

А.О. Аськеев, И.В. Аськеев, С.П. Монахов, О.В. Аськеев

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, parus.cyanus@rambler.ru

НАСЕЛЕНИЕ РЫБ МАЛЫХ РЕК КРАЙНЕГО ВОСТОКА ЕВРОПЫ В ГРАДИЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

На территории Республики Татарстан исследовано 318 участков малых рек, в которых было отловлено 40 видов рыб, но только усатый голец и обыкновенный пескарь были представлены более, чем в половине исследованных нами участков. Двенадцать наиболее многочисленных видов рыб: речной голянь, усатый голец, обыкновенный пескарь, уклейка, голавль, плотва, обыкновенный елец, верховка, сибирская щиповка, обыкновенная быстрянка, окунь и белоперый пескарь вместе составляли 95% от всех пойманных особей. Видовое богатство рыб и величина индекса Шеннона имеют тенденцию к увеличению на широких и глубоких участках рек, расположенных на небольших высотах над уровнем моря. Основными факторами окружающей среды, определяющими композицию отдельных видов рыб на малых реках на крайнем Востоке европейского субконтинента были: высота над уровнем моря, ширина и глубина реки.

Ключевые слова: малые реки; население рыб; факторы окружающей среды; индекс Шеннона; Республика Татарстан.

DOI: <https://doi.org/10.24852/2411-7374.2023.3.12.21>

Введение

Малые реки в Российской Федерации, являясь самыми многочисленными водными объектами и внося огромный вклад в формирование биологического разнообразия, остаются малоизученными в ихтиологическом плане (Иванчева и др., 2008). Вместе с тем, они служат основным резерватом для сохранения многих редких и исчезающих видов рыб. В современную эпоху на ихтиофауну малых рек негативно воздействует целый ряд факторов: от различных видов антропогенной деятельности (создание водохранилищ, изменение водного баланса, загрязнение бытовыми отходами, выпас скота на водосборной площади и т.д.) до потепления климата, которое может оказать пагубное влияние на рыб.

Климат на территории Республики Татарстан за последние 30 лет серьезно изменился в сторону потепления (Askeyev et al., 2018, 2020, 2022). Если указанная тенденция продолжится, то многие бореальные виды могут столкнуться с проблемами выживания (Buisson et al., 2013; Comte et al., 2013). Встречаемость и численность многих видов рыб, особенно реофильного комплекса, снизились в разы по сравнению с их историческим распространением на территории Республики Татарстан (Аськеев, 2016; Аськеев и др., 2016). Поэтому малые реки и их ихтиофауна нуждаются в особенно тщательном мониторинге и охране. Важно иметь информацию как о современном

распространении, встречаемости и численности отдельных видов, так и о популяционных характеристиках ихтиофауны в контексте возможных трансформаций экосистем. При этом рациональное использование и охрана рыб могут быть удовлетворительно осуществлены только при анализе всех факторов среды (Buisson et al., 2008; Askeyev et al., 2015, 2023).

Целью работы является выявление и анализ закономерностей распределения населения рыб малых рек Республики Татарстан в зависимости от факторов окружающей среды.

Материал и методы исследования

Республика Татарстан (РТ) находится на крайнем востоке Европейского субконтинента, на месте слияния четырех крупнейших рек Европы: Волги, Камы, Белой и Вятки. Площадь РТ составляет 67838 км². С севера на юг территория республики растянулась на 290 км, с запада на восток – на 460 км (Атлас Республики Татарстан, 2005). РТ обладает большой орографической неоднородностью. Наибольших высот (до 380 абс. м) рельеф достигает на юго-востоке, где находится северо-западная часть Бугульмино-Белебеевской возвышенности. Наименьшие отметки приурочены к долинам рек Волги и Камы.

Всего на территории РТ было исследовано 318 участков малых рек с площадью водосбора 10–10000 км². В исследовании не рассматривают-

А



В



С



Рис. 1. Типичные водотоки регионов Республики Татарстан:

А – северо-запад, В – центральные районы,
С – юго-восток

Fig. 1. The typical rivers for different regions of the Republic of Tatarstan:

А – the north-west, В – the central regions,
С – the south-east

ся участки рек, находящиеся в подпоре расположенных на них прудов, а также в подпоре Нижнекамского и Куйбышевского водохранилищ.

На рисунке 1 приведены типичные для отдельных регионов республики реки, на которых проводился отлов ихтиофауны.

Сбор ихтиологического материала проводили ежегодно, в период с мая по сентябрь, в течение 2011–2022 гг. Отлов рыб осуществляли при помощи крупноячеистой мальковой волокуши-бредня длиной 5–15 м (с ячей в крыльях 5×5 мм, в кутке

3×3 мм) и рыболовными сачками (диаметр сачка 40–50 см, с ячей 4×4 мм). Такой набор орудий лова связан со значительной зарастаемостью берегов, наличием перекастов и быстрой сменой рыбами биотопов. При выборе орудий облова учитывались локальные и кратковременные изменения гидрологического режима, вызывающие увеличение скорости течения и повышения уровня воды. После отлова рыбы определялись до вида, подсчитывались и возвращались в естественную среду обитания.

Для каждого участка реки вычисляли: видовое богатство, общую численность рыб и индекс биологического разнообразия Шеннона – Н'. Для описания структуры населения рыб приведены данные по основным экологическим характеристикам на данных о численности: по принадлежности к типам фаун (Никольский, 1974) и образу жизни (Noble, Cowx, 2002). Следующие девять факторов окружающей среды были выбраны в качестве основных переменных, влияющих на распределение рыб в реках РТ: географическая широта; географическая долгота, высота над уровнем моря (среднее значение – 105.5 абс. м), ширина реки (7.7 м), глубина (0.71 м), скорость течения (0.31 м), степень залесенности берегов (47.9%), преобладающий субстрат дна (по числовой шкале: 1 – ил, 2 – глина или торф, 3 – песок, 4 – гравий, 5 – мелкая галька, 6 – крупные камни до 150 мм, 7 – большие камни 150–300 мм, 8 – валуны больше 300 мм), вид хозяйственной деятельности человека (ВХДЧ) по FAME (Beier et al., 2002; Kestemont, Goffaux, 2002) (по балльной шкале: 0 – нет сельского или лесного хозяйства, 1 – легкое сельскохозяйственное воздействие – сенокосы, слабый выпас и лесное хозяйство на расстоянии 0–250 м от берега реки, 2 – умеренное сельскохозяйственное воздействие – средний выпас на расстоянии 0–250 м от берега реки, наличие брода и водопоя для скота, 3 – сильное сельскохозяйственное воздействие – сильный выпас скота, видимые прогонные дорожки, пахотные земли и навесы для животных на расстоянии 0–250 м от берега реки, 4 – умеренное воздействие сельского хозяйства и загрязнение нефтью – средний выпас животных и добыча нефти на расстоянии 0–250 м от берега реки, 5 – урбанизированное воздействие – участок реки в городе или большом селе, 6 – сильное нефтяное и химическое загрязнение – чувствуется и видно химическое или нефтяное загрязнение).

Для проверки достоверности связей между факторами окружающей среды с числом видов рыб, общей численностью рыб, величиной индекса Шеннона и экологическими группами рыб

использовались обобщенные линейные модели с нормальной структурой ошибок. Наиболее подходящие модели были отобраны на основе значений информационного критерия AIC. Для выявления и визуализации связей между композицией видов рыб и факторами окружающей среды использовался метод ординации «Canonical Correspondence Analysis» (CCA). Ординация была произведена на данных о присутствии-отсутствии. В анализ были включены только те виды рыб, которые были отмечены на 7 и более участках. Таким образом, матрица данных состояла из 28 видов и 318 участков рек.

Для обработки данных использовались прикладные статистические программы Microsoft Excel, XLSTAT 2022, Past 4.12.

Результаты исследования

Всего за период исследования отловлено 40336 особей рыб 40 видов (табл. 1) и 2 гибридов (*Alburnus alburnus* × *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus* × *Leuciscus*). В таксономическом плане выявленные виды относятся к классу Лучепёрые – Actinopterygii, к восьми отрядам и четырнадцати семействам. Из них 6 видов занесено в Красную Книгу РТ (2016): ручьевая форель, европейский хариус, обыкновенный подкаменщик, обыкновенная быстрянка, волжский подуст и горчак.

Наиболее богатым в видовом отношении являются: отряды карпообразные (Cypriniformes) – 27 видов (67.5% от видового богатства) и окунеобразные (Perciformes) – 5 видов (12.5%); семейства карповые (Cyprinidae) – 23 вида (57.5%), вьюновые (Cobitidae) и окуневые (Percidae) – по 3 вида (по 7.5% каждый).

Видовое богатство на участках изменялось от 1 до 23 видов (в среднем 5.5 ± 0.2), число рыб – от 1 до 1133 особей (в среднем 126.7 ± 8.5), индекс Шеннона – от 0 до 2.441 (в среднем 1.05 ± 0.03).

Двенадцать наиболее многочисленных видов (речной голянь, усатый голец, обыкновенный пескарь, уклейка, голавль, плотва, обыкновенный елец, верховка, сибирская щиповка, обыкновенная быстрянка, белоперый пескарь и окунь) в совокупности составляли 95% от всех пойманных особей рыб. Усатый голец, обыкновенный пескарь, речной голянь, голавль, обыкновенный елец, верховка, плотва, сибирская щиповка, уклейка, окунь были десятью самыми встречаемыми видами, но только усатый голец и обыкновенный пескарь были представлены более чем в половине исследованных участков.

Взаимоотношение между общей численностью, общим числом видов рыб, значением индекса Шеннона и факторами окружающей сре-

ды.

Пять факторов окружающей среды оказывали значимое влияние хотя бы на одну из рассматриваемых переменных ихтиоценоза. Так, ширина и глубина участка реки оказывали влияние на все три переменные, высота на две, а долготы и антропогенный фактор – на одну (табл. 2). Общая численность рыб увеличивалась на широких и глубоких участках рек в восточных районах республики. Видовое богатство рыб было выше на участках более глубоких и более широких рек, на меньших высотах над уровнем моря. Величина индекса Шеннона населения рыб была достоверно выше на участках водотоков с большой глубиной и шириной, небольшой высотой над уровнем моря и низкой антропогенной нагрузкой (табл. 2).

Экотопические группы и фаунистические комплексы рыб и их связь с факторами окружающей среды

В малых реках Татарстана отмечены представители трех экотопических гильдий: реофилы, эвритопы и лимнофилы. По численности доминировали представители реофильной гильдии: их доля составила 80.6% от общего числа, доля эвритопов – 14.9%, лимнофилов – 4.5%.

Доля реофилов в населении рыб была достоверно выше на участках рек с небольшой глубиной и шириной, высокой скоростью течения и большими высотами над уровнем моря. Напротив, доля эвритопов возрастала на широких и глубоких участках рек, расположенных на относительно небольших абсолютных отметках высот. Доля лимнофилов увеличивалась на реках с «мягкими» субстратами дна и низкой скоростью течения (табл. 3).

Отловленные виды рыб принадлежат семи фаунистическим комплексам: понто-каспийскому пресноводному, понто-каспийскому морскому, бореально равнинному, пресноводно амфибореальному, арктическо пресноводному, китайско равнинному и бореально предгорному. По численности среди фаунистических комплексов доминировали представители бореального предгорного комплекса, их доля достигла 50% от общего числа. Доли рыб бореального равнинного комплекса и понто-каспийского пресноводного комплекса по численности были несколько ниже: 33.3% и 15.8% соответственно. Доля представителей других гильдий незначительна и суммарно не превышает 1%.

Доля бореального предгорного комплекса в населении рыб достоверно растет на узких и мелких участках рек на большой высоте над уровнем моря с высокой скоростью течения на востоке региона (табл. 4). В отличие от бореального пред-

Таблица 1. Видовой состав рыб малых рек РТ
 Table 1. The species composition of fish in small rivers Republic of Tatarstan

Виды / Species	A*	B
Белоглазка – <i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)	1.3	0.01
Белоперый пескарёв – <i>Romanogobio albipinnatus</i> (Lukasch, 1933) – Roma	9.4	1.4
Бычок-кругляк – <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	0.3	0.07
Верховка – <i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843) – Lede	31.1	4.4
Волжский подуст – <i>Chondrostoma variable</i> (volgensis) (Jakovlev, 1870) – Chva	4.7	0.54
Вьюн – <i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	0.6	0.01
Голавль – <i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758) – Sqce	44.3	4.8
Густера – <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758) – Blbj	4.4	0.47
Девятииглая колюшка – <i>Pungitius pungitius</i> (Linnaeus, 1758)	0.6	0.14
Европейский хариус – <i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus, 1758) – Thth	2.8	0.06
Жерех – <i>Aspius aspius</i> (Linnaeus, 1758) – Asas	3.1	0.07
Красноперка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758) – Scer	3.8	0.14
Лещ – <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758) – Abbr	4.7	0.29
Линь – <i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	0.9	0.01
Налим – <i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758) – Lolo	4.4	0.06
Обыкновенная быстрянка – <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) – Albi	9.1	2
Обыкновенная щиповка – <i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758) – Cbta	13.5	0.46
Обыкновенная щука – <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758) – Eslu	8.5	0.14
Обыкновенный горчак – <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) – Rham	2.2	0.57
Обыкновенный елец – <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758) – Lele	42.8	3.9
Обыкновенный ерш – <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758) – Gyce	8.5	0.35
Обыкновенный карась – <i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758) – Caca	2.2	0.05
Обыкновенный пескарёв – <i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758) – Gogo	73.9	15.9
Обыкновенный подкаменщик – <i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758) – Cogo	2.8	0.13
Обыкновенный сом – <i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	0.3	0.01
Обыкновенный судак – <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	1.6	0.03
Окунь – <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) – Pefl	26.1	1.6
Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758) – Ruru	30.8	5.3
Пухлощёкая рыба-игла – <i>Syngnathus abaster</i> (Risso, 1827)	0.3	<0.01
Речной голец – <i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758) – Phph	47.5	25.9
Ротан-головешка – <i>Perccottus glenii</i> (Dybowski, 1877)	0.6	0.01
Ручьевая форель – <i>Salmo caspius morpha fario</i> (Linnaeus, 1758) – Saca	5.4	0.24
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) – Cysc	2.5	0.03
Серебряный карась – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782) – Carg	10.7	1.1
Сибирская щиповка – <i>Cobitis melanoleuca</i> (Nichols, 1925) – Cbme	31.8	1.9
Синец – <i>Ballerus ballerus</i> (Linnaeus, 1758)	0.9	0.09
Уклейка – <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758) – Alal	26.1	8.7
Усатый голец – <i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758) – Baba	83.6	18.9
Чехонь – <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)	0.3	<0.01
Язь – <i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758) – Leid	6.9	0.15

* А – встречаемость, %; В – доля вида, % от общего числа пойманных рыб
 A – occurrence, %; B – proportion of the species, % of the total number of fish caught

горного, доля бореально равнинного комплекса в населении рыб по численности достоверно растет на глубоких участках рек на небольшой высоте над уровнем моря со слабым течением, а доля представителей понто-каспийского пресноводного – на широких и глубоких и равнинных участках.

Композиции видов рыб в градиентах окружающей среды

Проведенный мультивариационный анализ (ССА) показал (рис. 2), что первые две оси ординации были способны объяснить 86.9% вариаций дистанционной матрицы, основанной на население рыб и факторов среды. Первая ось ординации

Таблица 2. Регрессионные модели, суммирующие взаимосвязь между общей численностью, общим количеством видов рыб, значением индекса Шеннона и факторами окружающей среды
Table 2. Regression models summarizing the relationship between total abundance, total number of fish species, Shannon index value, and environmental factors

Параметры разнообразия населения рыб Diversity parameters of fish assemblages	Уравнение модели Model equation*	AIC	p
Общая численность Total abundance	$Y = -5.9 + 4.7\text{Ширина} + 2.3\text{Глубина} + 1.2\text{Долгота}$	312.5	<0.001
Общее число видов Total number of species	$Y = 4.7 - 2.3\text{Высота} + 0.3\text{Ширина} + 3.1\text{Глубина}$	58.9	<0.001
Индекс Шеннона Shannon Index	$Y = 1.4 - 3.3\text{Высота} + 0.7\text{Ширина} + 0.6\text{Глубина} - 2.3\text{ВХДЧ}$	51.2	<0.001

*факторы окружающей среды, включенные в модели: ширина реки (Ширина), глубина реки (Глубина), географическая долгота (Долгота), высота над уровнем моря (Высота), вид хозяйственной деятельности человека (ВХДЧ)

*The environmental factors included in the models are abbreviated as: River width (Ширина), River depth (Глубина), Geographic longitude (Долгота), Elevation (Высота), Type of human activity (ВХДЧ)

объясняла 64.4% вариаций структуры населения рыб и была достоверно связана с градиентом высоты над уровнем моря, глубиной и шириной реки ($p < 0.001$) и в меньшей степени с фактором субстрата дна реки (рис. 2). Вторая ось объясняла 22.5% вариаций и преимущественно связана с антропогенным фактором и скоростью течения ($p < 0.05$).

В целом, перемещение справа налево по первой оси демонстрировало изменение населения рыб от истоков рек к устью. На видовом уровне результаты подтверждали тот факт, что реофильные виды, такие как ручьевая форель, хариус, речной голец, подкаменщик и усатый голец, были преимущественно связаны с большими высотами и малыми по размеру реками. Потамальные виды – ерш, красноперка, щука, волжский подуст, белоперый пескарь, лещ, густера, быстрянка, налим, жерех, сазан и язь – связаны с широкими и глубокими реками, расположенными на небольшой высоте над уровнем моря. Голавль, елец, обыкновенный пескарь, обыкновенная и сибирская щиповки занимали промежуточную позицию между этими двумя группами.

Вторая ось в основном отражала влияние человека, скорость течения и географическую широту (рис. 2). Отдельные позиции на этой оси были определены для подкаменщика, ручьевой форели и хариуса, которые избегают участков с высоким уровнем воздействия человека и обитают преимущественно в реках с высокой скоростью течения на севере и юге-востоке Татарстана, и для серебряного и обыкновенного карасей, которые, в отличие от вышеуказанных видов, предпочитают водотоки с низкой скоростью течения и большим антропогенным прессом.

Обсуждение результатов

Видовой состав рыб малых рек Татарстана в целом сходен с тем, что наблюдается в других регионах Европейской части России (Котегов, 2006; Иванчева, 2008; Артаев, Ручин, 2017). Общее число видов составляет около 80% от современного видового богатства ихтиофауны Волжско-Камского края (Кузнецов, 2005). Относительно большее видовое разнообразие является следствием высокой мозаичности микроместообитаний малых рек республики, которые возникают в ре-

Таблица 3. Регрессионные модели, суммирующие взаимосвязь между экотопическими группами рыб и переменными окружающей среды
Table 3. Regression models summarizing the relationship between fish ecotopic groups and environmental variables

Экотопическая группа Ecotopic group	Уравнение модели Model equation	AIC	p
Реофилы Rheophiles	$Y = 6.0 + 1.7\text{Высота} - 0.8\text{Ширина} + 2.2\text{Скорость} - 1.4\text{Глубина}$	200.9	<0.001
Эвритопы Eurytopes	$Y = 5.2 - 1.3\text{Высота} + 1.2\text{Ширина} + 1.3\text{Глубина}$	187.1	<0.001
Лимнофилы Limnophiles	$Y = 4.1 - 1.7\text{Субстрат} - 2.7\text{Скорость}$	157.6	<0.001

Таблица 4. Регрессионные модели, суммирующих взаимосвязь между фаунистическими комплексами рыб и переменными окружающей среды

Table 4. Regression models summarizing the relationship between fish faunal complexes and environmental variables

Фаунистический комплекс Faunistic complex	Уравнение модели Model equation	AIC	p
Бореально предгорный Boreal submontanus	$Y = 2.5 + 0.7 \text{Высота} - 1.0 \text{Ширина} + 3.1 \text{Скорость} - 2.6 \text{Глубина} + 1.0 \text{Долгота}$	213.5	<0.001
Бореально равнинный Boreal lowland	$Y = 1.9 - 0.6 \text{Высота} - 3.7 \text{Скорость} + 1.7 \text{Глубина}$	202.7	<0.001
Понто-каспийский пресноводный Ponto-Caspian freshwater	$Y = 1.8 - 0.8 \text{Высота} + 1.1 \text{Ширина} + 2.1 \text{Глубина}$	182.7	<0.001

зультате разветвленной гидрологической сети, смещения ландшафтов лесной и лесостепной зон, ярко-выраженной неоднородности орографической структуры региона и взаимообогащения южной понто-каспийской и бореальных ихтиологических фаун.

Сравнивая частоту встречаемости рыб в реках республики и стран западной Европы, можно отметить сильные различия между некоторыми видами. Так, например, вероятность обнаружения ручьевой форели (Pont et al., 2005; Fieseler, Wolter, 2006; Logez et al., 2012), подкаменщика (Pont et al., 2005; Fieseler, Wolter, 2006; Birzaks, 2012) и быстрянки (Logez et al., 2012; Maire et al., 2016) в реках Европы в разы выше, чем в реках РТ. На наш взгляд, данные различия вызваны продолжительным влиянием спрямления русел водотоков, строительством большого числа каналов, увели-

чивающих скорость течения и серьезным улучшением качества вод в реках Западной Европы, что и оказало благоприятное воздействие на состояние популяций данных видов. Другими возможными причинами этих различий является генетическая неоднородность популяций форели западной и северной Европы с популяциями данного вида, живущими на крайнем востоке континента (Maric et al., 2016). Повсеместная акклиматизация ручьевой форели во многие реки Европы также привела к увеличению численности и встречаемости данного вида.

В то же время, встречаемость обыкновенного ельца (Pont et al., 2005; Fieseler, Wolter, 2006; Jurajda et al., 2010), язя (Jurajda et al., 2010; Maire et al., 2016), верховки (Fieseler, Wolter 2006; Jurajda et al., 2010; Maire et al., 2016) и уклейки (Pont et al., 2005; Fieseler, Wolter, 2006) в реках Татарстана превышает аналогичные показатели в западноевропейских реках.

Несмотря на большое общее число видов рыб, средняя величина индекса Шеннона в малых реках РТ сравнительно ниже, чем в других областях европейского субконтинента. Например, на разных участках р. Эльба (Jurajda et al., 2010) она варьирует от 1.49 до 1.71; в малых реках бассейна р. Мокша (Артаев, 2011) величина индекса Шеннона составляет в среднем 1.24. В реках Латвии (Birzaks, 2012) величина индекса Шеннона составляет 1.5 и возрастает с увеличением глубины и ширины рек. При этом увеличение индекса в основном связано с возрастанием разнообразия микроместообитаний, что дает возможности и условия для существования большего числа видов рыб. Относительно низкий индекс Шеннона в малых реках РТ объясняется в том числе и тем, что во многих их них обитает лишь один-три вида рыб,

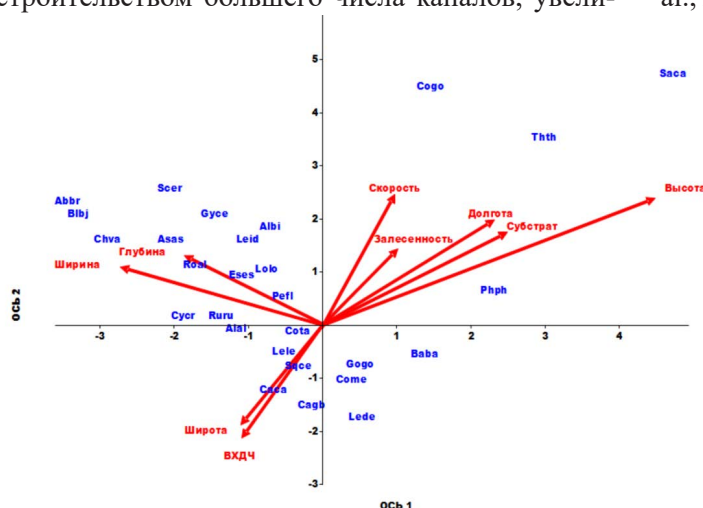


Рис. 2. Ординация ССА. Население рыб и факторы окружающей среды на данных о присутствии и отсутствии. Переменные окружающей среды показаны векторами. Аббревиатуры названий рыб приведены в таблице 1

Fig. 2. CCA Ordination. Fish population and environmental factors on presence and absence data. Environmental variables are shown as vectors. Abbreviated names of fishes are given in table 1

которые образуют многочисленные популяции. Немаловажно отметить и небольшое среднее число видов рыб (5.5), фиксируемое на отдельных участках рек. Для сравнения, в реках Латвии (Birzaks, 2012) среднее число видов рыб на участке составляет 11.

В отличие от видового богатства, общая численность рыб в реках Татарстана не зависит от фактора высоты над уровнем моря (табл. 2). Видовой состав в реках эволюционно детерминирован и преимущественно является статичным, в то время как численность зависит от экологических условий на конкретном участке и может быстро меняться со временем под воздействием геоморфологических, климатических или антропогенных факторов.

По экотопическим группировкам и фаунистическим комплексам в общей численности населения рыб малых рек РТ доминировали представители реофилов и бореального предгорного комплекса. Таким образом, малые водотоки представляют собой резерват для сохранения типичных бореальных и реофильных видов рыб в контексте глобальных климатических изменений. В частности, образованная в 2016 г. по результатам наших исследований региональная особо охраняемая природная территория – памятник природы «Лесостепь Рычкова», включает в себя ряд участков р. Шайтанка, для которых характерна наибольшая концентрация редких и исчезающих видов рыб, таких, как европейский хариус, ручьевая форель и подкаменщик.

Реакция типичной фауны рыб верхнего течения малых рек (холодноводной) к условиям среды отличается от таковой у видов, населяющих большие, тепловодные реки и отражает хорошо известные «fish zones» (Huet, 1959). Основными факторами среды, влияющими на видовую композицию населения рыб, являются высота над уровнем моря, ширина и глубина участка реки. Сильное влияние высоты над уровнем моря на композицию рыб отмечено в работах во многих частях света (Huet, 1959; Carvajal-Quintero et al., 2015; Askeyev et al., 2017; Cheng et al., 2019; Ponomarev, Loskutova, 2020). Однако, имеются ряд исследований (Oberdorff, Porcher, 1992; Vehanen et al., 2010) говорящих, что на равнинных реках Европы (с отметками от 0 до 300 абс. м) высота над уровнем моря не играет определяющей роли в структуре населения рыб. Такие противоречивые данные, прежде всего, связаны, с одной стороны, с большими контрастами условий среды на востоке Европы, а с другой – с различной степенью антропогенной нагрузки. В настоящее время почти все экосистемы западно- и централь-

но-европейских рек являются одними из наиболее нарушенных человеком, прежде всего, за счет спрямления русел, сооружения каналов, строительства гидротехнических сооружений (Brookes et al., 1983; Gregory, 2006; Birzaks, 2012). Вместе с акклиматизацией неаборигенных видов рыб и развитием прудовых хозяйств для увеличения запасов аборигенных видов рыб, это приводит к сильному искажению естественных градиентов распространения рыб.

Заключение

Малые реки Республики Татарстан отличаются высокие показатели видового разнообразия рыб. Из 40 обитающих здесь видов ихтиофауны два вида (усатый голец и обыкновенный пескарь) отмечены более чем в половине исследованных водотоков. Вероятность обнаружения отдельных видов рыб существенно отличается от показателей, характерных для бассейнов рек Западной Европы.

Основными факторами, влияющими на распределение отдельных видов и на различные характеристики населения рыб региона, являются высота над уровнем моря, ширина и глубина реки. Другие факторы среды также могут достоверно влиять на видовое богатство и численность рыб. Установлено, что в реках Республики Татарстан среди редких видов рыб, занесенных в «Красную книгу РТ», наиболее часто встречаемым и многочисленным видом является обыкновенная быстрянка. Современное состояние популяций ручьевой форели, европейского хариуса, подкаменщика и горчака в малых реках республики вызывает серьезные опасения из-за наблюдаемых тенденций быстрого потепления климата на востоке Европы.

Список литературы

1. Артаев О.Н. Рыбное население р. Мокши: современный видовой состав, распределение и экология: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Саранск, 2011. 22 с.
2. Артаев О.Н., Ручин А.Б. Рыбное население бассейна реки Мокши. Саранск, 2017. 248 с.
3. Аськеев А.О. Современное состояние ручьевой форели в реках Республики Татарстан // Сборник научных трудов молодых ученых (по материалам II Республиканской молодежной экологической научной конференции). Казань: Изд-во АН РТ, 2016. С. 10–21.
4. Аськеев А.О., Аськеев О.В., Аськеев И.В., Монахов С.П. Численность, встречаемость, историческое и современное распространение европейского хариуса и налима в градиентах окружающей среды в реках Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2016. №4. С. 17–22.
5. Атлас Республики Татарстан. М.: ПКО «Картография», 2005. 215 с.
6. Иванчева Е.Ю. Сравнительный анализ видовой струк-

туры рыбного населения малых рек Рязанской области: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Борок, 2008. 25 с.

7. Котегов Б.Г. Фауна и экология рыб малых рек Удмуртии. Ижевск: Научная книга, 2006. 96 с.

8. Красная Книга Республики Татарстан. Животные, растения, грибы. Издание третье. Казань: Идел-Пресс, 2016. 760 с.

9. Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань: Идел-Пресс, 2005. 208 с.

10. Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1974. 367 с.

11. Askeyev O., Askeyev I., Askeyev A., Monakhov S., Yanybaev N. River fish assemblages in relation to environmental factors in the eastern extremity of Europe (Tatarstan Republic, Russia) // *Environmental biology of fishes*. 2015. Vol. 98, №5. P. 1277–1293. doi: 10.1007/s10641-014-0358-0.

12. Askeyev A., Askeyev O., Yanybaev N., Askeyev I., Monakhov S., Marić S., Hulsman K. River fish assemblages along an elevation gradient in the eastern extremity of Europe // *Environmental biology of fishes*. 2017. Vol. 100, №5. P. 585–596. doi: 10.1007/s10641-017-0588-z.

13. Askeyev O., Askeyev A., Askeyev I. Recent climate change has increased forest winter bird densities in East Europe // *Ecological research*. 2018. Vol. 33, №2. P. 445–456. doi: 10.1007/s11284-018-1566-4.

14. Askeyev O., Askeyev A., Askeyev I., Sparks T. Rapid climate change has increased post-breeding and autumn bird density at the eastern limit of Europe // *Ecological research*. 2020. Vol. 35, №1. P. 235–242. doi: 10.1111/1440-1703.12079.

15. Askeyev O., Askeyev A., Askeyev I., Sparks T. Extreme temperatures help in identifying thresholds in phenological responses // *Global ecology and biogeography*. 2022. Vol. 31, №2. P. 321–331. doi: 10.1111/geb.13430.

16. Askeyev O., Monakhov S., Askeyev I., Askeyev A., Sparks T.H. Fish assemblages in lakes along environmental gradients at the eastern edge of Europe // *Environmental biology of fishes*. 2023. Vol. 106. P. 1265–1276. doi: 10.1007/s10641-023-01414-0.

17. Beier U., Degerman E., Wirlöf H. Data input to the ACCESS-2000 database FIDES (Fish Database of European Streams). The FAME project, 2002. 50 p.

18. Birzaks J. Occurrence, abundance and biomass of fish in rivers of Latvia in accordance with river typology // *Zoology and ecology*. 2012. Vol. 22, №1. P. 9–19. doi: 10.1080/21658005.10.1080/21658005.

19. Brookes A., Gregory K., Dawson F. An assessment of river channelization in England and Wales // *Science of the total environment*. 1983. Vol. 27. P. 97–111. doi: 10.1016/0048-9697(83)90149-3.

20. Buisson L., Blanc L., Grenouillet G. Modelling stream fish species distribution in a river network: the relative effects of temperature versus physical factors // *Ecology of freshwater fish*. 2008. Vol. 17, №2. P. 244–257. doi: 10.1111/j.1600-0633.2007.00276.x.

21. Buisson L., Grenouillet G., Villéger S., Canal J., Laffaille P. Toward a loss of functional diversity in stream fish assemblages under climate change // *Global change biology*. 2013. Vol. 19, №2. P. 387–400. doi: 10.1111/gcb.12056.

22. Carvajal-Quintero J.D., Escobar F., Alvarado F., Villanavarró F.A., Jaramillo-Villa Ú., Maldonado-Ocampo J.A. Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes, Colombia // *Ecology and evolution*. 2015. Vol. 5, №13. P. 2608–2620. doi: 10.1002/ece3.1539.

23. Cheng D., Zhao X., Song J., Sun H., Wang S., Bai H., Li Q. Quantifying the distribution and diversity of fish species along elevational gradients in the Weihe river basin, northwest China // *Sustainability*. 2019. Vol. 11, №21. P. 61–77. doi: 10.3390/su11216177.

24. Comte L., Grenouillet G. Do stream fish track climate change? Assessing distribution shifts in recent decades // *Ecography*. 2013. Vol. 36, №11. P. 1236–1246. doi: 10.1111/j.1600-0587.2013.00282.x.

25. Fieseler C., Wolter C. A fish-based typology of small temperate rivers in the northeastern lowlands of Germany // *Limnologia*. 2006. Vol. 36, №1. P. 2–16. doi: 10.1016/j.limnol.2005.10.001.

26. Gregory K.J. The human role in changing river channels // *Geomorphology*. 2006. Vol. 79. P. 172–191. doi: 10.1016/j.geomorph.2006.06.018.

27. Huet M. Profiles and biology of western European streams as related to fish management // *Transactions of the American fisheries society*. 1959. Vol. 88, №3. P. 155–163.

28. Jurajda P., Janáč M., Valová Z., Streck G. Fish community in the chronically polluted middle Elbe River // *Journal of vertebrate biology*. 2010. Vol. 59, №2. P. 157–168. doi: 10.2525/fzo.v59.i2.a10.2010.

29. Kestemont P., Goffaux D. Metric Selection and Sampling Procedures for FAME (D 4–6). Final report, the FAME project, 2002. 90 p.

30. Logez M., Bady P., Pont D. Modelling the habitat requirement of riverine fish species at the European scale: sensitivity to temperature and precipitation and associated uncertainty // *Ecology of freshwater fish*. 2012. Vol. 21, №2. P. 266–282. doi: 10.1111/j.1600-0633.2011.00545.x.

31. Maire A., Laffaille P., Maire J. F., Buisson L. Identification of priority areas for the conservation of stream fish assemblages: implications for river management in France // *River research and applications*. 2017. Vol. 33, №4. P. 524–537. doi: 10.1002/rra.3107.

32. Marić S., Askeyev O., Askeyev A., Monakhov S., Yanybaev N., Askeyev I., Galimova D., Snoj A. Lack of mtDNA variation among remote middle Volga and upper Ural brown trout suggests recent and rapid recolonization // *Journal of applied ichthyology*. 2016. Vol. 32, №5. P. 948–953. doi: 10.1111/jai.13126.

33. Noble R., Cowx I. Development of river-type classification system (D1), complication and harmonisation of fish species classification (D2), final report. Development, Evaluation and implementation of a standardised fish-based assessment method for the ecological status of European rivers – a contribution to the Water Framework Directive (FAME), 2002. 51 p.

34. Oberdorff T., Porcher J.P. Fish assemblage structure in Brittany streams (France) // *Aquatic living resources*. 1992. Vol. 5, №3. P. 215–223. doi: 10.1051/alr:1992021.

35. Ponomarev V.I., Loskutova O.A. Effect of elevation gradient on the structure of aquatic communities in the Vangry river basin, the Subpolar Urals // *Russian journal of ecology*. 2020. Vol. 51, №1. P. 72–81. doi: 10.1134/S1067413620010099.

36. Pont D., Hugueny B., Oberdorff T. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? // *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 2005. Vol. 62, №1. P. 163–173. doi: 10.1139/f04-183.

37. Vehanen T., Sutela T., Korhonen H. Environmental assessment of boreal rivers using fish data—a contribution to the Water Framework Directive // *Fisheries management and ecology*. 2010. Vol. 17, №2. P. 165–175. doi: 10.1111/j.1365-2400.2009.00716.x.

References

1. Artaev O.N., Rybnoe naselenie r. Mokshi: sovremennyy vidovoy sostav, raspredelenie, ekologiya [The fish population of the r. Moksha: modern species composition, distribution, ecology]. Summary of PhD (Cand. of Biol.). Saransk, 2011. 22 p.

2. Artaev O.N., Ruchin A.B. Rybnoe naselenie bassejna reki

Mokshi [Fish population of the Moksha river basin]. Saransk, 2017. 248 p.

3. As'keyev A.O. Sovremennoe sostoyanie ruch'evoy foreli v rekah Respubliki Tatarstan [The current state of brook trout in the rivers of the Republic of Tatarstan] // Sbornik nauchnyh trudov molodyh uchenykh (po materialam II Respublikanskoj molodezhnoj ekologicheskoy nauchnoj konferencii). Kazan', 2016. P. 10–21.

4. As'keyev A.O., As'keyev O.V., As'keyev I.V., Monahov S.P. Chislennost', vstrechaemost', istoricheskoe i sovremennoe rasprostraneniye evropejskogo hariusa i nalima v gradientah okruzhayushchej sredy v rekah Respubliki Tatarstan [Number, occurrence, historical and present distribution of European grayling and burbot along environmental gradients in rivers of the Republic of Tatarstan] // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii [Russian journal of applied ecology]. 2016. No 4. P. 17–22.

5. Atlas Respubliki Tatarstan [Atlas of the Republic of Tatarstan]. Moscow, 2005. 215 p.

6. Ivancheva E.Yu. Sravnitel'nyj analiz vidovoj struktury rybnogo naseleniya malyh rek Ryazanskoj oblasti [Comparative analysis of the species structure of the fish population of small rivers of the Ryazan region]: Summary of PhD (Cand. of Biol.). Borok, 2008. 25 p.

7. Kotegov B.G. Fauna i ekologiya ryb malyh rek Udmurtii [Fauna and ecology of fish in small rivers of Udmurtia]. Izhevsk: Nauchnaya kniga, 2006. 96 p.

8. Krasnaya Kniga Respubliki Tatarstan [Red Book of the Republic of Tatarstan]. Kazan': Idel-Press, 2016. 760 p.

9. Kuznecov V.A. Ryby Volzhsko-Kamskogo kraja [Fish of the Volga-Kama region]. Kazan': Idel-Press, 2005. 208 p.

10. Nikol'skij G.V. Ekologiya ryb [Fish ecology]. Moscow: Vysshaya shkola, 1974. 367 p.

11. Askeyev O., Askeyev I., Askeyev A., Monakhov S., Yanybaev N. River fish assemblages in relation to environmental factors in the eastern extremity of Europe (Tatarstan Republic, Russia) // Environmental biology of fishes. 2015. Vol. 98, No 5. P. 1277–1293 doi: 10.1007/s10641-014-0358-0.

12. Askeyev A., Askeyev O., Yanybaev N., Askeyev I., Monakhov S., Marić S., Hulsman K. River fish assemblages along an elevation gradient in the eastern extremity of Europe // Environmental biology of fishes. 2017. Vol. 100, No 5. P. 585–596. doi: 10.1007/s10641-017-0588-z.

13. Askeyev O., Askeyev A., Askeyev I. Recent climate change has increased forest winter bird densities in East Europe // Ecological research. 2018. Vol. 33, No 2. P. 445–456. doi: 10.1007/s11284-018-1566-4.

14. Askeyev O., Askeyev A., Askeyev I., Sparks T. Rapid climate change has increased post-breeding and autumn bird density at the eastern limit of Europe // Ecological research. 2020. Vol. 35, No 1. P. 235–242. doi: 10.1111/1440-1703.12079.

15. Askeyev O., Askeyev A., Askeyev I., Sparks T. Extreme temperatures help in identifying thresholds in phenological responses // Global ecology and biogeography. 2022. Vol. 31, No 2. P. 321–331. doi: 10.1111/geb.13430.

16. Askeyev O., Monakhov S., Askeyev I., Askeyev A., Sparks T.H. Fish assemblages in lakes along environmental gradients at the eastern edge of Europe // Environmental biology of fishes. 2023. Vol. 106. P. 1265–1276. doi: 10.1007/s10641-023-01414-0.

17. Beier U., Degerman E., Wirlöf H. Data input to the ACCESS-2000 database FIDES (Fish Database of European Streams). The FAME project, 2002. 50 p.

18. Birzaks J. Occurrence, abundance and biomass of fish in rivers of Latvia in accordance with river typology // Zoology and ecology. 2012. Vol. 22, No 1. P. 9–19. doi: 10.1080/21658005.

19. Brookes A., Gregory K., Dawson F. An assessment of river channelization in England and Wales // Science of the to-

tal environment. 1983. Vol. 27. P. 97–111. doi: 10.1016/0048-9697(83)90149-3.

20. Buisson L., Blanc L., Grenouillet G. Modelling stream fish species distribution in a river network: the relative effects of temperature versus physical factors // Ecology of freshwater fish. 2008. Vol. 17, No 2. P. 244–257. doi: 10.1111/j.1600-0633.2007.00276.x.

21. Buisson L., Grenouillet G., Villéger S., Canal J., Laffaille P. Toward a loss of functional diversity in stream fish assemblages under climate change // Global change biology. 2013. Vol. 19, No 2. P. 387–400. doi: 10.1111/gcb.12056.

22. Carvajal-Quintero J.D., Escobar F., Alvarado F., Villa-Navarro F.A., Jaramillo-Villa Ú., Maldonado-Ocampo J.A. Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes, Colombia // Ecology and evolution. 2015. Vol. 5, No 13. P. 2608–2620. doi: 10.1002/ece3.1539.

23. Cheng D., Zhao X., Song J., Sun H., Wang S., Bai H., Li Q. Quantifying the distribution and diversity of fish species along elevational gradients in the Weihe river basin, northwest China // Sustainability. 2019. Vol. 11, No 21. P. 61–77. doi: 10.3390/su11216177.

24. Comte L., Grenouillet G. Do stream fish track climate change? Assessing distribution shifts in recent decades // Ecography. 2013. Vol. 36, No 11. P. 1236–1246. doi: 10.1111/j.1600-0587.2013.00282.x.

25. Fieseler C., Wolter C. A fish-based typology of small temperate rivers in the northeastern lowlands of Germany // Limnologia. 2006. Vol. 36, No 1. P. 2–16. doi: 10.1016/j.limno.2005.10.001.

26. Gregory K.J. The human role in changing river channels // Geomorphology. 2006. Vol. 79. P. 172–191. doi: 10.1016/j.geomorph.2006.06.018.

27. Huet M. Profiles and biology of western European streams as related to fish management // Transactions of the American fisheries society. 1959. Vol. 88, No 3. P. 155–163.

28. Jurajda P., Janáč M., Valová Z., Streck G. Fish community in the chronically polluted middle Elbe River // Journal of vertebrate biology. 2010. Vol. 59, No 2. P. 157–168. doi: 10.25225/fozo.v59.i2.a10.2010.

29. Kestemont P., Goffaux D. Metric Selection and Sampling Procedures for FAME (D 4–6). Final report, the FAME project, 2002. 90 p.

30. Logez M., Bady P., Pont D. Modelling the habitat requirement of riverine fish species at the European scale: sensitivity to temperature and precipitation and associated uncertainty // Ecology of freshwater fish. 2012. Vol. 21, No 2. P. 266–282. doi: 10.1111/j.1600-0633.2011.00545.x.

31. Maire A., Laffaille P., Maire J. F., Buisson L. Identification of priority areas for the conservation of stream fish assemblages: implications for river management in France // River research and applications. 2017. Vol. 33, No 4. P. 524–537. doi: 10.1002/rra.3107.

32. Marić S., Askeyev O., Askeyev A., Monakhov S., Yanybaev N., Askeyev I., Galimova D., Snoj A. Lack of mtDNA variation among remote middle Volga and upper Ural brown trout suggests recent and rapid recolonization // Journal of applied ichthyology. 2016. Vol. 32, No 5. P. 948–953. doi: 10.1111/jai.13126.

33. Noble R., Cowx I. Development of river-type classification system (D1), complication and harmonisation of fish species classification (D2), final report. Development, Evaluation and implementation of a standardised fish-based assessment method for the ecological status of European rivers – a contribution to the Water Framework Directive (FAME), 2002. 51 p.

34. Oberdorff T., Porcher J.P. Fish assemblage structure in Brittany streams (France) // Aquatic living resources. 1992. Vol. 5, No 3. P. 215–223. doi:10.1051/alr:1992021.

35. Ponomarev V.I., Loskutova O.A. Effect of elevation gradient on the structure of aquatic communities in the Vangyr river basin, the Subpolar Urals // *Russian journal of ecology*. 2020. Vol. 51, No 1. P. 72–81. doi:10.1134/S1067413620010099.

36. Pont D., Hugueny B., Oberdorff T. Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? // *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 2005. Vol. 62, No 1. P. 163–173. doi: 10.1139/f04-183.

37. Vehanen T., Sutela T., Korhonen H. Environmental assessment of boreal rivers using fish data—a contribution to the Water Framework Directive // *Fisheries management and ecology*. 2010. Vol. 17, No 2. P. 165–175. doi: 10.1111/j.1365-2400.2009.00716.x.

Askeyev A.O., Askeyev I.V., Monakhov S.P., Askeyev O.V. **Fish assemblages of small rivers in the east edge of Europe in environmental gradients.**

On the territory of the Republic of Tatarstan, 318 sites of small rivers were studied, in which 40 species of fish were caught, but only stone loach and common gudgeon were founded in more than half of the all sites. The twelve most numerous species of fish: river minnow, stone loach, common gudgeon, bleak, chub, roach, common dace, sunbleak, Siberian spined loach, spirin, perch and white-finned gudgeon together accounted for 95% of all caught individuals. The species richness of fish and the value of the Shannon Index tend to increase in wide and deep sites of fish at low altitudes above sea level. The main environmental factors determining the composition of individual fish species on small rivers in the east edge of the European subcontinent were: elevation, width and depth of the river.

Keywords: small rivers; fish population; environmental factors; Shannon Index; Republic of Tatarstan.

Раскрытие информации о конфликте интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / Disclosure of conflict of interest information: The author claims no conflict of interest

Информация о статье / Information about the article

Поступила в редакцию / Entered the editorial office: 20.06.2023

Одобрено рецензентами / Approved by reviewers: 05.07.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 19.07.2023

Информация об авторах

Аськеев Артур Олегович, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: art.regulus@mail.ru.

Аськеев Игорь Васильевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань ул. Даурская, 28, E-mail: archaeozoologist@yandex.ru.

Монахов Сергей Павлович, научный сотрудник, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань ул. Даурская, 28, E-mail: serega-28@inbox.ru.

Аськеев Олег Васильевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 420087, Россия, г. Казань, ул. Даурская, 28, E-mail: parus.cyanus@rambler.ru.

Information about the authors

Arthur O. Askeyev, Ph.D. in Biology, Researcher, Research Institute for Problems or Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: art.regulus@mail.ru.

Igor V. Askeyev, Ph.D. in Biology, Senior Researcher, Research Institute for Problems or Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: archaeozoologist@yandex.ru.

Sergey P. Monakhov, Researcher, Research Institute for Problems or Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya str. Kazan, 420087, Russia, E-mail: serega-28@inbox.ru.

Oleg V. Askeyev, Ph.D. in Biology, Head of Laboratory, Research Institute for Problems or Ecology and Mineral Wealth Use of Tatarstan Academy of Sciences, 28, Daur'skaya st., Kazan, 420087, Russia, E-mail: parus.cyanus@rambler.ru

