

УДК 597+57.044

*Б.Г. Котегов***ВЛИЯНИЕ ПРУДОВ-ОТСТОЙНИКОВ НА ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ РЫБ МАЛЫХ РЕК, ПРОТЕКАЮЩИХ ПО ТЕРРИТОРИЯМ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УДМУРТИИ**

Создание прудов на малых реках может изменять не только гидрологический режим, но и гидрохимические условия обитания пресноводных организмов. Целью настоящей работы явилась оценка последствий создания прудов-отстойников для рыб, обитающих в малых реках Удмуртской Республики. Объектом исследования были представители ихтиофауны, отловленные в трех прудах и ниже их плотин в малых реках, протекающих по территориям нефтяных месторождений. Изучены особенности видового состава и структуры сообществ рыб, обитающих на зарегулированных и проточных речных участках с расчетом широко используемых индексов разнообразия и сходства. Выяснено, что создание прудов-нефтеловушек может изменять структуру речных ихтиоценозов и приводить как к повышению, так и к снижению показателей видового разнообразия ихтиофауны на зарегулированных участках малых рек. Последнее наблюдалось в пруду-отстойнике на реке Вотке в условиях повышенного загрязнения органическими веществами и продуктами их разложения. Результаты оценки показателей видового богатства и разнообразия ихтиофауны сопоставлены с некоторыми гидрологическими параметрами речных участков и гидрохимическими характеристиками, отражающими особенности их антропогенного загрязнения. Выявлена статистически значимая отрицательная связь числа видов рыб, зарегистрированных на разных участках рек и прудов, со степенью минерализации пресной воды, которая на исследованных территориях во многом определялась фактором нефтедобычи.

Ключевые слова: рыбы, малые реки, пруды-отстойники, нефтедобыча, химическое загрязнение воды.

Зарегулирование стока малых рек и образование на них небольших плотинных прудов приводит не только к изменению гидрологического режима речных участков, находящихся в подпоре, но и к увеличению уровня их загрязнения теми веществами, которые поступают в реку с вышележащей площади водосбора и задерживаются плотиной. В свою очередь, ниже плотины происходит очищение речного стока, и этот эффект широко используют при создании прудов-отстойников различного назначения. На малых реках, протекающих по территориям эксплуатируемых месторождений нефти, подобные пруды используются в качестве фильтров-нефтеловушек с целью предотвращения распространения возможных аварийных разливов нефти вниз по течению, а также частичной механической и биологической очистки неорганизованного стока с трансформированного водосбора от избытка взвешенных веществ, биогенных ионов и растворенной «органики». Выше и ниже плотин прудов-нефтеловушек формируются неодинаковые гидрологические и гидрохимические условия, что отражается на составе, разнообразии и обилии гидробионтов, обитающих на таких водных участках. В частности, в отношении таксономического состава и количественных показателей организмов макрозообентоса это было показано Н.В. Холмогоровой [1].

Цель нашей работы – оценить последствия создания прудов-нефтеловушек для рыб, обитающих в малых реках Удмуртской Республики.

Материалы и методы исследований

Ихтиологический материал собран в 2000–2004 и 2014–2016 гг. в Шарканском, Воткинском и Завьяловском районах Удмуртии на участках трех малых рек выше и ниже плотин прудов-отстойников. Эти плотины были сооружены в конце 90-х гг. XX в. на территориях с интенсивной нефтедобычей.

Пруд № 1 (Черновская нефтеловушка) образован на реке Вотке, правом притоке реки Сивы, в 33 км от истока и в 3 км к востоку от д. Черновской Лесоучасток. На водосборе расположены Черновское, Сосновское, Быгинское и Чутырско-Киенгопское месторождения нефти, ниже по течению реки в 11 км находится верхний подпор Воткинского пруда-водохранилища. Плотины отстойника имеет поверхностный бетонный водослив, перед которым расположено двойное шпунтовое ограждение с наполнителем длиной 85 м. Площадь пруда около 1 га, средняя ширина русла реки ниже плотины около 15 м.

Пруд № 2 (Березовская нефтеловушка) образован на реке Березовке, левом притоке реки Вотки, в 6 км от истока на северной окраине г. Воткинска. На водосборе расположен участок Мишкинского месторождения нефти, ниже по течению в 2 км находится каскад из двух малых прудов и Березовский залив Воткинского пруда-водохранилища, куда впадает река. Плотина отстойника насыпная, укрепленная бетонными плитами, длиной 160 м с шахтным прямоугольным железобетонным водосбросом и дополнительным аварийным водосбросом сбоку плотины через металлическую трубу. Площадь пруда около 7 га, средняя ширина речного русла ниже плотины около 3 м.

Пруд № 3 (Гремихинская нефтеловушка) образован на реке Докшанке, правом притоке реки Камы, в 9 км от истока и в 0,5 км к востоку от д. Колюшево. На водосборе расположен участок Гремихинского месторождения нефти, ниже по течению реки в 3 км находится русло реки Камы. Плотина отстойника насыпная, укрепленная бетонными плитами, длиной 80 м с шахтным прямоугольным железобетонным водосбросом. Площадь пруда около 1 га, средняя ширина речного русла ниже плотины около 2 м.

Отлов рыбы осуществлялся как в самих прудах, так и на проточных участках рек на расстоянии до 2-3 км ниже их плотин. В качестве орудий лова использовались ставные жаберные сети и экраны, мальковые бредни и сачки, ловушки и крючковые снасти. Общая выборка представителей ихтиофауны составила 716 экземпляров. Для более полного выявления видового состава рыб, обитающих в прудах-отстойниках, дополнительно производился визуальный осмотр их мелководных участков и уловов рыбаков-любителей. Оценка видового разнообразия ихтиофауны на каждом из шести исследованных водных участков произведена с использованием информационного индекса Шеннона. Степень сходства видового состава рыб на зарегулированных и проточных участках рек оценена по коэффициенту Жаккара (с учетом результатов визуальных осмотров), степень сходства видовой структуры ихтиоценозов зарегулированных и проточных участков – по коэффициенту Сьеренсена-Чекановского [2]. Дендрограммы сходства построены методом ближайшего соседа (одиночной связи).

Минерализация воды прудов измерялась в полевых условиях портативным кондуктометром «РНТ-028» в течение 2014–2016 гг. несколько раз в год с весны до осени. Пробы воды на анализ содержания сухого остатка, ионов кальция, магния и аммония взяты в прудах однократно в нерестовый период в мае-июне 2016 г., ионов меди и кадмия – в мае 2015 г. Анализ воды проведен в Центральной экологической лаборатории химического анализа Удмуртского государственного университета по методикам, соответствующим природоохранным нормативным документам федерального уровня. Корреляционный и дисперсионный анализы данных проведены стандартными методами математической статистики с расчетом ранговых коэффициентов корреляции по Спирмену и показателей силы влияния факторов по Снедекору [3].

Результаты и их обсуждение

За период исследований на шести участках трех малых рек было зарегистрировано 17 видов рыб (табл. 1), что сопоставимо со средними показателями видового богатства ихтиофауны других малых водотоков, протекающих в центрально-восточной части Удмуртской Республики и имеющих участки с зарегулированием стока плотинами прудов [4-6]. Наибольшее число – 16 видов рыб – отмечено в среднем течении реки Вотки. В этой реке, которая в несколько раз шире и длиннее рек Березовки и Докшанки, выше и ниже плотины пруда-отстойника № 1 доминировала по численности плотва. Однако состав видов-субдоминантов на двух участках рассматриваемого водотока сильно различался. В пруду с достаточно высокими показателями обилия были представлены речной окунь и золотой карась. Ниже плотины нефтеловушки на глубоких проточных участках Вотки с замедленным течением наряду с плотвой был обычен лещ, поднимавшийся во время нерестовой миграции из Воткинского пруда-водохранилища, а на перекатах чаще других встречались усатый голец, обыкновенный пескарь и молодь голавля. В целом, видовой состав ихтиофауны в пруду № 1 оказался беднее, чем в самой реке Вотке ниже по течению, за счет «выпадения» из него целого ряда псаммо- и литореофильных представителей. Помимо гольца, пескаря и голавля это елец и обыкновенный голянь, отловленные в небольшом количестве на перекатах реки ниже плотины, но не обнаруженные на верхнем зарегулированном участке. В то же время многие лимнореофильные виды рыб присутствовали с разными показателями обилия в составе ихтиофауны как верхнего, так и нижнего участков реки Вотки: плотва, окунь, лещ, уклея, язь и ерш.

В малых реках Березовке и Докшанке было отмечено по семь видов рыб (табл. 1). На проточном участке реки Березовки ниже пруда-отстойника № 2 и двух малых прудов, расположенных каскадом еще ниже, доминировала по численности молодь плотвы, а в самой нефтеловушке самым многочисленным видом рыб был окунь. В реке Докшанке ниже пруда-отстойника № 3 преобладал по численности пескарь, а в самом пруду – золотой карась. Несмотря на существенные различия этих двух водотоков по видовому составу рыб и доминирующим представителям ихтиофауны, для них была выявлена одна общая тенденция. Как в Березовке, так и в Докшанке максимальное число видов рыб (7) зарегистрировано в прудах-отстойниках, тогда как на проточных участках этих рек отмечено только по четыре вида. Обогащение видового состава ихтиофауны двух рассматриваемых прудов было связано с появлением в них некоторых лимнофильных видов рыб, как правило, отсутствовавших ниже плотин (верховка, линь, серебряный и золотой караси), на фоне доминирования лимнофильных видов в пруду № 2 и сохранения в небольшом количестве псаммофильных в пруду № 3.

Таблица 1

Численность особей разных видов рыб, отловленных на зарегулированных и проточных участках трех малых рек, а также коэффициенты разнообразия и сходства видового состава ихтиофауны этих участков

| Название вида | Река (месторождение нефти) | | | | | |
|--|----------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | Вотка (Черновское) | | Березовка (Мишкинское) | | Докшанка (Грехинское) | |
| | Пруд № 1 | Река ниже пруда № 1 | Пруд № 2 | Река ниже пруда № 2 | Пруд № 3 | Река ниже пруда № 3 |
| Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (L.) | 42 | 117 | 50 | 21 | – | – |
| Елец – <i>Leuciscus leuciscus</i> (L.) | – | 4 | – | – | – | – |
| Голавль – <i>Squalius cephalus</i> (L.) | – | 7 | – | – | – | – |
| Язь – <i>Leuciscus idus</i> (L.) | + | 6 | – | – | – | – |
| Гольян обыкновенный – <i>Phoxinus phoxinus</i> (L.) | – | 2 | – | – | 1 | 27 |
| Верховка – <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel) | 3 | 1 | 10 | – | + | – |
| Линь – <i>Tinca tinca</i> (L.) | + | 1 | 1 | – | 39 | 5 |
| Пескарь обыкновенный – <i>Gobio gobio</i> (L.) | – | 7 | – | – | 45 | 40 |
| Уклейка – <i>Alburnus alburnus</i> (L.) | 2 | 5 | – | – | – | – |
| Лещ – <i>Abramis brama</i> (L.) | 3 | 51 | – | – | – | – |
| Карась золотой – <i>Carassius carassius</i> (L.) | 11 | 1 | – | – | 58 | – |
| Карась серебряный – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch) | – | – | 1 | – | 41 | – |
| Сазан (кари) – <i>Cyprinus carpio</i> L. | 2 | – | – | – | – | – |
| Голец усатый – <i>Barbatula barbatula</i> (L.) | – | 9 | + | 8 | 7 | 5 |
| Щука – <i>Esox lucius</i> L. | + | – | 2 | 2 | – | – |
| Ерш – <i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.) | + | 1 | – | – | – | – |
| Окунь – <i>Perca fluviatilis</i> L. | 13 | 3 | 57 | 5 | – | – |
| Общее число видов | 11 | 14 | 7 | 4 | 7 | 4 |
| Индекс Шеннона | 1,957 | 2,154 | 1,548 | 1,563 | 2,173 | 1,533 |
| Коэффициент Жаккара | 0,563 | | 0,571 | | 0,571 | |
| Коэффициент Сьеренсена-Чекановского | 0,357 | | 0,357 | | 0,351 | |

Примечание. «+» – виды рыб, зарегистрированные в прудах в ходе визуальных наблюдений и при осмотре уловов рыбаков.

Расчет коэффициентов Жаккара показал, что во всех трех малых реках видовой состав рыб, обитающих выше и ниже плотин прудов-нефтеловушек, был сходен больше чем наполовину (табл. 1). В то же время расчет коэффициентов Сьеренсена-Чекановского выявил более существенные различия, отражающие перестройки видовой структуры сообществ рыб, которые были связаны с изменением относительной численности разных видов и формированием неодинаковых по видовому составу доминирующих комплексов ихтиофауны на зарегулированных и проточных участках водотоков. Присутствие в составе ихтиоценозов прудов-отстойников некоторых видов рыб с крайне низ-

кой численностью могло свидетельствовать либо о постепенном их исчезновении после зарегулирования стока (гольян, голец), либо о недавнем их проникновении и освоении лентических условий (каarp, серебряный карась), либо о временном транзитном пребывании особей этих видов в рассматриваемом месте обитания (язь, лещ). В любом случае наличие таких видов рыб повлияло на показатели видового разнообразия ихтиофауны зарегулированных участков малых рек, которые в сравнении с аналогичными показателями нижних проточных участков изменились по-разному.

Так, на примере реки Докшанки нами был выявлен положительный эффект запруживания малых водотоков в отношении разнообразия видов рыб: индекс Шеннона в пруду № 3 оказался заметно выше, чем на проточном участке реки ниже плотины (табл. 1). В этом небольшом, хорошо прогреваемом и частично зарастающем пруду условия для обитания лимнофильных видов рыб были наиболее благоприятными, но вместе с тем в период летнего нагула здесь отмечались и некоторые короткоцикловые реофилы – пескарь, голец и даже обыкновенный гольян (единично). Последний факт мог свидетельствовать о достаточно хорошем кислородном режиме в пруду-отстойнике, как минимум, на отдельных русловых его участках в период отлова рыб. Высокая численность обыкновенного пескаря и усатого гольца наиболее характерна для недавно образованных малых прудов площадью менее 10 га, ихтиоценозы которых находятся на ранних стадиях антропогенной сукцессии [4; 7]. В этой связи нельзя исключить влияния на видовой состав рыб пруда № 3 его частичного спуска перед сильными паводками для защиты дамбы от разрушения. Ниже пруда на мелководном проточном участке реки Докшанки короткоцикловые реофилы доминировали, а из лимнофилов был отловлен в небольшом количестве только линь. Другие лимно- и лимнореофильные виды рыб здесь в период летней межени нами не обнаружены.

Зарегулирование стока реки Березовки с образованием пруда-отстойника № 2, третьего помимо уже существовавших на водотоке двух малых прудов ниже по течению, не привело к существенным изменениям показателя видового разнообразия ихтиофауны, несмотря на появление новой достаточно большой площади акватории. Индекс Шеннона в этом пруду-нефтеловушке имел низкие значения из-за выраженного доминирования двух наиболее экологически пластичных видов рыб – плотвы и окуня, на долю которых в суммарных уловах пришлось почти 90 % всей численности (табл. 1). Эти же виды ихтиофауны преобладали и в двух нижних прудах, у которых поверхностные водосливные плотины в периоды высокой воды обеспечивали беспрепятственный миграционный транзит рыб из Березовского залива Воткинского пруда-водохранилища вверх по течению реки Березовки до нефтеловушки и обратно. Низкая численность в пруду № 2 таких лимнофильных видов рыб, как линь и карась, возможно, обусловлена его большой глубиной и, как следствие, недостаточным прогревом воды в начале лета – в период нереста этих теплолюбивых филофилов. Еще один вид-лимнофил – верховка – был в этом водоеме раньше одним из наиболее массовых наряду с плотвой, судя по визуальным наблюдениям и отловам в начале 2000-х годов. Однако к настоящему времени верховка практически исчезла из состава ихтиоценоза Березовского пруда-нефтеловушки. Подобная современная депрессия численности этого короткоциклового вида и «выпадение» его из «ядра» прудовых сообществ рыб отмечены нами по итогам 15-17 лет наблюдений также в наиболее крупных водоемах-отстойниках г. Ижевска – в Чемошурском пруду и в прудах водооборотной системы охлаждения городской ТЭЦ-2.

Негативная тенденция изменения видового разнообразия рыб прослежена нами на зарегулированном участке реки Вотки при создании Черновского пруда-нефтеловушки № 1. Снижение индекса Шеннона в пруду по сравнению с нижележащими проточными участками реки было связано, в первую очередь, с уменьшением числа видов ихтиофауны, что уже отмечалось выше. Отсутствие на участке реки Вотки непосредственно выше плотины ряда реофильных видов рыб даже во время нагула могло стать следствием формирования здесь неоптимального кислородного режима как для них самих, так и для предпочитаемых ими кормовых объектов. Косвенно об этом свидетельствовали результаты химического анализа воды трех прудов-отстойников, проведенного в мае-июне 2016 года (табл. 2).

Только в пруду № 1 химический анализ выявил превышение рыбохозяйственных нормативов содержания аммония – восстановленной растворенной неорганической формы азота, накапливающейся в воде при высоком содержании и интенсивном разложении некоторых форм органических веществ в условиях дефицита кислорода и угнетения процесса нитрификации. Наличие органического загрязнения в реке Вотке регулярно выявлялось ранее в ходе мониторинга состояния поверхностных вод на территории Черновского месторождения нефти. Так, по данным О.В. Гагариной [8], в этом водотоке в 300 м выше нефтеловушки средние значения показателя БПК₅ превышали рыбохо-

зайственные нормативы в 6 раз, максимальные – в 16 раз, повторяемость превышения ПДК – 67 %. Частые превышения ПДК были отмечены здесь также для содержания фенолов и показателя ХПК. По нашему мнению, в застойных условиях пруда № 1 многие органические вещества, приносимые с вышележащих участков реки Вотки, могли накапливаться и постепенно разрушаться в процессе микробиологического окисления, приводя в конечном итоге к ухудшению кислородного режима, накоплению токсичных продуктов разложения «органики» и созданию неблагоприятных гидрохимических условий для обитания ряда оксиреофильных видов рыб.

Таблица 2

Основные химические параметры водной среды в прудах-отстойниках

| №№ пруда | Минерализация, мг/л | Остаток сухой, мг/л | Жесткость, мг-экв/л | Ca ²⁺ , мг/л | Mg ²⁺ , мг/л | NH ₄ ⁺ , мг/л | Cu ²⁺ , мг/л | Cd ²⁺ , мг/л |
|----------|------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | <u>296,7±8,8</u> 280–310 | 333 | 5,20 | 64,1 | 24,3 | 0,58 | 0,00077 | н. д. |
| 2 | <u>420,9±36,3</u> 240–570 | 432 | 3,52 | 53,6 | 10,3 | 0,42 | 0,00135 | 0,00183 |
| 3 | <u>480,0±32,7</u> 350–580 | 790 | 8,29 | 113,0 | 32,2 | 0,44 | <0,00060 | 0,00024 |

Примечание. В числителе – средние значения с ошибкой, в знаменателе – диапазоны вариации значений; выделены полужирным шрифтом значения, превышающие рыбохозяйственные нормативы.

В то же время, в прудах-отстойниках № 2 и № 3 превышение рыбохозяйственных нормативов содержания растворенных веществ в последнее время отмечалось только по хлоридам и ионам некоторых металлов. Подобная ситуация характерна для водоемов и водотоков, на водосборах которых расположены старые нефтяные месторождения. В нашем случае Мишкинское месторождение нефти было введено в промышленную разработку еще в 1973 г., Гремихинское – в 1981 г. Такие месторождения в Удмуртии находятся на этапе падения добычи с извлечением остаточных запасов нефти. Основным фактором химического загрязнения речных водосборов в этом случае являются утечки высокоминерализованных пластовых вод в процессе добычи нефти и ее последующего очищения от избытка водных растворов. Как следствие, происходит увеличение концентрации хлорид-ионов и общей минерализации воды в грунтовых водах подземных водосборов, на которых расположены старые месторождения нефти, а затем в реках и прудах, питающихся этими загрязненными водами. Например, по нашим данным (табл. 2) в прудах № 2 и № 3 минерализация пресной воды была в 2–4 раза выше по сравнению с прудами Удмуртии, расположенными за пределами урбанизированных и техногенных зон [9]. У последних данный гидрохимический показатель соответствовал природному фону – в среднем 100–200 мг/л для водоемов зоны смешанных лесов [10]. Ниже прудов-нефтеловушек, образованных на реках Березовке и Докшанке, в летнюю межень минерализация воды была еще выше, особенно в местах впадения некоторых ручьев, что могло свидетельствовать о поступлении растворенных загрязняющих веществ через их подземный водосбор. На участке реки Вотки, который расположен на территории Черновского месторождения нефти, введенного в промышленную разработку позднее – в 1990 г., общая минерализация воды была тоже выше фоновых значений, но существенно ниже чем в Березовке и Докшанке (табл. 2). Вниз по течению реки от пруда-нефтеловушки № 1 этот гидрохимический показатель также имел тенденцию к снижению.

Дисперсионный анализ распределения числа видов и видового разнообразия рыб, зарегистрированных на шести исследованных водных участках, в градациях двух факторов – зарегулирования стока и принадлежности к тому или иному водотоку – не выявил статистически значимого влияния этих факторов. В то же время сила влияния второго фактора на число видов ихтиофауны по Снедекору была оценена достаточно высоко: 82 % общей вариации этого показателя определялось принадлежностью водного участка к одной из трех рек. Построение дендрограммы сходства шести речных участков по видовому составу ихтиофауны с использованием коэффициентов Жаккара показало, что образование прудов не привело к утрате специфики этого состава в реках. Различия между тремя малыми водотоками оказались больше, чем между зарегулированными и проточными участками каждого из этих водотоков в отдельности (рис. 1). В то же время дендрограмма сходства видовой структуры сообществ рыб, построенная по коэффициентам Сьеренсена-Чекановского, позволила объединить

шесть исследованных участков рек в два кластера, которые соответствовали их бассейновой принадлежности (рис. 2). В один кластер объединились четыре водных участка, отнесенных к бассейну реки Вотки (Воткинского пруда), с доминированием плотвы в составе ихтиоценозов этих участков. В другой кластер объединились два участка реки Докшанки, где в составе доминирующих комплексов видов рыб присутствовал обыкновенный пескарь, но не было плотвы.

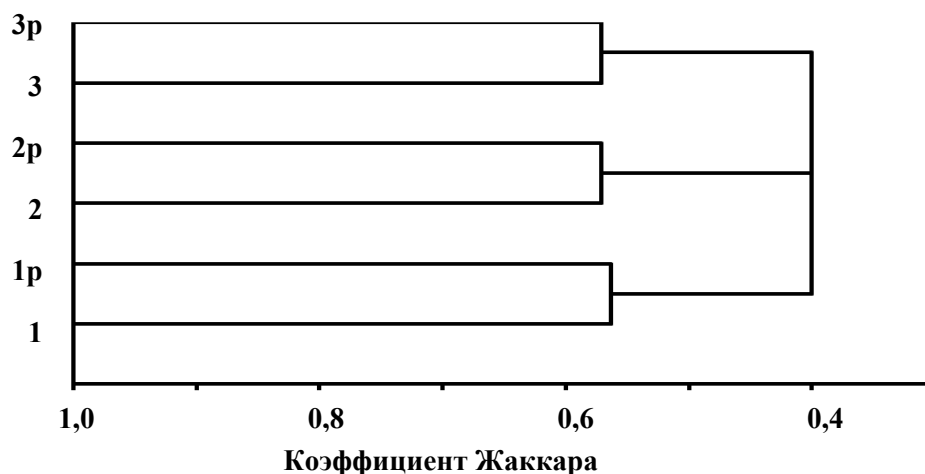


Рис. 1. Дендрограмма сходства видового состава ихтиофауны шести участков малых рек. Условные обозначения: 1-3 – пруды (нумерация как в табл. 1), 1р-3р – реки ниже этих прудов

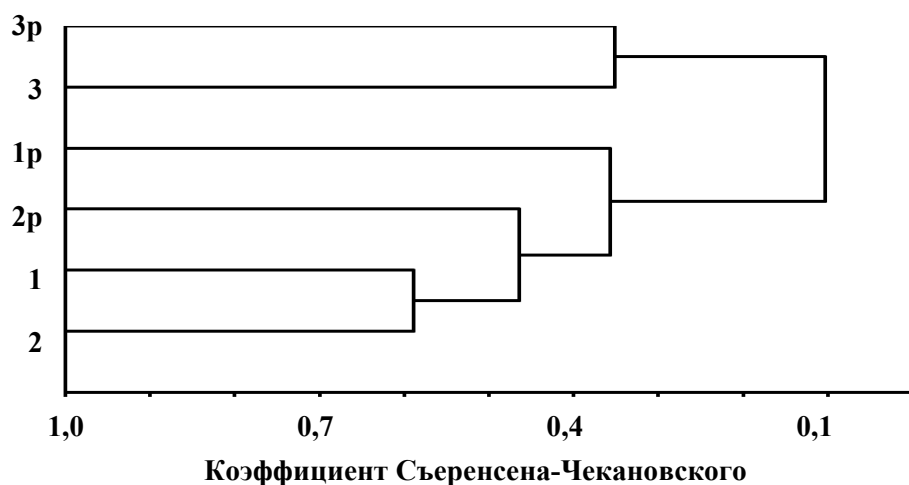


Рис. 2. Дендрограмма сходства видовой структуры ихтиоценозов шести участков малых рек. Условные обозначения как на рис. 1

Чтобы выявить приоритетные экологические факторы, с которыми могли быть связаны различия исследованных участков рек и прудов по числу и разнообразию видов ихтиофауны, нами был проведен корреляционный анализ рангов этих показателей в их сопоставлении с некоторыми гидрологическими и гидрохимическими параметрами (табл. 3). Предварительно шесть водных участков были ранжированы по трем критериям: средней скорости течения, средней площади поперечного сечения русла (произведение его ширины и средней глубины) и средним показателям минерализации воды.

По итогам рангового анализа выявлена статистически значимая отрицательная связь общего числа видов рыб с минерализацией воды, которая в исследованных реках и прудах определялась в первую очередь влиянием нефтедобычи, то есть являлась антропогенным фактором воздействия. С произведением ширины и глубины русла число видов ихтиофауны было связано положительной связью средней силы, не достигающей статистически значимого уровня, тогда как со скоростью течения у этого показателя связи не отмечено.

Таблица 3

Коэффициенты ранговой корреляции общего числа видов и видового разнообразия рыб с некоторыми гидрологическими и гидрохимическими параметрами для шести участков рек

| Показатели | Скорость течения | Площадь поперечного сечения русла | Минерализация воды |
|-------------------|------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Общее число видов | 0,088 | 0,529 | -0,853 |
| Индекс Шеннона | -0,029 | 0,257 | -0,371 |

Примечание. выделено полужирным шрифтом значение, соответствующее уровню значимости $p < 0,05$.

Видовое разнообразие рыб, оцененное нами с использованием индекса Шеннона, не имело статистически значимой связи ни с одним из трех параметров речных участков, использованных в корреляционном анализе. Возможно, значения этого показателя были в большей степени обусловлены внутренними ценотическими факторами: межвидовыми связями и отношениями в водном биоценозе, сукцессионными процессами и т. п. Проверка данного предположения требует дальнейших подробных и целенаправленных исследований.

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что создание на малых реках Удмуртии прудов-отстойников, препятствующих распространению загрязняющих веществ с территорий добычи нефти в составе речного стока вниз по течению, способствует изменению видовой структуры сообществ рыб зарегулированных речных участков. Тренды этого изменения могут быть различными, так как они определяются не только сменой гидрологического режима, но и особенностями гидрохимических условий обитания рыб. Негативные эффекты зарегулирования стока малых рек в части снижения видового разнообразия ихтиофауны прослеживаются в том случае, когда на фоне создания застойного участка речной акватории в его воде происходит накопление загрязняющих веществ, способных окисляться и приводить к ухудшению кислородного режима. В других случаях при отсутствии значимого химического загрязнения воды создание прудов-отстойников на малых реках может приводить и к увеличению видового разнообразия рыб. Фактор антропогенной минерализации пресной воды влияет в большей степени на общее число видов рыб, обитающих как на проточных, так и на зарегулированных речных участках. Это влияние может быть значимым даже на фоне закономерного изменения видового богатства ихтиофауны в зависимости от величины морфологических параметров водотоков.

Автор выражает благодарность студентам Удмуртского государственного университета А.А. Поварничиной, Н.Н. Лушникову, Д.Г. Вахрушеву и П.В. Долгову, принимавшим активное участие в сборе и первичной обработке ихтиологического материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холмогорова Н.В. Трансформация фауны макрозообентоса малых рек Удмуртии под воздействием факторов нефтедобычи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань, 2009. 24 с.
2. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.
4. Котеков Б.Г. Фауна и экология рыб малых рек Удмуртии. Ижевск: Ассоциация «Научная книга», 2006. 96 с.
5. Котеков Б.Г. Особенности видового состава и структуры сообществ рыб малых рек Удмуртской Республики // Экология. 2007. № 4. С. 274-282.
6. Котеков Б.Г., Холмогорова Н.В. Ихтиоценозы водоемов Удмуртии и их роль в биоиндикации водных загрязнений // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Экология. 2001. № 7. С. 132-142.
7. Котеков Б.Г. Сообщества рыб малых прудов Удмуртии: структурные особенности и направления антропогенных сукцессий // Экология. 2005. № 6. С. 446-451.
8. Гагарина О.В. Анализ временной динамики и пространственной изменчивости качества поверхностных вод Удмуртии: дис. ... канд. геогр. наук. Ижевск, 2007. 325 с.
9. Котеков Б.Г. Изменчивость количественных признаков сейсмодатированной системы головы речного окуня *Perca fluviatilis* L. в условиях антропогенной минерализации прудов и средних водохранилищ // Экология. 2017. № 1. С. 35-44.
10. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 208 с.

B.G. Kotegov

THE INFLUENCE OF SETTLING PONDS ON SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF FISH COMMUNITIES IN SMALL RIVERS FLOWING THROUGH THE TERRITORY OF OIL FIELDS IN THE UDMURT REPUBLIC

The creation of ponds on small rivers may change not only the hydrological regime but also hydrochemical conditions of the habitat of freshwater organisms. The aim of this work was to evaluate the effects of creating settling ponds for fish in small rivers of the Udmurt Republic. The objects of the study were representatives of the fish fauna caught in three ponds and below their dams in small rivers flowing through the territories of oil fields. Peculiarities of species composition and community structure of fish in regulated and flowing river sections were studied with the calculation of the widely used indices of diversity and similarity. It was found that the creation of settling ponds for oil catching can change the structure of the river fish community and either increase or decrease the species diversity of the fish fauna in the regulated areas of small rivers. The last effect was observed in conditions of high contamination with organic compounds and some of their decomposition products in the settling pond on the river Votka. The results of the evaluation of the indices of species richness and diversity of the fish fauna were compared with some hydrological parameters of river areas and hydrochemical characteristics, reflecting the peculiarities of their anthropogenic pollution. There was a statistically significant negative relationship in the number of fish species recorded on the different sections of rivers and ponds, with the degree of mineralization of fresh water which was largely determined by the factor of oil production on the studied areas.

Keywords: fish, small rivers, settling ponds, oil production, chemical pollution of water.

REFERENCE

1. Holmogorova N.V. [Transformation of the macrozoobenthos fauna of the small rivers of Udmurtia under the influence of oil production factors], Abstract of diss. Cand. Biol. sci., Kazanj, 2009, 24 p. (in Russ.).
2. Megarran E. *Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie* [Ecological diversity and its dimension], M.: Mir, 1992, 184 p. (in Russ.).
3. Lakin G.F. *Biometrija* [Biometrics], M.: Vyssh. shk., 1990, 352 p. (in Russ.).
4. Kotegov B.G. *Fauna i ekologija ryb malyh rek Udmurtii* [Fauna and ecology of fish of small rivers of Udmurtia], Izhevsk: Associacija "Nauchnaja kniga", 2006, 96 p. (in Russ.).
5. Kotegov B.G. [Features of species composition and structure of fish communities of small rivers of the Udmurt Republic], in *Ekologija*, 2007, no. 4, pp. 274-282. (in Russ.). [Special Features of Fish Species Composition and Community Structure in Small Rivers of the Udmurt Republic // Russian Journal of Ecology, 2007. Vol. 38. № 4. P. 253-261.]
6. Kotegov B.G. and Holmogorova N.V. [Ichthyocenosis of the Udmurtian reservoirs and their role in the bioindication of water pollution], in *Vestn. Udm. un-ta. Ser. Ekologija*, 2001, no. 7, pp. 132-142 (in Russ.).
7. Kotegov B.G. [Communities of fish of small ponds of Udmurtia: structural features and directions of anthropogenous succession], in *Ekologija*, 2005, no. 6, pp. 446-451 (in Russ.). [Fish Communities of Small Ponds in the Udmurt Republic: Structural Features and Trends in Anthropogenic Successions // Russian Journal of Ecology, 2005. Vol. 36. № 6. P. 408-413.]
8. Gagarina O.V. [Analysis of temporal dynamics and spatial variability of surface water quality in Udmurtia], Cand. Geogr. sci. diss., Izhevsk, 2007, 325 p. (in Russ.).
9. Kotegov B.G. [Variability of the quantitative features of the seimosensory system of the head of the perch *Perca fluviatilis* L. in conditions of anthropogenic mineralization of ponds and medium reservoirs], in *Ekologija*, 2017, no. 1, pp. 35-44 (in Russ.). [Variability of quantitative features of the head seimosensory system in European perch *Perca fluviatilis* L. under conditions of anthropogenic mineralization of ponds and medium-size reservoirs // Russian Journal of Ecology, 2017. Vol. 48. № 1. P. 29-37.]
10. Kitaev S.P. *Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer raznyh prirodnyh zon* [Ecological bases of bioproductivity of lakes of different natural zones], M.: Nauka, 1984, 208 p. (in Russ.).

Котегов Борис Георгиевич,
кандидат биологических наук, доцент,
доцент кафедры экологии и природопользования
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 1)
E-mail: rutilus@yandex.ru

Kotegov B.G.,
Candidate of Biology, Associate Professor,
Associate Professor at department of ecology
and nature management
Udmurt State University
Universitetskaya st., 1/1, Izhevsk, Russia, 426034
E-mail: rutilus@yandex.ru