi [Tekst] / A.N. Reshetnikov [i dr.] // Sibirskij ekologicheskij zhurnal. – 2007. – № 4. – S. 551–555.

25 Ivancheva, E. Formirovaniye struktury rybnogo naseleniya pojmennyh ozer srednego techeniya reki Oki (Ryazanskaya oblast') [Tekst] / E.YU. Ivancheva [i dr.] // Tr. Okskogo zapovednika. – Ryazan': – 2004. – Vyp. 23. – S. 113–116.

ТҮЙІН

2023 жылдың шілде айында Павлодар облысындағы Ертіс өзені жағалауындағы үш көлге (Орлов, Күркөл, Көне Ертіс) жүйелі зерттеу жұмыстары жүргізілді. Гидрохимиялық анализдің нәтижесіне сәйкес, Орлов және Көне Ертіс көлдерінде ШРК_{зт} нитрит және амоний азоту бойынша 2,5 -2,7 есе артық көрсеткішті көрсетті. Күркөл көлінде темірдің мөлшері жоғары деңгей (ШРК_{зт} 15 есе артық) көрсетті. Барлық көлдерде марганецтің мөлшері ШРК_{зт} бірнеше есе жоғары деңгей (3 тен 10 есеге дейін) көрсетті. Ауыр металлдардың мөлшері төменгі деңгейді көрсетті. Зоопланктонның саны жоғарғы деңгейді көрсетті, орташа 872,41–4492,9 мың № дана/м³, биомассасы 3,8–44,2 г/м³. Көне Ертіс көліндегі зоопланктонның сандық көрсеткішінің негізін коловраткалар мен ескекәятылар құрады, Орловское көлінде ескекәяқтылардың саны көп болса, коловраткалар мен бұтақмұрттылар субдоминант болды. Зерттелген көлдердің ихтиофаунасы 7 түрлі балық түрімен сипатталды; –шортан (*Esox lucius* Linneus, 1758), торта (*Rutilus rutilus* Linneus, 1758), тыран (*Abramis brama* Linneus, 1758), онғақ (*Tinca tinca* Cuvier, 1816), табан (*Carassius carassius* Linneus, 1758), алабұға (*Perca fluviatilis* Linneus, 1758), ротан (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). Балықтардың ұзындық-салмақтық көрсеткіштері көлдердің қолайлы орта екенін көрсетті. Орлов көлінде ротан балығының тұрақты популяциясы табылды.

УДК 631.3
МРНТИ 68.85.29

DOI 10.52578/2305-9397-2024-2-2-287-296

Капов С.Н., профессор, доктор технических наук, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0002-2889-2413>

Ставропольский Государственный агротехнический университет, г. Ставрополь, Россия, capov-sn57@mail.ru

Адуов М. А., профессор, доктор технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-2190-8582>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, aduov50@mail.ru

Оспанова Ш.К., магистр, старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-8572-7350>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, shinar1872@mail.ru

Токушев М.Х., PhD., заведующий кафедрой, <https://orcid.org/0000-0002-2555-8081>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, tokushevnm@mail.ru

Исенов К.Г., PhD., старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0002-5193-9646>

НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина», г. Астана, Казахстан, isenov-kz@mail.ru

Кубашева Ж.К., кандидат технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-4712-492X>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», 090009, ул. Жангир хана, 51, г. Уральск, Республика Казахстан, kubashevazhanna@mail.ru

Capov S. N., Doctor of Technical Sciences, Professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-0002-2889-2413>,

«Stavropol State Agrotechnical University Stavropol», Russia, capov-sn57@mail.ru

Aduov M. A., Professor, Doctor of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2190-8582>,

NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» Astana, Kazakhstan, aduov50@mail.ru

Ospanova Z. K., Magistr., Senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0002-8572-7350>

NCJSC «S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University» Astana, Kazakhstan, shinar1872@mail.ru