

УДК 597.8 (470.44)

АНАЛИЗ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ОЗЕРНОЙ ЛЯГУШКИ *PELOPHYLAX RIDIBUNDUS* ПРИБРЕЖЬЯ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПРИТОКОВ В ГРАНИЦАХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2024 А.И. Файзулин

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия

Статья поступила в редакцию 17.09.2024

Впервые исследован морфогенетический гомеостаз популяций озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* в западной части Самарской области. Установлено, что наибольший уровень нарушения стабильности развития отмечается в прибрежном мелководье Куйбышевского водохранилища, ниже в заливах, а также на проточных участках р. Уса. Наименьший – на запруженных участках небольших притоков.

Ключевые слова: морфогенетический гомеостаз, флуктуирующая асимметрия, состояние популяции, озерная лягушка, антропогенные воздействия.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-5-40-45

EDN: VEFWTT

Исследования проведены по теме государственного задания № 1023062000002-6-1.6.20;1.6.19 «Наземные позвоночные Среднего Поволжья и сопредельных территорий и их паразитические черви: экологические, фаунистические, биологические аспекты организации и функционирования сообществ на фоне природных и антропогенных изменений».

ВВЕДЕНИЕ

Земноводные являются важной частью как наземных, так и водных экосистем, представляя собой важный компонент биоценологических связей. Особенности биологии – эмбриональное и личиночное развитие в водоемах, обитание в определенном диапазоне экологических условий (рН нерестовых водоемов, температуры и влажности, наличие мест зимовок и трофических стаций) – делает амфибий чувствительными к антропогенной трансформации местообитаний [15]. Для оценки качества среды апробирован метод, использующий показатели флуктуирующей асимметрии, выявляющий последствия как естественных, так и антропогенных воздействий [10].

Оценку стабильности развития зеленых лягушек проводили при помощи показателя флуктуирующей асимметрии [8, 9, 28, 29]. Исследования по оценке стабильности развития проводили на территории Самарской области, для поймы реки Чапаевки [28] и сопредельных районов [23], а также бассейна р. Сок [24]. Анализ морфогомеостаза бесхвостых земноводных, проводился в регионах – Ульяновской [21], Оренбургской областях [4, 20, 26] и Республике Татарстан [7].

В других регионах России – Воронежской области [11, 18], Башкирии [13], Краснодарском крае [17], Нижегородской области [19], Республик Калмыкия [3], Калужской области [22]. Комплексные исследования проведены в Белоруссии [12], Узбекистане [27], Болгарии [6, 31-33] и Турции [30].

Цель исследования дать оценку флуктуирующей асимметрии популяций озерной лягушки Куйбышевского водохранилища и притоков в границах Самарской области.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2011-2012 и 2023 гг. состав земноводных обследован в 8 географических пунктах в районе бассейна р. Уса. Пункты обследования амфибий представлены в табл. 1.

Половая принадлежность половозрелых лягушек определялась по внешним признакам. В качестве таких признаков использовались наличие (у самцов) или отсутствие резонаторов по бокам головы, а также брачных мозолей в период размножения [1, 2].

Для более точной и объективной оценки флуктуирующей асимметрии из всех анализируемых билатеральных признаков [9, 28] нами рассмотрены только остеологические признаки – количество зубов на межчелюстной кости и сошнике (таблица 2).

Для сравнения состояния популяции озерной лягушки бассейна р. Уса и сопредельных

Файзулин Александр Ильдусович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории зоологии и паразитологии. E-mail: labvolga@yandex.ru

Таблица 1.

Характеристика местообитаний озерной лягушки в районе исследования

Выборка	Тип местообитания	Рекреационная нагрузка	Примечание
Биринск	Пруд, на р. Камышинская	высокая	Выпас скота
Климовка	Прибрежное мелководье Куйбышевского водохранилища	высокая	Превышение ПДК: Мп (2) фенол (до 6)
Подвалье	Залив прибрежного мелководья	средняя	Выпас скота
Смолькино	Пруд, на р. Пиаунь	средняя	-
Шигоны	Берег р. Уса	средняя	-

Таблица 2.

Балльная оценка показателя стабильности развития (ЧАПП)

Уровень нарушения стабильности	Границы показателя стабильности развития (ЧАПП) по: [9]	Баллы
Условно нормальное	< 0,50	I
Начальные отклонения от нормы	0,50-0,55	II
Средний уровень отклонений от нормы	0,55-0,60	III
Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,60-0,65	IV
Критическое состояние	> 0,65	V

территорий в 1998–2005 гг. произведены выборки в пяти географических пунктах бассейна р. Уса, в границах Самарской области (рис. 1; табл. 2).

Характеристика флуктуирующей асимметрии проведена по показателю ЧАПП – частоты асимметричного проявления признака [9, 28]. Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи пакета MS Excel 1997, оценка частоты асимметричного проявления признаков оценивалась по критерию Фишера, с поправкой Йетса и угловым ϕ – преобразованием частот [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Состояние популяции амфибий рассмотрено на примере озерной лягушки *P. ridibundus*, которая в районе бассейна р. Уса является наиболее многочисленным видом земноводных [25]. Высокая численность и широкое распространение озерной лягушки позволяют использовать данный вид для биоиндикации качества среды апробированными методами, например, по характеристике нарушения стабильности развития, оценкой которого является флуктуирующая (незначительная, ненаправленная) асимметрия билатеральных признаков.

Анализ уровня флуктуирующей асимметрии проводился в Самарской области в бассейне р. Чапаевки [28, 29]. Для характеристики флукту-

ирующей асимметрии нами использован показатель «частота асимметричного проявления признака» (ЧАПП) [9]. Балльная оценка уровня нарушения стабильности развития по показателю ЧАПП для Среднего Поволжья [9] представлена в табл. 3.

Статистический анализ показателя стабильности морфогомеостаза ЧАПП между популяциями приведен в таблице 4.

Представленный анализ выявил различия на статистически значимом уровне между прибрежным мелководьем Куйбышевского водохранилища (Климовка) и наиболее удаленными популяциями в бассейне р. Уса – Смолькино ($P > 0,05$) и Биринск ($P > 0,001$). Следует отметить, что в данных районах отмечается пониженное антропогенное воздействие, которое обуславливает более стабильные условия развития.

Судя по таблице 3, можно выделить популяции с критическим уровнем нарушения морфогомеостаза (V баллов) на мелководье Куйбышевского водохранилища («Климовка»). Начальные отклонения от нормы (II балла) отмечены в популяциях «Шигоны». Средний уровень отклонений от нормы, отмечен в заливах Куйбышевского водохранилища у с. Подвалье. Наиболее стабильные условия развития (I балл) в популяции «Смолькино», обитающей в верховьях притока р. Уса, с низкой трансформацией местообитаний и «Биринск», где отмечена рекреационная нагрузка и выпас скота.

Таблица 3.

Уровень нарушения стабильности развития популяций озерной лягушки в бассейне р. Уса и сопредельных территориях

Локалитет	Показатели стабильности развития (ЧАПП)	Баллы
Условно нормальное (< 0,50)		
Смолькино	0,423±0,069	I
Биринск	0,434±0,018	
Начальные отклонения от нормы (0,50-0,55)		
Шигоны	0,529±0,050	II
Средний уровень отклонений от нормы (0,55-0,60)		
Подвалье	0,568±0,057	III
Критическое состояние (> 0,65)		
Климовка	0,661±0,045	V

Таблица 4.

Сравнение показателя стабильности морфогеомеостаза ЧАПП популяций озерной лягушки в районе исследования

Популяции		Статистический уровень значимости				
		Смолькино	Биринск	Шигоны	Подвалье	Климовка
Ф	Смолькино		-	-	-	0,05
	Биринск	0,020		-	-	0,001
	Шигоны	0,811	1,343		-	-
	Подвалье	0,856	1,342	0,105		-
	Климовка	2,134	3,547	1,952	1,700	

Наблюдаемый уровень нарушения стабильности развития позволяет говорить о пониженном антропогенном воздействии на популяцию озерной лягушки в условиях верхнего течения р. Уса (табл. 3), сходными с условиями среднего течения р. Кондурча бассейна р. Сок [24]. Так, в верховьях р. Уса и общего водораздела с р. Сызранкой имеются действующие ООПТ – памятники природы регионального значения «Малоусинские нагорные сосняки и дубравы» и «Рачейская тайга» [14]. Подобный уровень флуктуирующей асимметрии характерен для популяций озерной лягушки, обитающих на особо охраняемых природных территориях региона и сопредельных участков [23, 24].

По нашему мнению, данный уровень нарушения стабильности развития можно считать эталонным или контрольным при проведении биоиндикационных исследований в регионе. Ухудшение стабильности развития наблюдается от истока к устьевым участкам, с наибольшими показателями в условиях мелководья заливов, образованных Куйбышевским водохранилищем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банников А.Г., Даревский И.С., Иценко В.Г., Рустамов А.К., Шербак Н.Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. М.: Просвещение, 1977. 414 с.

2. Боркин Л.Я. Отряд бесхвостые – класс амфибии, или земноводные – Amphibia // Ананьева Н.Б., Боркин Л.Я., Даревский И.С., Орлов Н.Л. Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России. М.: АFB, 1998. С. 19–174.

3. Бурлуткин А.В., Ждокова М.К. Флуктуирующая асимметрия как способ оценки состояния окружающей среды в г. Элисте // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов : Материалы 4 международной заочной научной конференции, Элиста, 01–02 апреля 2006 года. Калмыцкий государственный университет. – Элиста: Калмыцкий государственный университет, 2006. С. 143-146.

4. Верхошеницева Ю.П., Алёхина Г.П., Шамраев А.В., Хардинова С.В. Оценка экологического состояния реки Урал методом флуктуирующей асимметрии // АгроЭкоИнфо. 2023. № 5 (59). URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_504.pdf.

5. Желев Ж.М. Биоиндикационная оценка состояния двух биотопов в Южной Болгарии на основании флуктуирующей асимметрии и фенетического состава популяций озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia, Ranidae) и краснобрюхой жерлянки *Bombina bombina* Linnaeus, 1761 (Amphibia, Anura, Discoglossidae) в условиях синтопического обитания // Перспективы науки. 2011а. № 7 (22). С. 7-18.

6. Желев Ж.М. Показатели флуктуирующей асимметрии зелёной жабы (*Bufo viridis* Laurenti, 1768) при симпатрическом и синтопическом обитании

- с озёрной лягушкой (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) в районах Южной Болгарии с разной степенью антропогенного загрязнения // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Материалы XXIV Межреспубликанской научно-практической конференции с международным участием Краснодар. Научное издание, Краснодар: Кубанский государственный университет, 2011б. С. 51-58.
7. Замалетдинов Р.И. Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Казан. гос. ун-т. Казань, 2003. 20 с.
 8. Захаров В.М. Асимметрия морфологических структур животных, как показатель незначительных изменений состояния среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. 1981. С.115-123.
 9. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кражева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика и практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
 10. Захаров В.М., Крысанов Е.Ю., Пронин А.В., Трофимов И.Е. Исследование гомеостаза развития в природных популяциях. Концепция здоровья среды: методология и практика оценки // Онтогенез. 2017. Т. 48, № 6. С. 418-432.
 11. Калаев В.Н., Игнатова И.В., Епринцев С.А., Дмитриев Д.А., Преображенский А.П., Львович И.Я. Оценка состояния среды в районе павловского горно-обогатительного комбината с использованием уровня флуктуирующей асимметрии у лягушки прудовой (*Rana lessonae* Catezano) и березы повислой (*Betula pendula* Roth) // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2017. № 1(20). С. 14-21.
 12. Кароза С.Э. Оценка антропогенного влияния на водоемы г. Бреста по степени флуктуирующей асимметрии бесхвостых земноводных // Экологическая культура и охрана окружающей среды: II Дорофеевские чтения. Материалы международной научно-практической конференции. Витебский государственный университет; Ответственный редактор И.М. Прищепа. 2016. С. 192-194.
 13. Котегов Б.Г., Султан-Галиева Г.М. Влияние теплового воздействия Кармановской ГРЭС на показатели флуктуирующей асимметрии у особей озерной лягушки (*Rana ridibunda*) // Вестник КИГИТ. 2012. № 5 (23). С. 49-55.
 14. Кузовенко А.Е., Файзулин А.И. Состояние охраны земноводных (Amphibia) особо охраняемых природных территорий регионального значения Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2023 Т. 25, № 5(115). С. 44-51.
 15. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР (2-е изд.) / С.Л. Кузьмин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 370 с.
 16. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с
 17. Пескова Т.Ю., Жукова Т.И. Использование земноводных для биоиндикации загрязнения водоемов // Наука Кубани. 2007. № 2. С. 22-25.
 18. Путинцева А.А. Оценка уровня флуктуирующей асимметрии у озерной лягушки (*Rana ridibunda*) водоемов Воронежской области // Академическая публицистика. 2018. № 10. С. 8-12.
 19. Романова Е.Б., Волкова О.В., Тихонова М.И. Оценка состояния популяций зеленых лягушек рода *Rana* по комплексу показателей гомеостаза // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 2-2. С. 119-124.
 20. Сизова Е.А., Романова А.П., Умрихина В.В. Использование флуктуирующей асимметрии *Alburnus alburnus* и *Rana ridibunda* для оценки качества водной среды // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 8(208). С. 76-79.
 21. Спирина Е.В. Оценка стабильности развития в популяциях *Rana ridibunda* Pall. в Ульяновской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 2 (26). С. 171-173.
 22. Устюжанина О.А., Стрельцов А.Б. Сравнительный анализ морфологической изменчивости и стабильности развития на популяционном уровне // Проблемы региональной экологии. 2014. № 1. С. 250-253.
 23. Файзулин А.И. Эколого-фаунистический анализ земноводных Среднего Поволжья и проблемы их охраны автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук. Тольятти, 2004. 20 с.
 24. Файзулин А.И. Амфибии реки Сок и ее притоков: видовой состав, состояние популяций, трофические связи // Особенности пресноводных экосистем малых рек Волжского бассейна / ред. Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. Тольятти: Кассандра, 2011. С. 185-188.
 25. Файзулин А.И. Земноводные бассейна р. Уса: эколого-фаунистическая характеристика, состояние и проблемы охраны // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2024. Т. 33. № 1. С. 87-94.
 26. Хасанова, А. Д. Биоиндикационная оценка водной среды с использованием земноводных / А. Д. Хасанова // Студенческий. – 2020. – № 36-1(122). – С. 79-83.
 27. Чикин Ю.А. Мониторинг состояния популяций жаб по гомеостазу развития // Труды заповедников Узбекистана. Вып. 3. Ташкент, 2001. С.138-146
 28. Чубинишвили А.Т. Гомеостаз развития в популяциях озерной лягушки (*Rana ridibunda* Pall.), обитающих в условиях химического загрязнения в районе Средней Волги // Экология. 1998. № 1. С. 71-74.
 29. Экологическое состояние бассейна реки Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (Биологическая индикация). Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 3 / Отв. ред. Т.Д. Зинченко и Г.С. Розенберг. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1997. 342 с.
 30. Dönmez M., Şişman T. The morphometric and erythrometric analyses of *Pelophylax ridibundus* living in anthropogenic pollution resources // Turk. J. Zool. 2021, V. 45. N. 4. P. 314-328.
 31. Zhelev Z.M., Popgeorgiev G.S., Tsonev S.V. Fluctuating Asymmetry in *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) and *Bufo viridis* (Anura: Bufonidae) Meristic Morphological Traits as Indicators of

- Ecological Stress and a Method for Assessing Environmental Quality of Their Habitats-9 years Monitoring in Bulgaria: Systematic review // *Ecologia Balkanica*. – 2021. – Т. 13. №. 2. 2021, Vol. 13 (2). P. 257-287.
32. Zhelev Z., Tsonev S., Boyadzhiev P. Using of fluctuating asymmetry in adult *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura: Ranidae) meristic traits as a method for assessing developmental stability of population and environmental quality of their habitat: industrial area in southern Bulgaria // *Turkish Journal of Zoology*. 2022. V. 46. N 2. P. 220-227.
33. Zhelev Z., Mollov I., Tsonev S. Application of Fluctuating Asymmetry Values in *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura: Ranidae) Meristic Traits as a Method for Assessing Environmental Quality of Areas with Different Degrees of Urbanization // *Diversity* 2023. V. 15, No. 1: 118.

ANALYSIS OF THE FLUTUATING ASYMMETRY OF THE LAKE FROG PELOPHYLAX RIDIBUNDUS OF THE COASTAL RESERVOIR OF THE KUIBYSHEVSKY RESERVOIR AND TRIBUTARIES WITHIN THE BORDERS OF THE SAMARA REGION

© 2024 A.I. Fayzulinv

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Institute of Ecology of Volga River Basin RAS, Togliatti, Russia

The morphogenetic homeostasis of populations of the lake frog *Pelophylax ridibundus* in the western part of the Samara region was studied for the first time. It has been established that the highest level of disturbance in the stability of development is observed in the shallow coastal waters of the Kuibyshev Reservoir, lower in the bays, as well as in the flowing areas of the river. Usa. The lowest in dammed areas of small tributaries.

Key words: morphogenetic homestasis, fluctuating asymmetry, population state, lake frog, anthropogenic impacts.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-5-40-45

EDN: VEFWTT

REFERENCES

1. Bannikov A.G., Darevsky I.S., Ishchenko V.G., Rustamov A.K., Shcherbak N.N. Determinant of amphibians and reptiles of the fauna of the USSR. M.: Prosveshchenie, 1977. 414 p.
2. Borkin L.Ya. Some tailless – class amphibians, or amphibian amphibians // Ananyev N.B., Borkin L.Ya., Darevsky I.S., Orlov N.L. Amphibians and reptiles. I'll be confused. Encyclopedia of the Origin of Russia. Moscow: AFB, 1998. pp. 19-174.
3. Burlutkin A.V., Zhdokova M.K. Fluctuating asymmetry as a way to assess the state of the environment in Elista // Problems of conservation and rational use of biodiversity of the Caspian Sea and adjacent regions : Proceedings of the 4th international correspondence scientific conference, Elista, April 01-02, 2006. Kalmyk State University. – Elista: Kalmyk State University, 2006. pp. 143-146.
4. Verkhoshentseva Yu.P., Alyokhina G.P., Shamraev A.V., Hardikova S.V. Assessment of the ecological state of the Ural River by the method of fluctuating asymmetry // *AgroEcoInfo*. 2023. № 5 (59). Access mode: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_504.pdf.
5. Zhelev J.M. Bioindication assessment of the state of two biotopes in Southern Bulgaria based on the fluctuating asymmetry and phenetic composition of populations of the lake frog *Rana* from the lake frog, as Pallas, 1771 (anura, in amphibians, Ranidae) and the red-bellied zherlyanki *Rana* Linnaeus, 1761 (amphibian head, anura, Discoglossidae) in a syntopic habitat // *Prospects of science*. 2011a. No. 7 (22). pp. 7-18.
6. Zhelev J.M. Indicators of fluctuating asymmetry of the green toad (*Bufo viridis* Laurentia, 1768) in sympatric and syntopic habitat with a lake frog (*Rana* from a lake frog, like Pallas, 1771) in areas of Southern Bulgaria with varying degrees of anthropogenic pollution // *Topical issues of ecology and nature protection of ecosystems of the southern regions of Russia and adjacent territories: Materials of the XXIV Inter-Republican Scientific and Practical Conference with international participation* Krasnodar. Scientific publication, Krasnodar: Kuban State University, 2011b. pp. 51-58.
7. Zamaletdinov R.I. Ecology of amphibians in a large city (on the example of Kazan). Abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences / Kazan State University. Kazan, 2003. 20 p.
8. Zakharov V.M. Asymmetry of morphological structures of animals as an indicator of minor changes in the state of the environment // *Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystems*. 1981. pp.115-123.
9. Zakharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I., Valetsky A.V., Kryazheva N.G., Chistyakova E.K., Chubinishvili A.T. Environmental health: assessment methodology and practice. Moscow: Center for Environmental Policy of Russia, 2000. 68 p.
10. Zakharov V.M., Krysanov E.Yu., Pronin A.V., Trofimov I.E. Study of homeostasis of development in natural populations. The concept of environmental health: methodology and practice of assessment // *Ontogenesis*. 2017. Vol. 48, No. 6. pp. 418-432.
11. Kalaev V.N., Ignat I.V., Eprincev S.A., Dmitriev

- D.A., *Preobrazhensky A.P., Lvovich I.Ya.* About the state of the environment in the paradise Pavlovsk-gornyy district. -introductory communication using computer graphics from handmade jaguars (an early lesson from Camerano) and hanging birch (*Betula pendula* Roth) // Bulletin of the Voronezh University of Technology. 2017. No. 1(20). pp. 14-21.
12. *Karoza S.E.* Assessment of anthropogenic impact on the reservoirs of Brest by the degree of fluctuating asymmetry of tailless amphibians // Ecological culture and environmental protection: in the II Dorothy Readings. Materials of the international scientific and practical conference. Vitebsk State University; Executive editor I.M. Prishchepa. 2016. pp. 192-194.
 13. *Kotegov B.G., Sultan-Galiev G.M.* The influence of the heat-generating effect of the Karmanovskaya GRES on the analytical system of the entire lake frog (*Rana ridibunda*) // Bulletin of the UNIVERSITY. 2012. No. 5 (23). pp. 49-55.
 14. *Kuzovenko A.E., Fayzulin A.I.* The state of protection of amphibians (amphibians) of specially protected natural territories of regional importance in the Samara region // Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2023 Vol. 25, No. 5(115). pp. 44-51.
 15. *Kuzmin S.L.* Amphibians of the former USSR (2nd ed.) / S.L. Kuzmin. – M.: Association of Scientific Publications KMK, 2012. 370 p
 16. *Lakin G.F.* Biometrics. Moscow: Higher School, 1990. 352 p.
 17. *Peskova T.Yu., Zhukova T.I.* The use of amphibians for bioindication of pollution of reservoirs // Nauka Kubani. 2007. No. 2. pp. 22-25.
 18. *Putintseva A.A.* Assessment of the level of fluctuating asymmetry in the lake frog (*Rana* from the lake frog) reservoirs of the Voronezh region // Academic journalism. 2018. No. 10. pp. 8-12.
 19. *Romanova E.B., Volkova O.V., Tikhonova M.I.* On the state of the popular green laguek of the genus *Rana* according to the complex of representatives of homeostasis // Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky. 2011. No. 2-2. pp. 119-124.
 20. *Sizova E.A., Romanova A.P., Umrishina V.V.* The use of acoustic asymmetry of *Alburnus alburnus* and the ridibund wound for the assessment of the quality of the aquatic environment // Bulletin of the Orenburg State University. 2017. No. 8(208). pp. 76-79.
 21. *Spirina E.V.* About the possibility of development in the family of *Rana ridibunda* Pall. in the Ulyanovsk region // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2010. No. 2 (26). pp. 171-173.
 22. *Ustyuzhanina O.A., Streltsov A.B.* Comparative analysis of morphological variability and stability of development at the population level // Problems of regional ecology. 2014. No. 1. pp. 250-253.
 23. *Fayzulin A.I.* Ecological and faunal analysis of amphibians of the Middle Volga region and problems of their protection abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Biological Sciences / Institute of Ecology of the Volga Basin of the Russian Academy of Sciences. Tolyatti, 2004. 20 p.
 24. *Fayzulin A.I.* Amphibians of the Sok River and its tributaries: species composition, population status, trophic relationships // Features of freshwater ecosystems of small rivers of the Volga basin / ed. G. S. Rosenberg, T. D. Zinchenko. Tolyatti: Cassandra, 2011. pp. 185-188.
 25. *Fayzulin A.I.* Amphibians of the Usa River basin: ecological and faunal characteristics, state and problems of protection // Samara Luka: problems of regional and global ecology. 2024. Vol. 33. No. 1. pp. 87-94.
 26. *Khasanova, A.D.* Bioindication assessment of the aquatic environment using amphibians / A.D. Khasanova // Student's. – 2020. – № 36-1(122). – Pp. 79-83.
 27. *Chikin Yu.A.* Monitoring of toad populations by homeostasis of development // Works of nature reserves of Uzbekistan. Issue 3. Tashkent, 2001. pp.138-146
 28. *Chubinishvili A.T.* Homeostasis of development in populations of lake frog (*Rana* from lake frog, Pall.) living in conditions of chemical pollution in the Middle Volga region // Ecology. 1998. No. 1. pp. 71-74.
 29. Ecological condition of the Chapaevka river basin under conditions of anthropogenic impact (Biological indication). Environmental safety and sustainable development of the Samara region. Issue 3 / Ed. by T.D. Zinchenko and G.S. Rosenberg. Tolyatti: IEVB RAS, 1997. 342 p.
 30. *Donmez M., Shishman T.* Morphometric and erythrometric analyses of *Pelophylax ridibundus* living in conditions of anthropogenic pollution // Turk. J. Zool. 2021, Vol. 45. N. 4. pp. 314-328.
 31. *Zhelev Z.M., Popgeorgiev G.S., Tsonev S.V.* Fluctuating asymmetry of meristic morphological features of *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) and *Bufo viridis* (Anura: Bufonidae) as indicators of environmental stress and a method for assessing the quality of the environment in their habitats - 9-year monitoring in Bulgaria: a systematic review. // Ecology of the Balkans. – 2021. – Vol. 13. No. 2. 2021, Volume 13 (2). pp. 257-287.
 32. *Zhelev Z., Tsonev S., Boyadzhiev P.* The use of fluctuating asymmetry of meristic signs of adult *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura: Ranidae) as a method for assessing the stability of population development and the quality of the environment in their habitat: an industrial zone in southern Bulgaria // Turkish Journal of Zoology. 2022. V. 46. N 2. pp. 220-227.
 33. *Zhelev Z., Mollov I., Tsonev S.* Application of fluctuating asymmetry values in meristic features of *Pelophylax ridibundus* (Amphibia: Anura: Ranidae) as a method of assessing the environmental quality of territories with different degrees of urbanization // Diversity 2023. Vol. 15, No. 1: 118.