



МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы экологических исследований / Methods of environmental studies

Оригинальная статья / Original article

УДК 574.2:502.72:581.524

DOI: 10.18470/1992-1098-2016-4-149-159

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНОГО ФОНДА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Гузель Р. Валеева*, Михаил В. Карпов

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Казань, Россия, guzelvaleeva@yandex.ru

Резюме. Цель. Произведена оценка качества окружающей среды и ее возможных изменений при антропогенном воздействии на объектах природно-заповедного фонда Республики Татарстан (РТ) с использованием метода флуктуирующей асимметрии для различных видов организмов. **Методы.** Полевые работы по сбору материала проводились в период 2012-2013 гг. на территории объектов природно-заповедного фонда регионального значения – государственных природных комплексных заказников на территории Республики Татарстан. Для оценки наземных экосистем использовались морфометрические характеристики листьев березы повислой; для характеристики водных экосистем – морфометрические параметры наиболее обычных, массовых видов рыб (плотва, карась золотой, лещ) и земноводных (прудовая или озерная лягушка). Результаты измерений морфометрии индикаторных организмов статистически обрабатывались, рассчитывался показатель флуктуирующей асимметрии, на основании которого по балльной шкале осуществлялась оценка состояния экосистем. **Результаты.** Произведена оценка экологического состояния ряда ООПТ на территории Республики Татарстан. Обоснована применимость показателя флуктуирующей асимметрии для комплексной оценки экосистем. Полученные данные в дальнейшем могут стать основой для разработки методики оценки экологических рисков применительно к территории РТ. **Выводы.** Экологическое состояние исследованных ООПТ оценено как «условно-нормальное». Показатель флуктуирующей асимметрии в одинаковых условиях для фитоиндикатора выше, чем для зооиндикаторов. Анализ результатов показал, что для комплексной характеристики качества окружающей среды необходимо использование различных биоиндикаторов.

Ключевые слова: флуктуирующая асимметрия, стабильность развития, биоиндикация, экологический мониторинг, заказник, особо охраняемая природная территория, фоновая территория, экологическая оценка, экологический риск.

Формат цитирования: Валеева Г.Р., Карпов М.В. Оценка качества окружающей среды и ее изменений на примере объектов природно-заповедного фонда Республики Татарстан // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11, N4. С.149-159. DOI: 10.18470/1992-1098-2016-4-149-159

ENVIRONMENTAL QUALITY AND ITS CHANGES ESTIMATION ON THE EXAMPLE OF TATARSTAN REPUBLIC NATURAL RESERVED FOND OBJECTS

Guzel R. Valeeva*, Mikhail V. Karpov

Kazan (Volga) Federal University, Kazan, Russia,
guzelvaleeva@yandex.ru



Abstract. *Aim.* Environment quality estimation and its probable changes in the presence of anthropogenous influence on the Tatarstan republic natural reserved fond objects with fluctuating asymmetry method on different species of organisms was carried out. *Methods.* Gathering of scientific material was carried out at the 2012-2013 years period at the natural reserved fond objects territory – Tatarstan republic state natural complex wildlife areas. For land ecosystems estimation the morphometric parameters of birch leafs was used, for water ecosystems characteristic – the morphometric parameters of most ordinary species of fish (small fry, golden crucian, bream) and amphibians (pond and lake frog). Morphometric measurements results of indicator organisms was statistically processed, fluctuating asymmetry parameter was calculated, according received results the state of ecosystems was estimated. *Results.* The state of some especially protected natural areas at the Tatarstan republic was estimated. Applicability of fluctuating asymmetry parameter for complex ecosystem estimation was proved. Received results can be used as a matter for ecological risk estimation methodic developing for Tatarstan republic territory. *Main conclusions.* The investigated areas ecological status was estimated as “relatively normal”. The fluctuating asymmetry parameter in similar conditions for phytoindicator was higher than for zooindicators Results analysis was shown the need of using different indicators for complex characteristic of environmental quality.

Keywords: fluctuating asymmetry, ontogenesis stability, bioindication, ecological monitoring, wildlife area, especially protected natural territory, background area, ecological estimation, ecological risk.

For citation: Valeeva G.R., Karpov M.V. Environmental quality and its changes estimation on the example of Tatarstan Republic natural reserved fond objects. *South of Russia: ecology, development*. 2016, vol. 11, no. 4, pp. 149-159. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2016-4-149-159

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе одной из основных задач развития системы экологического мониторинга является разработка подходов для получения точной количественной характеристики состояния природных экосистем. При этом наибольший интерес представляют подходы, позволяющие обнаружить даже незначительные отклонения параметров среды от фонового состояния, которые еще не сказываются на жизнеспособности организмов [1, 2]. Наиболее перспективным было бы обнаружение таких характеристик, изменения которых являлись бы

неспецифическим ответом на различные изменения в условиях среды. Одной из них может быть стабильность развития (морфо- и онтогенеза), представляющая собой способность к формированию сходного фенотипического эффекта при определенном диапазоне условий среды.

Билатеральная симметрия в той или иной степени присуща большинству активно передвигающихся животных, и асимметрия, как отклонение от нее, является показателем благоприятности среды обитания для живых организмов [3].

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые работы по сбору материала проводились в период с 20.05.12 по 25.09.2013 года на территории объектов природно-заповедного фонда регионального значения – государственных природных комплексных заказников (ГПКЗ): «Кичке-Тан» (Агрызский район РТ), «Свияжский» (Верхнеуслонский и Зеленодольский районы РТ), «Спасский» (Спасский район РТ), «Чистые Луга» (Чистопольский район РТ) и проектируемого «Кулягаш» (Актанышский район РТ) (рис. 1) [4].

Первоначально отработка метода флуктуирующей асимметрии проводилась в Казани в 2012 г. на разных видах деревьев: бе-

реза повислая, сирень обыкновенная, тополь черный и липа мелколистная. Наиболее информативными тест-объектами оказались береза повислая и сирень обыкновенная. Однако на территории естественных природных комплексов встречалась только береза повислая. В соответствии с этим для оценки состояния наземных экосистем использовались следующие виды:

- древесные растения - береза повислая.

Для характеристики водных экосистем:

- наиболее обычные, массовые виды рыб – плотва, карась золотой, лещ;



- земноводные - прудовая или озерная лягушка.

Минимальное необходимое и достаточное количество объектов для проведения оценки качества среды – по одному виду от

каждой исследуемой группы наземных и водных организмов.

Для этих объектов были разработаны шкалы балльных оценок состояния организма по уровню стабильности развития [5].

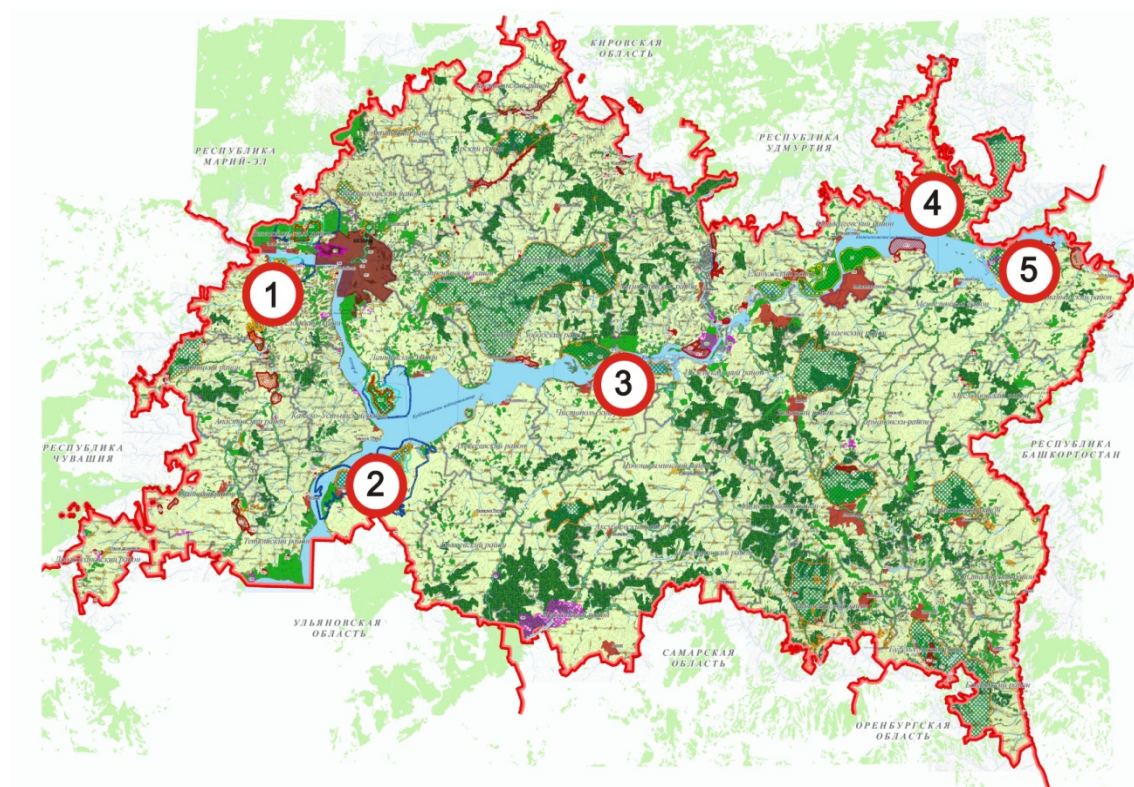


Рис.1. Карта – схема расположения исследованных ООПТ на территории Республики Татарстан

Fig.1. Maps schemes of investigated specially protected natural reservations disposition on Tatarstan republic territory

С каждого листа *Betula pendula* снимали показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (рис. 2, А): 1- ширина левой и правой половинок листа (для измерения лист складывали пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки, потом разгибали лист, и по образовавшейся складке измеряли расстояние от границы центральной жилки до края листа); 2 - длина жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 - расстояние между концами этих же жилок; 5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Для оценки уровня стабильности развития при ихтиологических исследованиях использовались 6-8 легко учитываемых морфологических признаков (рис. 2, Б). 1-7 - меристические признаки: 1 - число лучей в грудных плавниках; 2 - число лучей в брюшных плавниках; 3 - число лучей в межжаберной перегородке; 4 - число жаберных тычинок на 1-й жаберной дуге; 5 - число глоточных зубов; 6 - число чешуй в боковой линии; 7 - число чешуй боковой линии, прободенных сенсорными канальцами.

Для оценки стабильности развития золотого карася (*Carassius carassius*) использовались меристические признаки 1-5: 1 - число лучей в грудных плавниках; 2 - число лучей в брюшных плавниках; 3 - число жа-



берных тычинок; 4 - число глоточных зубов; 5 - число чешуй в боковой линии.

При работе с группой европейских зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex) - озерной лягушкой (*Rana ridibunda*), прудовой лягушкой (*Rana lessonae*) для анализа использовались две группы признаков - меристические признаки окраски и остеологии

(рис. 3). Используя предлагаемый метод, проводилась прижизненная оценка. При этом исключались признаки остеологии (12, 13) и признак 11 (рис. 3). Для получения достоверных результатов с помощью такой системы признаков минимальный размер анализируемой выборки увеличивали до 30 особей.

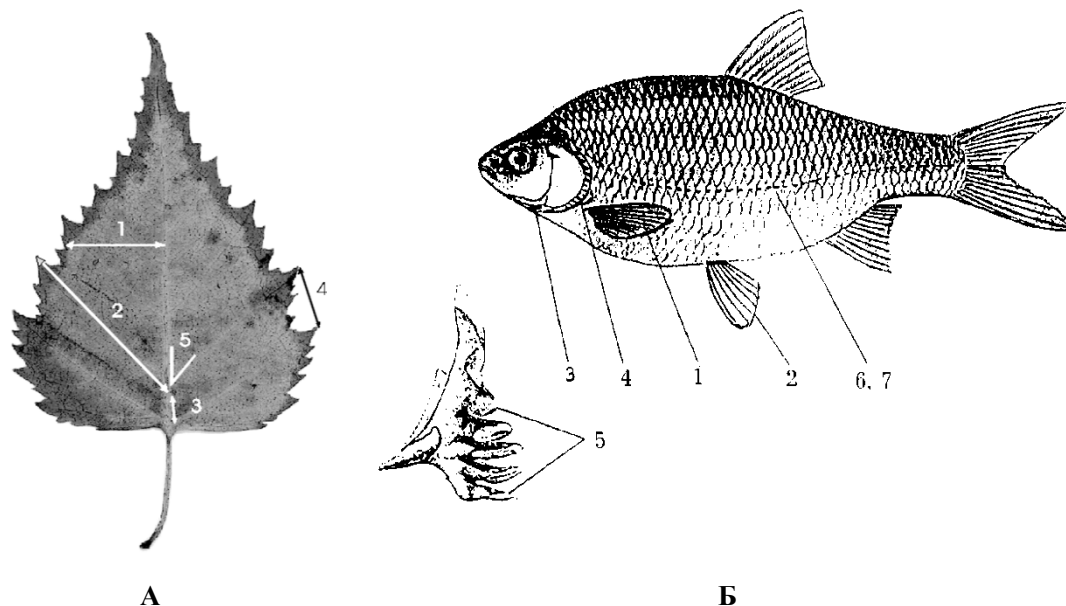


Рис. 2. Схема морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития березы повислой (*Betula pendula*) (А), леща (*Abramis brama*), золотого карася (*Carassius carassius*) и плотвы (*Rutilus rutilus*) (Б) [5]
Fig. 2. Morphological parameters scheme for ontogenesis stability estimation of birch (*Betula pendula*) (А), bream (*Abramis brama*), golden crucian (*Carassius carassius*) and small fry (*Rutilus rutilus*) (Б) [5]

1-13 - меристические признаки: 1 - число полос на дорзальной стороне бедра; 2 - число пятен на дорзальной стороне бедра; 3 - число полос на дорзальной стороне голени; 4 - число пятен на дорзальной стороне голени; 5 - число полос на стопе; 6 - число пятен на стопе; 7 - число пятен на спине; 8 - число белых пятен на плантарной стороне второго пальца задней конечности; 9 - число белых пятен на плантарной стороне третьего пальца задней конечности; 10 - число белых пятен на плантарной стороне четвертого пальца задней конечности; 11 - число пор на плантарной стороне четвертого пальца задней конечности; 12 - число зубов на межчелюстной кости; 13 - число зубов на сошнике.

Для счетных признаков величина асимметрии (А) у каждой особи животных определяется по различию числа структур слева

(L) и справа (R): $A = |L-R|/|L+R|$. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса счетных признаков является средняя частота асимметричного проявления на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое числа асимметричных признаков у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. В этом случае не учитывается величина различия между сторонами, а лишь сам факт асимметрии. За счет этого устраняется возможное влияние отдельных сильно отклоняющихся вариантов [5].

Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы, рыб и земноводных представлена в таблице 1 [6].

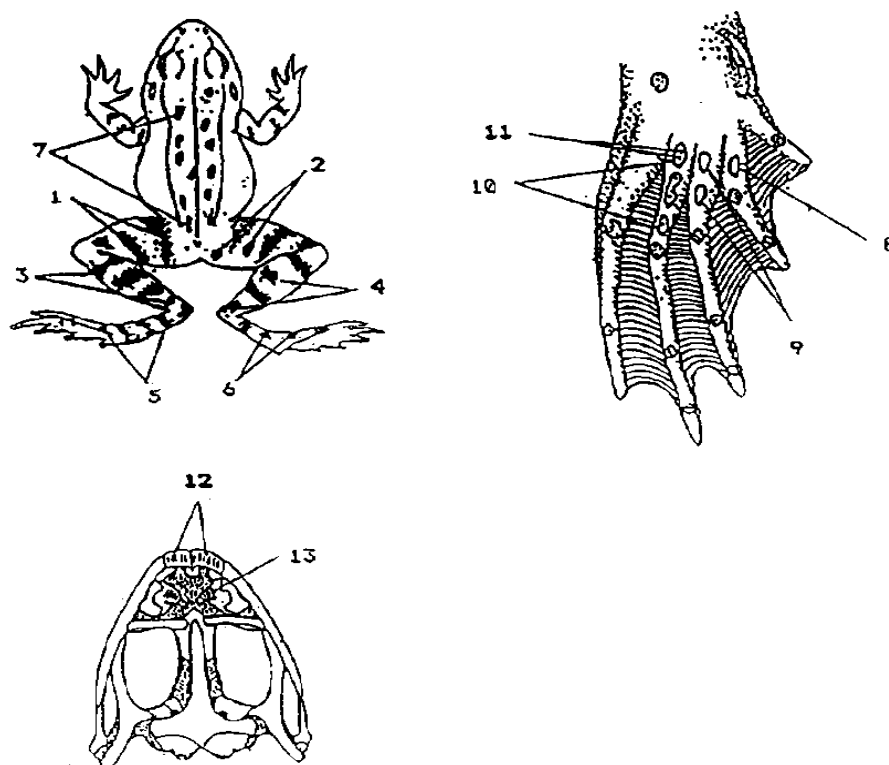


Рис. 3. Схема признаков европейских зеленых лягушек (*Rana esculenta* complex):
озерная лягушка - *R. ridibunda* Pallas; прудовая лягушка – *R. Lessonae* Camerano [5]
Fig. 3. European green frogs (*Rana esculenta* complex) parameters scheme:
lake frog – *R. ridibunda* Pallas; pond frog – *R. Lessonae* Camerano [5]

Таблица 1

**Шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы
по величине интегрального показателя стабильности развития для березы,
рыб и земноводных**

Table 1

**Organism state estimation scale from conventional norm by ontogenesis stability
integrated parameter**

Балл Grade	Величина показателя стабильности развития для березы Ontogenesis stability parameter value for birch	Величина показателя стабильности развития для рыб Ontogenesis stability parameter value for fish	Величина Показателя стабильности развития для земноводных Ontogenesis stabil- ity parameter value for amphibia	Состояние организма Organism status
I	<0,040	<0,30	<0,50	Условно нормальное Conditionally normal
II	0,040 - 0,044	0,30 - 0,34	0,50 - 0,54	Начальное (незначительное) отклонение от нормы Insignificant deviation from norm
III	0,045 - 0,049	0,35 - 0,39	0,55 - 0,59	Средний уровень



				отклонений от нормы Average level of deviations
IV	0,050 - 0,054	0,40 - 0,44	0,60 - 0,64	Существенное (значительное) отклонение от нормы Essential deviation from norm
V	>0,054	>0,44	>0,64	Критическое состояние Critical state

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка экологического состояния ООПТ на основе расчета показателя ФА

В ходе работы по оценке качества среды было обработано:

- ГПКЗ «Кичке-Тан» (Агрызский район): 10 экземпляров березы повислой, 43 экземпляра леща, 20 экземпляров лягушки озерной.
- ГПКЗ «Кулягаш» (Актанышский район): 10 экземпляров березы повислой, 20 экземпляров карася золотого, 30 экземпляров лягушки прудовой.
- ГПКЗ «Свияжский» (Верхнеуслонский район): 10 экземпляров березы повислой, 20

экземпляров леща, 20 экземпляров лягушки прудовой.

- ГПКЗ «Спасский» (Спасский район): 10 экземпляров березы повислой, 20 экземпляров леща, 20 экземпляров лягушки прудовой.

- ГПКЗ «Чистые луга» (Чистопольский район): 10 экземпляров березы повислой, 20 экземпляров плотвы, 25 экземпляров карася золотого.

Результаты статистической обработки полученных результатов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения показателя стабильности развития организмов для исследованных ООПТ

Table 2

Organisms ontogenesis stability parameter values for investigated especially protected natural territories

Площадка исследования Investigated district	Величина показателя стабильности развития Ontogenesis stability parameter value		
	Растения Plants	Рыбы Fish	Земноводные Amphibia
ГПКЗ «Кичке-Тан» (Агрызский район) EPNT "Kichke-Tang" (Agyrz district)	0,045 Средний уровень отклонений Average level of deviations	0,46 Критическое состояние Critical state	0,66 Критическое состояние Critical state
ГПКЗ «Кулягаш» (Ак- танышский район) EPNT "Kulyagash" (Ak- tanysh district)	0,048 Средний уровень отклонений Average level of deviations	0,21 Условно нормальное Conditionally normal	0,41 Условно нормальное Conditionally normal
ГПКЗ «Свияжский» (Верхнеуслонский рай- он)	0,045 Средний уровень отклонений	0,26 Условно нормальное	0,19 Условно нормальное



EPNT "Sviyazhsky" (Top Uslon district)	Average level of deviations	Conditionally normal	Conditionally normal
ГПКЗ «Спасский» (Спасский район) EPNT "Spasskiy" (Spassk district)	0,042 Начальное отклонение Initial deviation	0,30 Условно нормальное Conditionally normal	0,17 Условно нормальное Conditionally normal
ГПКЗ «Чистые луга» (Чистопольский район) EPNT "Chistye luga" (Chistopol district)	0,045 Средний уровень отклонений Average level of deviations	0,25 Условно нормальное Conditionally normal	Оценка не производилась The assessment wasn't made

Анализируя полученные данные можно отметить, что величина показателя стабильности развития по всем участкам у березы повислой сравнительно выше, чем у рыб и земноводных за исключением ГПКЗ «Кичке-Тан» (Агрызский район), где величина показателя стабильности развития намного превышает у рыб и земноводных (характеризуется критическим состоянием).

Это может быть объяснено тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни и не могут уйти от давления возмущающих воздействий на природную среду [7, 8]. Рыбы и земноводные же могут избежать негативных факторов просто переселяясь в другое местообитание [9].

Максимальное значение показателя асимметрии морфологических структур для березы отмечено в Актанышском районе, а минимальное - в Спасском районе. Агрызский, Верхнеуслонский и Чистопольский

районы имеют одинаковые значения данного показателя (0,045).

Минимальное значение показателя асимметрии морфологических структур рыб отмечено в Актанышском районе, максимальное - в Агрызском районе.

Для земноводных наименьшее значение показателя асимметрии морфологических структур наблюдалось в Спасском районе.

С целью планирования практических действий по охране окружающей среды далее использовалась 5-балльная оценка качества окружающей среды по степени отклонения ее состояния от экологического оптимума. Состояние экосистем определялось путем сопоставления отклонений морфологических признаков наиболее обычных фоновых видов (модельных объектов) от фонового (оптимального) состояния. Результаты такой оценки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты оценки качества окружающей среды, проведенной в
государственных природных комплексных заказниках в 2012-2013 гг.

Table 3

State natural complex wildlife areas environment estimation results
in 2012-2013 years

ООПТ Especially protected natural territory	Береза (баллы) Birch (grade)	Амфибии (баллы) Amphibia (grade)	Рыбы (баллы) Fish (grade)	Качество среды (средний балл) Environmental quality (average grade)
Кичке-Тан Kichke-Tang	3	5	5	4,3 Существенное отклонение от нормы с приближением к критическому состоянию Essential deviation from norm, similar to critical state
Чистые луга Chistye luga	3	Оценка не проводилась	1	2 Начальное (незначительное) отклонению от нормы Initial deviation from norm
Спасский	2	1	2	1,6



Spasskiy				Условно нормальное с приближением к начальному (незначительному) отклонению от нормы Conditionally normal, similar to initial deviation from norm
Свияжский Sviyazhsky	3	1	1	1,6 Условно нормальное с приближением к начальному (незначительному) отклонению от нормы Conditionally normal, similar to initial deviation from norm
Кулягаш Kulyagash	3	1	1	1,6 Условно нормальное с приближением к начальному (незначительному) отклонению от нормы Conditionally normal, similar to initial deviation from norm

Качество среды (в баллах): 1 - условно нормальное; 2 - начальное (незначительное) отклонение от нормы; 3 - средний уровень отклонений от нормы; 4 - существенное (значительное) отклонение от нормы; 5 - критическое состояние.

Таким образом, изучение биоморфологии вида и связанных с ним внутренних процессов дает возможность вскрыть механизмы адаптации его в современных условиях антропогенного стресса и тем самым оценить возможности поведения при существующем охранном режиме, а также менять этот режим в нужном направлении.

Особенно важное значение имеют такие исследования в связи с возрастающим ан-

тропогенным воздействием, которое определяет направление, скорость и результат отбора видов, что ведет к исчезновению одних и формированию других видов. Заповедные объекты являются хорошими природными лабораториями для проведения исследований подобного плана.

Результаты оценки показывают, что территория проектируемого заказника «Кулягаш» (Актанышский район) имеет средний балл качества среды 1,6, что соответствует и даже ниже показателей качества среды других существующих и законодательно закрепленных ООПТ. Это может послужить обоснованием для присвоения территории особо охраняемого статуса.

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАЦИИ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Результаты расчета коэффициента вариации массива данных по показателю ФА представлены в таблице 4.

Коэффициент вариации представляет собой относительную меру рассеивания массива данных относительно среднего значения, выраженную в процентах. Он вычисляется по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\%.$$

где V - искомый показатель, σ - среднее квадратичное отклонение, $\bar{X}$ - средняя величина.

Как следует из данных таблицы 4, максимальный разброс данных характерен для березы повислой, минимальный – для земноводных. Возможно, последнее связано с

тем, что для земноводных характерно не прямое развитие со сменой среды в ходе отдельных стадий онтогенеза и последовательной адаптацией. Береза в свою очередь интегрирует состояние наземно-воздушной среды, отличающейся большой неоднородностью и изменчивостью параметров, а также не имеет адаптивных механизмов для избегания неблагоприятного воздействия.

Это еще раз подтверждает необходимость использования различных биоиндикаторов для комплексной характеристики качества окружающей среды. Также следует отметить, что исследованные ООПТ отличаются по уровню вариации данных. Это может быть связано с различием в физико-географических условиях.



Таблица 4

Вариация показателя флуктуирующей асимметрии

Table 4

Fluctuating asymmetry parameter variation

Организм / группа Organism / Group	Показатель Parameter	Район / District				
		Агрызский Agryz district	Актанышский Aktanysh district	Верхнеуслонский Top Uslon district	Спаский Spassk district	Чистопольский Chistopol district
Береза повислая Betula pendula	A	0,045	0,048	0,045	0,042	0,045
	V(A), %	51,02	76,76	57,64	80,14	70,37
Рыбы Pisces	A	0,46	0,21	0,26	0,30	0,25
	V(A), %	38,55	95,11	66,33	53,01	79,8
Земноводные Amphibia	A	0,66	0,41	0,19	0,17	-
	V(A), %	21,31	41,94	64,39	61,25	-

РОЛЬ ЭТАЛОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

В последние годы Республика Татарстан испытывает бурный экономический подъем, связанный с увеличением заинтересованности российских и зарубежных инвесторов, усилиями правительства по развитию инфраструктуры региона, выходом на международные рынки сбыта продукции и т.д. Все это, безусловно, вызывает увеличение уровня техногенной нагрузки на территории, возникает необходимость строительства новых промышленных объектов, что в свою очередь делает необходимым своевременную оценку экологических рисков в целях поддержания экологической безопасности.

Основными современными проблемами в процедуре оценки экологического риска являются:

1. Выделение базовых территорий сравнения (эталонов сравнения) для выявления негативных эффектов, как таковых;

2. Создание экспрессных, но в то же время комплексных методик по оценке экологического состояния территории и происходящих на ней изменений [10].

В данной работе успешно решаются обе данные проблемы. Во-первых, выделены эталонные территории среди объектов природно-заповедного фонда республики и оценен уровень их экологического благополучия. Во-вторых, показано, что определение показателя флуктуирующей асимметрии с использованием различных групп организмов является комплексной скрининговой методикой, способной за короткие сроки ответить на вопросы об экологическом состоянии территории и скорости происходящих на ней изменений.

Полученные в работе данные в дальнейшем могут стать основой для разработки методики оценки экологических рисков применительно к территории РТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Экологическое состояние исследованных ООПТ можно оценить как условно нормальное за исключением территории ГПКЗ «Кичке-Тан». Состояние ГПКЗ «Кичке-Тан» оценивается как существенное отклонение от нормы с приближением к критическому

состоянию. В качестве вероятной причины подобных отклонений может выступить близость Нижнекамского водохранилища, уровень которого, в последние годы начал постепенно повышаться. Это обстоятельство



оказало негативное влияние на состояние пойменных биоценозов.

2. В связи с тем, что растения не способны к целенаправленному избеганию стрессовых условий среды, рассчитанный по березе повислой показатель ФА в целом характеризуется более высокими значениями, чем полученный по зооиндикаторам.

3. Максимальный разброс данных по показателю ФА характерен для березы повислой, минимальный – для земноводных, что, по всей видимости, связано с биологическими и экологическими особенностями организмов. Это говорит о необходимости использования различных биоиндикаторов для комплексной характеристики качества окружающей среды.

4. Для получения более точных характеристик состояния окружающей среды необходимо использование нескольких объектов биоиндикации, испытывающих воздействие различных факторов, так как благоприятность различных сред обитания на одной территории может различаться.

5. Результаты оценки показывают, что территория проектируемого заказника «Кулягаш» (Актанышский район) имеет средний балл качества среды 1,6, что соответствует и даже ниже показателей качества среды других существующих и законодательно закреплённых ООПТ. Это может послужить обоснованием для присвоения территории особо охраняемого статуса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Значение системы раннего предупреждения в экологическом мониторинге // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. Т.4. 242 с.
2. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. 216 с.
3. Захаров В.М., Зюганов В.В. К оценке асимметрии билатеральных признаков как популяционной характеристики // Экология. 1980. N1. С. 10-16.
4. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Издание второе. Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 2007. 408 с.
5. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). М., 2003. 28 с.
6. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
7. Боголюбов А.С. Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев. М.: Экосистема, 2002. 10 с.
8. Гуртяк А.А., Углев В.В. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле. 2010. Т. 317, N1. С. 200-204.
9. Хорошеньков Е.А. Флуктуирующая асимметрия серебряного караса в некоторых водоемах Северо-Западного Предкавказья // Молодой ученый. 2012. N8. С. 54-57.
10. Швыряев А.А., Меньшиков В.В. Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МГУ, 2004. 124 с.

REFERENCES

1. Sadykov O.F., Farafontov M.G. *Znachenie sistemy rannego preduprezhdeniya v ehkologicheskom monitoringe* [The system of early prevention meaning in ecological monitoring]. *Problemy ehkologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ehkosistem* [Ecological monitoring and ecosystem modelling problems]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1989, Vol. 4, 242 p. (In Russian)
2. Zaharov V.M. *Asimmetriya zhivotnykh (populyatsionno-fenogeneticheskii podkhod)* [Animals asymmetry (populational phenogenetically approach)]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 216 p. (In Russian)
3. Zaharov V.M., Zyuganov V.V. To bilateral sign asymmetry estimation as a population characteristics. *Ekologiya* [Ecology]. 1980, no. 1, pp. 10-16. (In Russian)
4. *Gosudarstvennyi reestr osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii v Respublike Tatarstan. Izdanie vtoroe* [Tatarstan republic especially protected natural territory state register. Second edition]. Kazan, Idel-Press Publ., 2007. 408 p. (In Russian)
5. *Metodicheskie rekomendatsii po vypolneniyu otsenki kachestva sredy po sostoyaniyu zhivyykh sushchestv (otsenka stabil'nosti razvitiya zhivyykh organizmov po urovnyu asimmetrii morfologicheskikh struktur)* [Methodical recommendations for environmental quality estimation by living organisms state (organisms ontogenesis stability estimation by morphological structures asymmetry level)]. Moscow, 2003. 28 p. (In Russian)



6. Zakharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I., Valetskii A.V., Kryazheva N.G., Chistyakova E.K., Chubinishvili A.T. *Zdorov'e sredy: metodika otsenki* [Environmental health: estimation methodic]. Moscow, Environmental Policy Center of Russia Publ., 2000. 68 p.
7. Bogolyubov A.S. *Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya lesa po asimmetrii list'ev* [Forest ecological state estimation by leafs asymmetry]. Moscow, Ekosistema Publ., 2002. 10 p. (In Russian)
8. Gurtyak A.A., Uglev V.V. Urban environment estimation whith birch as bioindicator. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bulletin

of the Tomsk Polytechnic University. Earth sciences]. 2010, vol. 317, no. 1. pp. 200-204. (In Russian)
9. Khoroshen'kov E.A. Silver crucian fluctuating asymmetry in some reservoir of North-West Ciscaucasia. *Molodoi uchenyi* [Young scientist]. 2012, no. 8. pp. 54-57. (In Russian)
10. Shvyryaev A.A., Men'shikov V.V. *Otsenka riska vozdeistviya zagryazneniya atmosfery v issleduemom regione: Uchebnoe posobie dlya vuzov* [Atmosphere pollutants influence risk estimation in investigated region: Textbook for universities]. Moscow, Moscow State University Publ., 2004, 124 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Гузель Р. Валеева* – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной экологии, Институт экологии и природопользования Казанского (Федерального) университета, ул. Кремлевская, 18, г. Казань, Республика Татарстан, 420008 Россия, тел. +7(843) 231-53-57, e-mail: guzelvaleeva@yandex.ru.

Михаил В. Карпов – студент Института экологии и природопользования Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Казань, Россия, e-mail: mihail.karpov.1997@mail.ru

Критерии авторства

Михаил В. Карпов принял участие в сборе и обработке статистического материала, обобщил и проанализировал данные, представил графические материалы. Гузель Р. Валеева обработала статистический материал, сформулировала выводы, написала рукопись и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 04.07.2016

Принята в печать 01.08.2016

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Guzel R. Valeeva* – candidate of chemical sciences, associate professor, chair of applied ecology, Institute of ecology and environmental management, Kazan (Volga) Federal university, Kremlevskaya st., 18, Kazan, Republic of Tatarstan, 420008 Russia, ph. +7(843) 264-41-63, e-mail: guzelvaleeva@yandex.ru.

Mikhail V. Karpov – student of Institute of ecology and environmental management, Kazan (Volga) Federal university, Kazan, Russia, e-mail: mihail.karpov.1997@mail.ru

Contribution

Mikhail V Karpov was taken part in gathering and processing of statistical material, generalized and analysed data provided the graphic material. Guzel R. Valeeva processed the statistical material, formulated the conclusions, and wrote the manuscript of article and bear responsibility for the plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 04.07.2016

Accepted for publication 01.08.2016