

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И ВСТРЕЧАЕМОСТЬ СВОБОДНОЖИВУЩИХ РЕСНИЧНЫХ ИНФУЗОРИЙ ИЗ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Лихачев С.Ф.<sup>1</sup>, Синенко Н.Н.<sup>2</sup>, Линник А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», Челябинск, Россия (454001, г. Челябинск, ул. Братъев Кашириных, 129), e-mail: likhashev@mail.ru.

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет», Омск, Россия (644099, г. Омск, наб. Тухачевского, 14), e-mail: sinenkonn@mail.ru.

Проведен анализ видового состава и встречаемости видов свободноживущих ресничных инфузорий из некоторых водоемов лесостепной зоны Омской области. В обследованных водоемах (озеро Ивановское, лог Камышловский, старицы Нижнеиртышская и Увальная Бития) суммарно обнаружено 39 видов ресничных инфузорий (Ciliata, Ciliophora), относящихся к 23 родам. Все обследованные водоемы относятся к бассейну реки Иртыш и приурочены к ее пойме. Лог Камышловский, старицы Нижнеиртышская и Увальная Бития расположены в центральной части лесостепной зоны Омской области, а озеро Ивановское в южной ее части. Несмотря на единство происхождения, обследованные водоемы имеют разные гидрологические и гидрохимические условия, что, вероятно, и определяет различия видовых составов инфузорий обследованных водоемов. Среди обнаруженных видов 18 были встречены во всех водоемах, а 9 видов обнаружены в большинстве обследованных проб. Виды *Coleps hirtus*, *Dileptus anser*, *Loxodes rostrum*, *Colpoda cucullus*, *Stylonychia mytilis*, *Vorticella convallaria*, *V. picta*, *Paramecium aurelia*, *Tetrahymena pyriformis* по встречаемости в водоемах и пробах можно отнести к доминирующим видам фауны инфузорий обследованных водоемов. Все указанные виды относятся к видам-индикаторам аллохтонного и автохтонного загрязнения воды и определяют  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробную зону загрязнения.

Ключевые слова: ресничные инфузории, встречаемость, доминирующие виды, аллохтонное и автохтонное загрязнение, виды-индикаторы, сапробность,  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробная зона.

## SPECIES COMPOSITION AND CILIATA (CILIOPHORA) OCCURRENCE FROM SOME WATERS OF WOODED STEPPE FROM OMSK REGION

Likhashev S.F.<sup>1</sup>, Sinenko N.N.<sup>2</sup>, Linnik A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia (454001, Chelyabinsk, street B. Kashirinih, 129), e-mail: likhashev@mail.ru.

<sup>2</sup>Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia (644099, Omsk, nab. Tukhachevski, 14), e-mail: sinenkonn@mail.ru.

Analysis of species composition and occurrence of free-living ciliates from some water bodies of forest steppe zone from the Omsk region was researched. In the surveyed waters (lake Ivanovskoe, Kamyshlovsky glen, Nizhneirtyshskaya and Uvalnaya Bitiya oxbows) 39 species of ciliates (Ciliata, Ciliophora) relating to 23 genera were totally found. All surveyed ponds belong to the basin of the Irtysh River and are confined to its floodplain. Kamyshlovsky glen, Nizhneirtyshskaya and Uvalnaya Bitiya oxbows are located in the central part of the forest-steppe zone of the Omsk region, the lake Ivanovskoe is in the south. Despite their common origin, the surveyed water bodies have different hydrological and hydrochemical conditions, which probably determine the differences of species composition of ciliates in the surveyed reservoirs. Among all found species the 18 ones were met in waters, and 9 species found in the most of the surveyed samples. On the occurrence in water bodies and the samples the types *Coleps hirtus*, *Dileptus anser*, *Loxodes rostrum*, *Colpoda cucullus*, *Stylonychia mytilis*, *Vorticella convallaria*, *V. picta*, *Paramecium aurelia*, *Tetrahymena pyriformis* can be attributed to the dominant faunal species of ciliates surveyed reservoirs. All these species are considered as indicator species of allochthonous and of autochthonous water pollution and determine the  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobic pollution zone.

Keywords: Ciliophora, Ciliata, occurrence, dominant species, allochthonous and autochthonous pollution, indicator species, saprobity,  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobic area.

### Введение

Свободноживущие ресничные инфузории (Ciliata, Ciliophora) составляют существенную часть протозойного населения водоемов и во многих системах биоиндикации давно исполь-

зуются как организмы-индикаторы загрязнения природных и сточных вод [3; 4; 7-9]. Важное индикаторное значение цилиат основывается на ряде их биолого-экологических особенностей, которые позволяют этим простейшим одними из первых реагировать на аллохтонные и автохтонные загрязнения [3-5]. Одними из таких биолого-экологических особенностей являются видовой состав и встречаемость отдельных видов в водоемах и пробах. Любое исследование, связанное с мониторингом загрязнения водных экосистем с помощью организмов-индикаторов, начинается с выявления видового состава индикаторных групп и установления встречаемости и численности индикаторных организмов, в том числе и ресничных инфузорий. Следует отметить, что для многих географических мест Омского Прииртышья свободноживущие ресничные инфузории хорошо изучены [1; 2]. Но задействованные в нашем исследовании водоемы ранее не исследовались на предмет нахождения в них инфузорий. Таким образом, проведенные нами исследования актуальны и важны в теоретическом и практическом планах.

**Целью исследования** явилось изучение видовых составов свободноживущих ресничных инфузорий, встречаемости отдельных видов и выявление доминирующих по встречаемости видов в обследованных водоемах лесостепной зоны на территории Омской области.

#### **Материал и методы исследования**

Сбор материала проводился в мае-октябре 2010-2012 гг. в озере Ивановское (подзона южной лесостепи) и в мае-октябре 2011-2013 гг. в Камышловском логе, в старицах Нижнеиртышская и Увальная Бития (подзона центральной лесостепи) на территории Омской области. По стандартным методикам были собраны и обработаны 18 качественных проб в оз. Ивановское и по 18 проб (всего 54 пробы) в Камышловском логе, в старицах Нижнеиртышская и Увальная Бития. Видовое определение проведено по описаниям в литературе [1; 5; 6]. Для сравнения видовых составов инфузорий обследованных водоемов были использованы коэффициент Жаккара–Малышева и индекс общности фаун Чекановского–Соренсена. Зоны сапробности водоемов определяли по таблицам В. Сладечека [8].

#### **Результаты и их обсуждение**

В обследованных водоемах центральной и южной лесостепи Омской области было обнаружено 39 видов свободноживущих ресничных инфузорий, относящихся к 23 родам (табл. 1). Наибольшее видовое альфа-разнообразие ресничных инфузорий отмечено в пределах подзоны южной лесостепи для озера Ивановское – 37 видов, или 94,9% от общего числа обнаруженных видов. В водоемах подзоны центральной лесостепи отмечено от 31 до 32 видов инфузорий, соответственно 79,5 и 82,1%.

Наибольшее число видов отмечено для родов: *Vorticella* – 7 видов, или 17,9% от общего числа видов, и *Paramecium* – 3 вида, или 7,7%. Для 8 родов отмечено по 2 вида: *Stentor*,

*Prorodon, Coleps, Dileptus, Lacrumaria, Stylonychia, Aspidisca, Zoothamnium*, а для 13 родов - по одному виду (табл. 1).

По встречаемости для обследованных озер и стариц лесостепной зоны можно выделить 2 группы видов инфузорий.

1. Фоновые виды, имеющие высокую встречаемость более чем в 50% водных объектов. Для обследованных водоемов выявлено 34 фоновых вида, или 87,2%.

2. Часто встречаемые виды, отмеченные в 25-50% водоемов. Для обследованных водоемов выявлено 5 часто встречаемых видов, или 12,8%.

Во всех обследованных водоемах были обнаружены 18 общих видов, или 46,2% от общего числа найденных видов: *Coleps hirtus, Dileptus anser, Loxodes rostrum, Chilodonella cucullulus, Colpoda cucullus, Oxytricha lanceolata, Stylonychia pustulata, S. mytilis, Euplotes mutabilis, Uroleptus musculus, Vorticella conica, V. striata var. octava, V. convallaria, V. picta, Paramecium aurelia, P. caudatum, P. bursaria, Tetrahymena pyriformis* (табл. 1). Данные виды можно отнести к эвритоппным видам, т.к. они встречены и в озерах, и в старицах. Они же являются доминирующими по встречаемости в водоемах.

Часть видов, доминирующих по встречаемости в водоемах, обнаружены в большинстве качественных проб. Таких видов 9, или 23,1%: *Coleps hirtus, Dileptus anser, Loxodes rostrum, Colpoda cucullus, Stylonychia mytilis, Vorticella convallaria, V. picta, Paramecium aurelia, Tetrahymena pyriformis*. Именно эти виды можно отнести к доминирующим в пробах. Таким образом, указанные 9 видов доминируют по встречаемости и в водоемах, и в пробах, т.е. эти виды можно отнести к доминирующим по встречаемости в целом. Кроме того, именно указанные выше виды, доминирующие по встречаемости, образуют ядра видовых составов ресничных инфузорий и определяют сходство изученных видовых составов и общность фаун инфузорий обследованных водоемов.

**Таблица 1**

**Видовой состав и встречаемость (в водоемах и пробах) ресничных инфузорий в водоемах лесостепи Омской области (2010-2013 гг.)**

Вид	Водоемы				Встречаемость в водоемах в %
	Южная лесостепь	Центральная лесостепь			
	Озеро Ивановское	Лог Камышловский	Старица Нижнеиртышская	Старица Увальная Бития	
1	2	3	4	5	6
<i>Stentor roeseli</i>	<u>15</u> 83,3	<u>12</u> 66,7	<u>12</u> 66,7		75,0
<i>S. coeruleus</i>	<u>15</u> 83,3	<u>12</u> 66,7		<u>15</u> 83,3	75,0

<i>Prorodon ovum</i>		$\frac{10}{55,6}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{12}{66,7}$	75,0
<i>P. teres</i>	$\frac{9}{50,0}$	$\frac{10}{55,6}$			50,0
<i>Holophrya simplex</i>	$\frac{11}{61,1}$		$\frac{9}{50,0}$	$\frac{9}{50,0}$	75,0
<i>Coleps hirtus</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<i>C. striatus</i>	$\frac{13}{72,2}$		$\frac{15}{83,3}$		50,0
<i>Dileptus anser</i>	$\frac{11}{61,1}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<i>D. costaricanus</i>	$\frac{12}{66,7}$	$\frac{5}{27,8}$			50,0
<i>Loxodes rostrum</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<i>Chilodonella cucullulus</i>	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{14}{77,8}$	100
<i>Colpoda cucullus</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<i>Diophrys scutum</i>	$\frac{10}{55,6}$		$\frac{9}{50,0}$		50,0
<i>Lacrumaria olor</i>	$\frac{10}{55,6}$	-	$\frac{9}{50,0}$	$\frac{12}{66,7}$	75,0
<i>L. lagenula</i>	$\frac{12}{66,7}$	$\frac{12}{66,7}$		$\frac{12}{66,7}$	75,0
<i>Oxytricha lanceolata</i>	$\frac{13}{72,2}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{10}{55,6}$	100
<i>Stylonychia pustulata</i>	$\frac{14}{77,8}$	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{12}{66,7}$	$\frac{15}{83,3}$	100
<i>S. mytilis</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<i>Euplotes mutabilis</i>	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{12}{66,7}$	$\frac{9}{50,0}$	$\frac{15}{83,3}$	100
<i>Didinium nasutum</i>	$\frac{3}{16,7}$	$\frac{5}{27,8}$		$\frac{9}{50,0}$	75,0
<i>Aspidisca costata</i>	$\frac{11}{61,1}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{15}{83,3}$		75,0
<i>A. lynceus</i>	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{8}{44,4}$		75,0
<i>Stichotricha marina</i>	$\frac{15}{83,3}$		$\frac{15}{83,3}$	$\frac{14}{77,8}$	75,0
<i>Uroleptus musculus</i>	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{14}{77,8}$	$\frac{14}{77,8}$	$\frac{15}{83,3}$	100
<i>Vorticella microstoma</i>	$\frac{14}{77,8}$	$\frac{10}{55,6}$		$\frac{17}{94,4}$	75,0
<i>V. conica</i>	$\frac{13}{72,2}$	$\frac{9}{50,0}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{12}{66,7}$	100
<i>V. striata var. octava</i>	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{12}{66,7}$	$\frac{10}{55,6}$	100
<i>V. convallaria</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{14}{100}$	$\frac{17}{100}$	100

	100	100	77,8	94,4	
<i>V. campanula</i>	$\frac{15}{83,3}$		$\frac{18}{100}$	$\frac{13}{72,2}$	75,0
<i>V. communis</i>	$\frac{13}{72,2}$	$\frac{15}{83,3}$		$\frac{9}{50,0}$	75,0
<i>V. picta</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{17}{94,4}$	$\frac{11}{61,1}$	100
<i>Paramecium aurelia</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<i>P. caudatum</i>	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{9}{50,0}$	$\frac{10}{55,6}$	$\frac{11}{61,1}$	100
<i>P. bursaria</i>	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{12}{66,7}$	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{12}{66,7}$	100
<i>Colpidium colpoda</i>		$\frac{12}{66,7}$	$\frac{15}{83,3}$	$\frac{12}{66,7}$	75,0
<i>Zoothamnium parasiticum</i>	$\frac{14}{77,8}$	$\frac{15}{83,3}$		$\frac{10}{55,6}$	75,0
<i>Z. carinogammari</i>	$\frac{15}{83,3}$	-	$\frac{10}{55,6}$		50,0
<i>Carchesium polypinum</i>		$\frac{12}{66,7}$	$\frac{11}{61,1}$	$\frac{15}{83,3}$	75,0
<i>Tetrahymena pyriformis</i>	$\frac{18}{100}$	$\frac{17}{94,4}$	$\frac{18}{100}$	$\frac{18}{100}$	100
<b>Всего 39 видов</b> % от общего числа видов	$\frac{37}{60,7}$	$\frac{32}{82,1}$	$\frac{31}{79,5}$	$\frac{31}{79,5}$	

**Примечание:** в числителе - количество проб, содержащих особи вида, в знаменателе – доля проб с особями вида от общего числа проб в %.

Сравнение видовых составов свободноживущих ресничных инфузорий из разных водоемов центральной и южной лесостепи Омской области с применением коэффициента Жаккара – Малышева ( $K_{j-m}$ ) и индекса общности фаун Чекановского-Соренсена показало различную степень сходства видовых составов и общности фаун (табл. 2).

**Таблица 2**

**Сравнение видовых составов ресничных инфузорий по коэффициенту Жаккара-Малышева ( $K_{j-m}$ ) и индексу общности фаун Чекановского-Соренсена ( $I_{cs}$ )**

Водоемы		$K_{j-m}$			
		оз. Ивановское	Лог Камышловский	Старица Нижнеиртышская	Старица Увальная Бития
$I_{cs} B \%$	оз. Ивановское		0,45	0,14	0,40
	Лог Камышловский	84,1		0,23	0,43
	Старица Нижнеиртышская	73,5	76,2		0,35

Старица Увальная Бития	82,4	85,7	80,6	
---------------------------	------	------	------	--

**Примечание:** коэффициент Жаккара – Малышева ( $K_{j-m}$ ), пределы  $K_{j-m}$  от + 1 до – 1, при  $K_{j-m} < 0$  отмечается различие, а при  $K_{j-m} > 0$  – сходство родовых и видовых составов сравниваемых водоемов; индекс общности фаун Чекановского – Соренсена ( $I_{cs}$ ) выражается в процентах и показывает количество видов, общих для двух водоемов.

Наиболее низкий уровень сходства видовых составов отмечен для пары «озеро Ивановское – старица Нижнеиртышская», т.е.  $K_{j-m} = 0,14$ . В этой паре  $I_{cs} = 73,5\%$ . Немного выше указанные показатели сходства и общности в паре «лог Камышловский – старица Нижнеиртышская» (табл. 2). В остальных сравниваемых парах наблюдается средний уровень сходства видовых составов и общности фаун ресничных инфузорий. Наибольшее сходство видовых составов ресничных инфузорий отмечено для пары «озеро Ивановское – лог Камышловский»  $K_{j-m} = 0,45$ . Наибольшее значение общности фаун инфузорий отмечено у пар «лог Камышловский – старица Увальная Бития»  $I_{cs} = 85,7\%$  и «озеро Ивановское – лог Камышловский»  $I_{cs} = 84,1\%$ . Полного сходства видовых составов ресничных инфузорий для сравниваемых пар обследованных водоемов не отмечено. Следует отметить, что сходство видовых составов и общность фаун ресничных инфузорий определяется наличием общих видов для всех обследованных водоемов. Эти виды доминируют по встречаемости в водоемах и в пробах, образуя ядро видовых составов инфузорий.

Разные виды ресничных инфузорий обладают различной степенью чувствительности к автохтонным и аллохтонным загрязнениям и широко используются в качестве организмов – индикаторов разных зон сапробности, или зон разной степени органического загрязнения водоемов.

Из всех обнаруженных нами видов инфузорий к индикаторам  $\beta$ -мезосапробной зоны относятся 13 видов, или 33,2 % от общего числа обнаруженных видов, к  $\alpha$ -мезосапробам относится 18 видов, или 46,2%, к полисапробам ( $p$ ) относится 2 вида, или 5,2%. Также были обнаружены виды, относящиеся к двум или более зонам сапробности:  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробы - 3 вида, или 7,6%,  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробы - 1 вид, или 2,6%, полисапробы- $\alpha$ -мезосапробы – 1 вид, или 2,6%, и, наконец, к  $\beta$ - $\alpha$ -полисапробам можно также отнести 1 вид, или 2,6%. Суммарно виды-индикаторы грязных (полисапробная зона) и загрязненных (альфа-мезосапробная зона) зон сапробности составляют около 60%, т.е., можно предположить, что по видовому составу и встречаемости доминирующих видов обследованные водоемы следует отнести к  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробным водным объектам.

### Выводы

1. В обследованных водоемах лесостепной зоны Омской области обнаружено 39 видов свободноживущих ресничных инфузорий (Ciliophora, Ciliata), относящихся к 23 родам.

Наибольшее видовое альфа-разнообразие инфузорий отмечено для озера Ивановское - 37 видов. Наибольшее число видов отмечено для родов: *Vorticella* – 7 видов, или 17,9% от общего числа видов, и *Paramecium* – 3 вида, или 7,7%. Большая часть родов представлены одним – двумя видами.

2. По встречаемости в обследованных водоемах можно выделить 2 группы видов инфузорий: фоновые виды, имеющие высокую встречаемость более чем в 50% водных объектов – 34 вида, или 87,2%; часто встречаемые виды, отмеченные в 25-50% водоемов – 5 видов, или 12,8%. Во всех водоемах было отмечено 18 видов, или 46,2% от общего числа найденных видов: *Coleps hirtus*, *Dileptus anser*, *Loxodes rostrum*, *Chilodonella cucullulus*, *Colpoda cucullus*, *Oxytricha lanceolata*, *Stylonychia pustulata*, *S. mytilis*, *Euplotes mutabilis*, *Uroleptus musculus*, *Vorticella conica*, *V. striata* var. *octava*, *V. convallaria*, *V. picta*, *Paramecium aurelia*, *P. caudatum*, *P. bursaria*, *Tetrahymena pyriformis*. В большинстве проб обнаружены особи 9 видов, или 23,1%: *Coleps hirtus*, *Dileptus anser*, *Loxodes rostrum*, *Colpoda cucullus*, *Stylonychia mytilis*, *Vorticella convallaria*, *V. picta*, *Paramecium aurelia*, *Tetrahymena pyriformis*, т.е. по встречаемости в водоемах и пробах эти виды можно отнести к доминирующим по встречаемости в целом.

3. При сравнении видовых составов и фаун ресничных инфузорий обследованных водоемов по коэффициенту Жаккара-Малышева и индексу общности фаун Чекановского-Соренсена показано, что во всех сравниваемых парах наблюдаются низкие и средние показатели сходства и общности:  $K_j-m$  варьирует в пределах от 0,14 до 0,45; индекс общности фаун  $I_{cs}$  варьирует от 73,5 до 85,7%, что также указывает на высокую долю общих видов в сравниваемых фаунах.

4. По видовым составам свободноживущих ресничных инфузорий и встречаемости доминирующих видов в водоемах и пробах обследованные водоемы можно отнести к  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробным водным объектам.

### Список литературы

1. Лихачев С.Ф. Инфузории водоемов Омской области. – Омск : Изд-во ОмГПУ, 1996. - 102 с.
2. Мячина О.А. Ресничные инфузории водоемов города Омска // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем : материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Ишим : Изд-во ИГПИ, 2010. – С. 77-81.

3. Суппес Н.Е. Биоиндикационные свойства свободноживущих инфузорий // Дальневосточная весна 2008. Международная научно-практическая конференция. - Комсомольск-на-Амуре, 2008. – С. 453-455.
4. Трофимова Л.В. Анализ сапробности водоемов Челябинска с использованием индикаторных особенностей ресничных инфузорий / Л.В. Трофимова, С.Ф. Лихачев // Экологический мониторинг и биоразнообразие – Ишим. - Т. 5 (1). – 2010. – С. 91-93.
5. Фокин С.И. Тип Ciliophora Doflein, 1901 – Инфузории. Общая часть. – СПб. : Наука, 2007. Ч. 2. – С. 371-414.
6. Kahl A. Urtiere oder Protozoa. I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria // Die Tierwelt Deutschlands, Jena. - 1930, part 18; - 1931, 21; - 1932, 25; - 1935, 30. - 860 s.
7. Kolkwitz R. Okologie der tierischen Saprobien / R. Kolkwitz, M. Marsson // Intern. Rev. Ges. Hydrobiol.u. Hydrogr. - 1909. -Bd 2. - S. 126-152.
8. Sládeček V. Sistem of water qualiti from biologikal point of view // Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, - 1973. – P. 212-218.
9. Zelinka M. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit flissender Gewässer / M. Zelinka, P. Marvan // Arch. Hydrobiol., - 1961. – Bd 57. – S. 389-407.

**Рецензенты:**

Гетманец И.А., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой общей экологии ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск.

Красуцкий Б.В., д.б.н., профессор кафедры общей экологии ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», г. Челябинск.