

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2019, 29(2): 185–200

<https://doi.org/10.15407/alg29.02.185>

АЛИМЖАНОВА Х.А.<sup>1</sup>, СОАТОВ Г.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт ботаники АН Республики Узбекистан,  
ул. Дўрмон йўли, 32, Ташкент, Республика Узбекистан  
[alimjanovakh@gmail.com](mailto:alimjanovakh@gmail.com)

<sup>2</sup>Ботанический сад им. Ф.Н. Русанова АН РУз,  
ул. Богишамол, 232, Ташкент, Республика Узбекистан

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНО-САПРОБНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПО ТЕЧЕНИЮ РЕКИ КАШКАДАРЬЯ (РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Представлен сравнительный анализ распределения диатомовых, синезеленых, зеленых и эвгленовых индикаторно-сапробных водорослей на 8 мониторинговых станциях в верхнем, среднем и нижнем течении р. Кашкадарья. Расположена река в Кашкадарьинской долине, в аридной зоне между западными оконечностями Зарафшанского и Гисарского хребтов. По гидрографическим признакам относится к бассейну р. Амударья, но в настоящее время ее рассматривают как самостоятельный гидрографический объект. На протяжении 2009–2017 гг. в реке собрано и обработано более 150 альгологических проб. Обнаружено 52 индикаторно-сапробных вида (53 формы): *Bacillariophyta* – 10 видов без ввт, *Cyanophyta* – 10 видов без ввт, *Chlorophyta* – 1, *Euglenophyta* – 1, распределены они по течению реки почти одинаково. В целом выявлено 73 вида. Установлено, что вниз по течению реки количество индикаторно-сапробных видов водорослей по всем отделам уменьшается, видовое разнообразие изменяется в связи с повышенным влиянием антропогенных факторов. На нижнем участке реки на мониторинговых станциях зафиксировано меньшее количество ксено- и олигосапробных индикаторных видов, чем бета- и альфа-мезосапробных. Увеличение количества последних свидетельствует о постепенном возрастании степени органического загрязнения и ухудшении качества воды в реке вниз по течению. Предложено разработать меры по сохранению биоразнообразия экологических индикаторно-сапробных видов водорослей в реке.

Ключевые слова: река водоросли, загрязнение, индикаторы сапробности, Кашкадарья, Узбекистан

### Введение

В последнее время вопросы изучения и сохранения общего видового разнообразия стали приоритетными для многих государств (Graham et al., 2008). Изучение биологического разнообразия континентальных водоемов является актуальным направлением современных научных исследований. Одним из главных водоемов Узбекистана является р. Кашкадарья (Шульц, 1965), расположенная в Кашкадарьинской долине аридной зоны между западными оконечностями Зарафшанского и Гисарского хребтов.

© Алимжанова Х.А., Соатов Г.Т., 2019

По гидрографическим признакам относится к бассейну р. Амударья, в настоящее время ее рассматривают как самостоятельный гидрографический объект. Длина реки 310 км, площадь бассейна 8780 км<sup>2</sup>, истоки начинаются в горной зоне, но выйдя в широкую долину, она принимает притоки Джиннидарья, Аксу, Танхас, Кызылдарья, Лангар, Катта и Кичик Урадарья (Карасу), Яккабаг, Гузардарья, большинство из которых отличаются по многим показателям. В особо многоводные годы воды реки проникают в пустынные районы, до окраины Бухарского оазиса (Шульц, 1965).

Водоросли – неотъемлемое звено биологического разнообразия экосистем водоемов. Кроме того, водоросли-индикаторы сапробности являются показателями экологического состояния водоема. Изучение видового состава водорослей и их распределения по течению р. Кашкадарья очень актуально на сегодняшний день, так как формирование и функционирование гидробиоценозов реки зависят от водорослевых сообществ. Контроль качества воды в реке в настоящее время является одной из острых проблем. Для ее решения были проведены исследования распределения индикаторно-сапробных видов *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta* и *Euglenophyta* в реке на мониторинговых станциях (МС) в течение 2009–2017 гг., а также осуществлен их сравнительный анализ. В литературе приведены данные о сапробных индикаторных водорослях некоторых водоемов Узбекистана и других республик Центральной Азии (Эргашев, 1978; Алимжанова, 2007; Алимжанова, Шайимкулова, 2008; Алимжанова, Эшмуродова, 2010; Юлдашева, Олимжонова, 2013; Ташпулатов, 2018). На сегодняшний день сведения о водорослях, являющихся показателями сапробности воды в р. Кашкадарья, отсутствуют.

Целью данных исследований является сравнительное изучение видового состава индикаторно-сапробных диатомовых, синезеленых, эвгленовых и зеленых водорослей реки.

### Материалы и методы

В работе использовали пробы водорослей, отобранные в р. Кашкадарья. Для изучения распределения видов-индикаторов сапробности по течению р. Кашкадарья выбраны постоянные и периодические МС. Они расположены в населенных пунктах, через которые протекает река и ее притоки от горной, предгорной и равнинной частей Кашкадаринской долины и оазиса.

*Постоянные МС:* I станция – начало р. Кашкадарья (приток Башир), с. Хазрати Башир; II – г. Китаб, северная часть (Хайрабад); III – г. Чиракчи, Районабад, до водохранилища Чимкурган; IV – с. Чим, после водохранилища Чимкурган и райцентр Камаша; V – с. Акработ; VI – г. Карши (мост); VII – г. Касан (с. Карабайр); VIII – г. Мубарак. *Периодические МС:* IX – р. Аксу (г. Китаб), X – р. Танхас (с. Мираки, г. Шахрисабз, юго-западная часть), XI – р. Гузардарья (с. Турсари и г. Гузар), XII – р. Кызылдарья (с. Яккабаг), XIII – канал Чим, XIV – канал Анхор и др.

В период исследований было собрано и обработано более 150 альгологических проб, которые хранятся в альгологической коллекции Узбекистана.

В работе применяли альгологические и гидробиологические методы изучения видового состава водоема и определения его таксономической принадлежности, описанные в литературе (Жузе и др., 1949; Забелина и др., 1951; Попова, 1955; Унифицированные..., 1977; Мошкова, 1979; Эргашев, 1979; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Музафаров и др., 1987; Водоросли..., 1989; Mattox, Stewart, 1984; Tsarenko, 2005; Komárek et al., 2014).

## Результаты

Из отдела *Bacillariophyta* в р. Кашкадарья обнаружено 54 водорослей-индикатора сапробности, из которых 7 являются ксеносапробами: *Ellerbeckia arenaria* и *Fragilariforma virescens* часто встречаются в среднем течении реки, *Odontidium hyemale* и *Cymbella helvetica* – в верхнем и среднем, ксено-бета-мезосапробы *Planothidium lanceolatum*, *Caloneis alhestris* и ксено-олигосапроб *Encyonema ventricosum* часто обитают на разных МС реки, а последний из указанных видов распространен редко и единично в верхнем и среднем ее течении. Составлены флоросистематические и таксономические каталоги, а также списки видов водорослей с эколого-географическими характеристиками р. Кашкадарья, которые внесены в базы данных коллекции. Ниже приведены сравнительные данные о распределении сапробных водорослей на 8 постоянных МС реки (табл. 1).

В результате исследований выявлено 75 видов и внутривидовых таксонов (ввт) водорослей, относящихся к 4 отделам. Среди них по количеству видов преобладали *Bacillariophyta*, представленные 54 таксонами видового и внутривидового ранга или 72% общего количества индикаторно-сапробных видов. За ними следуют *Cyanophyta* (10 видов или 13,3%), *Chlorophyta* (10 видов или 13,3%), *Euglenophyta* (1 вид или 1,34%). Ниже приведены результаты распределения водорослей-индикаторов сапробности по отделам.

Олигосапробы составляют 18 видов, из них олигосапробы *Lindavia bodanica*, *Pantocsekiella comensis*, *C. comta*, *Fragilariforma bicapitata*, *Gomphonema acuminatum*, *G. vibrio* var. *pumilum* и *Epithemia gibba* отмечены редко в среднем или нижнем течении реки, в то время как олигоксеносапроб *Odontidium anceps* и олиго-бета-мезосапроб *Aulacoseira italica* часто встречаются в среднем течении реки, а *Melosira dickiei* – редко в нижнем течении, *Cymbella affinis* – единично и редко в верхнем и среднем течении, часто – в нижнем. *Ulnaria ulna* фиксируется массово и часто обитает в верхнем и среднем течении, в нижнем его развитие ослабевает и он встречается все реже.

**Распределение индикаторно-сапробных видов *Bacillariophyta* по течению р. Кашкадарья  
и частота их встречаемости**

Таксон	Течение							
	верхнее		среднее				нижнее	
	Мониторинговая станция							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Ellerbeckia arenaria</i> (D.Moore ex Ralfs) R.M.Crawford				х, ч				
<i>Melosira dickiei</i> (Thwaites) Kütz.								о, β, р
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenb.) Simonsen				о, β, ч				
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	β, о, ч	β, ч	β, ч	β, ч	β, р			
<i>Lindavia bodanica</i> (Eulenst. ex Grunow) T.Nakov et al.						о, р		
<i>Pantocsekiella comensis</i> (Grunow) K.T.Kiss et E.Ács							о, р	
<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenb.) Kütz.				о, р		о, р		о, р
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.								α, β, р
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round					β, р			
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.						о, β, р		
<i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz.							о, β, ч	
<i>Odontidium anceps</i> (Ehrenb.) Ralfs				о, х, о, ч				
<i>Diatoma elongata</i> (Lyngb.) C.Agardh		β, о, р						
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kütz.	х, ч	х, ч		х, ч				
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory		о, β, р		о, β, ч		о, β, р		
<i>Fragilariforma bicapitata</i> (A.Mayer) D.M.Williams et Round				о, р				
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	о, β, ч	о, β, ч	о, β, р	о, β, р	о, β, р			

<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams et Round				x, p				
<i>Belonastrum berlinense</i> (Lemmerm.) Round et Maidana				β, ч		β, p	β, p	
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) D.M.Williams et Round				β, α, м				
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams et Round				α, ч				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	о, ч	о, м	о, ч	о, м	о, ч	о, p	о, p	о, p
<i>U. biceps</i> (Kütz.) Compère	β, p							
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.						β, ч		
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert.		x, β, ч						
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bert.				β, ч				β, p
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kütz.) Cleve-Euler								β, p
<i>Mayamaea atomus</i> (Kütz.) Lange-Bert.	β, p							β, ч
<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve		x, p			x, p			
<i>C. amphisbaena</i> (Bory) Cleve						β, α, p		
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	β, p, ч		β, p		β, p, ч	β, p	β, p	
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.		о, β, е	о, β, е	о, β, p				
<i>C. helvetica</i> Kütz.	x, o, p			x, o, ч	x, o, p			
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) R.K.Mahoney et Reimer				β, p	β, p			
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer				β, p				
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva et al.				β, e			β, p	
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	x, o, p	x, o, p		x, o, e				

<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenb.	<b>β, p</b>	<b>β, p</b>	<b>β, p</b>	<b>β, p</b>	<b>β, p</b>			
<i>G. acuminatum</i> Ehrenb.				<b>o, ч</b>				
<i>G. vibrio</i> var. <i>pumilum</i> (Grunow) R.Ross	<b>o, p</b>		<b>o, p</b>					
<i>G. insigne</i> W.Gregory		<b>α, e</b>						
<i>G. olivaceum</i> (Lingb.) Kütz.					<b>β, p</b>	<b>β, p</b>		
<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenb.) Kütz.			<b>o, p</b>					
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.Müll.) T.Marsson						<b>β, e</b>		
<i>Nitzschia acicularis</i> W.Sm.						<b>α, ч</b>	<b>α, ч</b>	
<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grunow							<b>o, β, ч</b>	
<i>N. linearis</i> W.Sm.		<b>o, β, p</b>	<b>o, β, e</b>					<b>o, β, p</b>
<i>N. longissima</i> (Bréb.) Ralfs						<b>β, p</b>	<b>β, p</b>	
<i>N. longissima</i> f. <i>parva</i> Grunow							<b>β, ч</b>	
<i>N. sigmoidea</i> (Ehrenb.) W.Sm.		<b>β, p</b>		<b>β, p</b>	<b>β, p</b>	<b>β, ч</b>	<b>β, p</b>	<b>β, p</b>
<i>Surirella librile</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	<b>β, α, p</b>							
<i>S. angustata</i> Kütz.	<b>β, α, p</b>							
<i>S. splendida</i> (Ehrenb.) Kütz.						<b>β, p</b>		
Всего по МС	14	14	9	24	11	15	11	9
Всего по течению (верхнее, среднее, нижнее)	22		40				19	

Примечание. Здесь и в других таблицах: сапробность обозначена жирным шрифтом: **x** – ксеносапроб, **o** – олигосапроб, **β** – бета-мезосапроб, **α** – альфа-мезосапроб; **p** – полисапроб; частота встречаемости водорослей: **e** – единично, **p** – редко, **ч** – часто, **оч** – очень часто, **м** – массово.

В р. Кашкадарья определено 25 видов бета-мезосапробов. Частота их встречаемости и степень развития изменяются на разных ее участках в зависимости от экологических характеристик вида. Это, например, *Melosira varians*, *Cyclostephanos dubius*, *Belonastrum berlinense*, *Ulnaria biceps*, *Cocconeis pediculus*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Gyrosigma acuminatum*, *Brebissonia lanceolate*, *Cymbopleura naviculiformis*, *Encyonema leibleinii*, *Gomphonema constrictum*, *G. olivaceum* и *Bacillaria paxillifera*. *Nitzschia sigmoidea* распространен по всему течению реки, бета-мезо-олигосапроб *Diatoma elongata* редко встречался в МС II, бета-

альфа-мезосапроб *Caloneis amphisbaena* редко встречался в среднем течении реки, *Surirella librile* и *Surirella angustata* – в верхнем.

**Альфа-мезосапробы** представлены в р. Кашкадарья всего 4 видами, из них *Tabularia fasciculata* часто отмечался в среднем течении, *Gomphonema insigne* – единично в верхнем ее течении, *Nitzschia acicularis* – часто в среднем и нижнем. Альфа-бета-мезосапроб *Cyclotella meneghiniana* редко находили в нижнем течении реки.

**Полисапробы** по течению р. Кашкадарья не обнаружены.

Анализ распространения диатомовых индикаторно-сапробных водорослей показал, что их количество варьирует и уменьшается. Это связано с воздействием экологических абиотических, биотических и антропогенных факторов среды. Ксеносапробы составляют всего 7 видов или 12,3% общего количества сапробных индикаторных диатомовых водорослей; олигосапробы – 18 видов или 33,3%, бета-мезосапробы – 25 видов или 46,3% и альфа-мезосапробы всего 4 вида или 7,5%. Полисапробы отсутствуют. Индикаторы загрязненной воды бета- и альфа-мезосапробы представлены более разнообразно, чем индикаторы чистой воды ксено- и олигосапробы. Их соотношение 29 : 25 видов или 53,7 : 46,3% соответственно (табл. 2). По результатам, приведенным в таблице, можно судить об определенной закономерности распространения индикаторно-сапробных *Bacillariophyta*: вниз по течению реки количество ксено- и олигосапробных индикаторных диатомовых видов уменьшается и даже приближается к нулю, по сравнению с ними бета- и альфа-мезосапробных индикаторных видов сравнительно больше и их число увеличивается.

Исходя из этого мы можем прогнозировать качество воды: увеличение общего количества видов бета- и альфа-мезосапробных индикаторов *Bacillariophyta* свидетельствует об умеренном загрязнении воды вниз по течению реки.

Из отдела *Cyanophyta* обнаружено всего 10 видов индикаторно-сапробных видов, среди них лишь 1 ксеносапробный – *Phormidium nigrum*, редко встречающийся на МС II в верхнем течении реки. Из 10 видов 4 являются бета-мезосапробами. Из бета-мезосапробов редко встречался *Planktolyngbya limnetica* на МС I в притоке Хазрати Башир и *Merismopedia elegans* – на МС II (г. Китаб) в верхнем течении и *M. punctata* на МС VI (г. Карши) в среднем течении реки. *Merismopedia tenuissima*, являющийся бета-альфа-мезосапробным видом, редко находили на МС II (г. Китаб) в верхнем течении и на МС VII (г. Касан) в нижнем течении реки (см. табл. 2).

Из 10 сапробных индикаторных водорослей 4 являются альфа-мезосапробами. Из них *Phormidium breve* редко обитал на МС I (с. Хазрати Башир) в верхнем течении реки и на МС V (с. Акрабат) – в среднем; редко находили вид *Oscillatoria princeps* на МС I (с. Хазрати Башир); часто встречался *O. tenuis* на МС II (г. Китаб) в верхнем течении реки и *Leptolyngbya foveolaria* – на МС IV (с. Чим) в среднем ее течении.

Распределение индикаторно-сапробных видов *Cyanophyta* на мониторинговых станциях  
р. Кашкадарья и частота их встречаемости

Таксон	Течение								Сапроб- ность
	верхнее	среднее					нижнее		
	Мониторинговая станция								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun ex Kütz.		β, p							β
<i>M. punctata</i> Meyen						β, p			β
<i>M. tenuissima</i> Lemmerm.		β, α, p					β, α, p		β, α
<i>Phormidium breve</i> (Kütz. ex Gomont) Anagn. et Komárek	α, p				α, p				α
<i>Kamptomena chlorinum</i> (Kütz. ex Gomont) Strunecký et al.	p, p								p
<i>Phormidium nigrum</i> (Vaucher ex Gomont) Anagn. et Komárek		x, p							x
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	α, p								α
<i>Oscillatoria tenuis</i> C. Agardh		α, ч							α
<i>Leptolyngbya foveolaria</i> (Gomont) Anagn. et Komárek				α, p					α
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmerm.) Komárk.-Legn. et Cronberg	β, p								β
Всего по МС	4	4	0	1	1	1	1	0	10
Всего по течению	8		3			1			



Полисапробы *Kamptonema chlorinum* редко отмечались на МС I (с. Хазрати Башир) в верхнем течении реки. Олигосапробные индикаторные виды *Cyanophyta* почти отсутствовали по течению р. Кашкадарья. Анализ распространения *Cyanophyta* экологических сапробных индикаторных водорослей показал, что их количество уменьшается на МС и по течению. Это связано с воздействием экологических абиотических, биотических и антропогенных факторов среды. Из индикаторно-сапробных *Cyanophyta* олигосапробы почти отсутствовали; по 1 виду отмечены ксеносапробы и полисапробы; по 4 вида – бета- и альфа-мезосапробы, они составляли почти 80% общего количества видов.

Увеличение видов бета- и альфа-мезосапробных индикаторов *Cyanophyta* свидетельствует об умеренном загрязнении воды по течению реки. Из *Euglenophyta* редко встречался бета-мезосапроб *Strombomonas fluviatilis* на МС III в среднем течении реки. Из *Chlorophyta* обнаружено всего 10 сапробных индикаторных видов, 7 из них являются бета-мезосапробами; редко встречался *Desmodesmus opoliensis* на МС VIII в нижнем течении, *D. communis* – на МС VI в среднем течении реки. Выявлено массовое развитие *Cladophora fracta* на МС I в верхнем течении, *C. glomerata* – в МС I в верхнем и на МС VII в нижнем. Массово развивался бета-мезосапроб *Spirogyra majuscula* на МС III в среднем течении реки, редко встречался *Cosmarium formosulum* на МС II в верхнем.

Из 10 сапробных видов водорослей 2 являются олигосапробами: *Mougeotia genuflexa*, часто встречается на МС I в верхнем течении реки, и *Spirogyra fluviatilis* – на МС V в нижнем и в большом количестве отмечен на МС I в верхнем течении реки. Массовое развитие олигосапробов зафиксировано на многих МС на всем протяжении реки (табл. 3). Из альфа-мезосапробных индикаторных видов обнаружен *Stigeoclonium tenue*, часто встречаемый на МС II в верхнем, редко – на МС V в среднем течении реки.

Анализ распространения индикаторно-сапробных видов *Euglenophyta* и *Chlorophyta* показал, что их видовой состав уменьшается вниз по течению реки. По-видимому, это связано с загрязнением воды, повышением минерализации и других ингибирующих химических веществ, которые негативно влияют на видовое разнообразие водорослей. Представители ксеносапробных индикаторных водорослей почти отсутствуют. В меньшем количестве встречаются олигосапробы (3 вида), в большем – бета-мезосапробы (7), альфа-мезосапробы представлены лишь одним видом. Полисапробы отсутствуют. Наличие бета- и альфа-мезосапробных индикаторов *Chlorophyta* свидетельствует об умеренном загрязнении реки.

Распределение индикаторно-сапробных видов *Euglenophyta* и *Chlorohyta* на мониторинговых станциях р. Кашкадарья и частота их встречаемости

Таксон	Течение реки								Сапробность
	верхнее		среднее				нижнее		
	Мониторинговая станция								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
<b><i>Euglenophyta</i></b>									
<i>Strombomonas fluviatilis</i> (Lemmerm.) Deflandre			β, p						β
Всего по МС			1						1
Всего по течению	0		1				0		1
<b><i>Chlorohyta</i></b>									
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richt.) E.Hegew.								β, p	β
<i>D. communis</i> E.Hegew.						β, p			β
<i>Ulothrix zonata</i> (F.Weber ex Mohr) Kütz.					o, ч				o
<i>Stigeoclonium tenue</i> Kütz.		α, ч			α, p				α
<i>Cladophora fracta</i> (O.Müll. ex Vahl) Kütz.	β, м								β
<i>C. glomerata</i> (L.) Kütz.		β, м					β, м		β
<i>Mougeotia genuflexa</i> (Dillw.) C.Agardh.	o, ч								o
<i>Spirogyra fluviatilis</i> Hilse	o, ч, м	o, м	o, м	o, м	o, ч	o, м	o, м		o
<i>S. majuscula</i> Kütz.			β, м						β
<i>Cosmarium formosulum</i> Hoff.		β, p							β
Всего по МС	3	4	3	1	3	2	2	1	10
Всего по течению	6		6				3		

Таблица 4

**Распределение индикаторно-сапробных видов водорослей по мониторинговым станциям  
р. Кашкадарья**

Отдел	Шкала сапробности	Количество видов		Мониторинговая станция							
		ед.	%	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Bacillario-phyta</i>	Ксеносапробы, х	7	12,97	3	4		5	2			
	Олигосапробы, о	18	33,33	3	5	6	8	2	5	4	4
	Бета-мезосапробы, β	25	46,30	8	4	3	9	7	9	6	4
	Альфа-мезосапробы, α	4	7,4		1		1	-	1	1	1
	Полисапробы, р	0	0,0								
	<b>Всего</b>	<b>54</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>9</b>
<i>Cyano-phyta</i>	Ксеносапробы, х	1	10		1						
	Олигосапробы, о	0	0								
	Бета-мезосапробы, β	4	40	1	2			1	1	1	
	Альфа-мезосапробы, α	4	40	2	1		1				
	Полисапробы, р	1	10	1							
	<b>Всего</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
<i>Chloro-phyta</i>	Ксеносапробы, х	0	0								
	Олигосапробы, о	3	30	2	1	1	1	2	1	1	
	Бета-мезосапробы, β	6	60	1	2	2			1	1	1
	Альфа-мезосапробы, α	1	10		1			1			
	Полисапробы, р	0	0								
	<b>Всего</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<i>Eugleno-phyta</i>	Бета-мезосапробы, β	1	100			1					
	<b>Всего</b>	<b>1</b>	<b>100</b>			<b>1</b>					

Итого	Ксеносапробы, <b>x</b>	8	10,67	3	5		5	2			
	Олигосапробы, <b>o</b>	21	28,00	5	6	7	9	4	6	5	4
	Бета-мезосапробы, <b>β</b>	36	48,00	10	8	6	10	8	11	8	5
	Альфа-мезосапробы, <b>α</b>	9	12,00	2	3		2	1	1	1	1
	Полисапробы, <b>p</b>	1	1,33	1							
	Всего	75	100	21	22	13	26	15	18	14	10

### Обсуждение

По всем отделам водорослей (*Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta* и *Euglenophyta*) получены сходные результаты, свидетельствующие о том, что состав индикаторно-сапробных видов изменяется, их количество колеблется и уменьшается по течению р. Кашкадарья (табл. 1–3, рис. 1). Обобщенный анализ видового состава водорослей показал уменьшение видового состава вниз по течению реки (табл. 4, рис. 2).

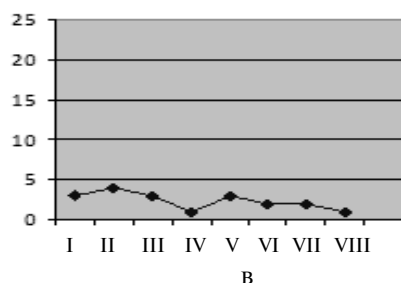
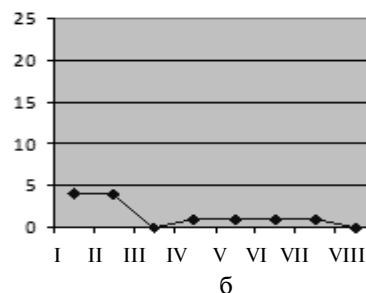
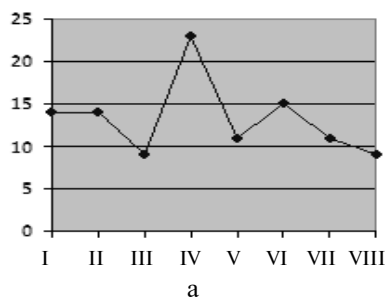


Рис. 1. Распределение количества сапробных видов *Bacillariophyta* (а), *Cyanophyta* (б) и *Chlorophyta* (в) на мониторинговых станциях р. Кашкадарья.

Здесь и на рис. 2 по вертикали – количество видов (ед.), по горизонтали – мониторинговая станция (МС)

Причинами изменения видового состава индикаторных водорослей могут быть лимитирующие экологические факторы водной среды. В табл. 4 приведено количество видов ксено- и олигосапробных индикаторов – показателей чистых вод (29 видов или 38,67%), бета- и альфа-мезосапробных индикаторов – показателей умеренно загрязненных вод (45 видов или 60%), незначительное количество полисапробов (1 вид или 1,33%) – показателей загрязненных вод. Из этих данных

следует, что качество воды в реке умеренно загрязненное.(1 вид или 1,33%) – показателей загрязненных вод. Из этих данных следует, что качество воды в реке умеренно загрязненное.

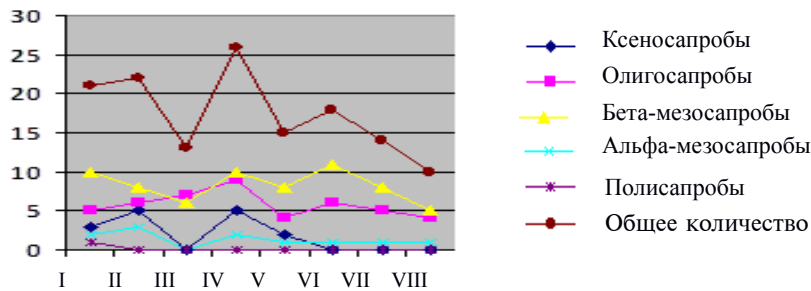


Рис. 2. Распределение общего количества видов сапробионтов на мониторинговых станциях р. Кашкадарья

По течению реки на МС видов ксено- и олигосапробных индикаторов встречается немного, бета- и альфа-мезосапробных видов больше. Увеличение количества бета- и альфа-мезосапробов по сравнению с ксено- и олигосапробами свидетельствует о постепенном увеличении загрязнения воды и ухудшении ее качества по течению реки.

### Выводы

Исследование распространения экологических сапробных индикаторных видов водорослей по течению р. Кашкадарья позволило:

- выявить наличие в реке сапробных индикаторов (75 видов и ввт);
- установить приблизительно одинаковое распределение *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta* и *Euglenophyta* по течению реки;
- уточнить их общий видовой состав по течению;
- выявить значительное различие в количественном соотношении ксено-, олигосапробных и бета-, альфа-мезосапробных видов-индикаторов по течению;
- прогнозировать постепенное увеличение степени умеренного загрязнения и ухудшение качества воды по течению реки;
- предложено разработать меры для сохранения биоразнообразия экологических индикаторно-сапробных водорослей реки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимжанова Х.А. 2007. *Закономерности распределения водорослей бассейна реки Чирчик и их значение в определении эколого-санитарного состояния водоемов*. Ташкент: Фан. 265 с.
- Алимжанова Х.А., Шайимкулова М.А. 2008. *Альгофлора реки Акбууры и ее значение в оценке качества воды*. Ташкент: Фан. 126 с.

- Алимжанова Х.А., Эшмуродова Н.Ш. 2010. Экологический анализ альгофлоры реки Ахангаран. В кн.: *Гармонизация гармонично развитого поколения и экологического равновесия*. Самарканд: Изд-во СамГУ. С. 23–25.
- Водоросли: *Справочник*. 1989. Под ред. С.П. Вассера. Киев: Наук. думка. 608 с.
- Жузе А.П., Киселев И.А., Порецкий В.С., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1949. *Диатомовый анализ*. Кн. 2. Л.: Госгеолиздат. 44 с.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. М.: Сов. наука. 619 с.
- Мошкова Н.О. 1979. *Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР*. Вып.6. Киев: Наук. думка. 500 с.
- Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилов С. 1987. *Определитель синезеленых водорослей Средней Азии*. Ташкент: Фан. 405 с.
- Попова Т.Г. 1955. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 7. М.: Сов. наука. 121 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. 1982. *Определитель пресноводных водорослей СССР*. Вып. 11(2). Л.: Наука. 483 с.
- Ташпулатов Й.Ш. 2018. *Альгофлора среднего течения реки Зарафиан и её роль в оценке эколого-санитарного состояния воды*. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент. 46 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод*. 1977. Ч. III. М.: СЭВ. 185 с.
- Царенко П.М. 2005. Номенклатурно-таксономические изменения в системе «зеленых» водорослей. *Альгология*. 15(4). С. 459–467.
- Шульц В.Л. 1965. *Реки Средней Азии*. Л.: Гидромет. 691 с.
- Эргашев А.Э. 1978. Сапробные водоросли, обнаруженные в водоемах Средней Азии, и их значение в биологической очистке. В кн.: *Эколого-физиологическое изучение водорослей и грибов Средней Азии*. Ташкент: Фан. С. 47–50.
- Эргашев А.Э. 1979. *Хлорококковые – Chlorococcales*. Ташкент: Фан. 344 с.
- Юлдашева М., Олимжонова Х. 2013. Распространение индикаторно-сапробных водорослей по течению реки Шахмардонсой-Маргилан. *Докл. АН Республ. Узбекистан*. (3): 72–76.
- Graham N.A., McClanahan T.R., McNeil M.A., Wilson S.K., Polunin N.V., Jennings S., Chabanet P., Clark S., Spalding M.D., Letourneur Y., Bigot L., Galzin R., Ohman M.C., Garpe K.C., Edwards A.J., Sheppard C.R. 2008. Climate warming marine protected areas and the ocean-scale integrity of coral reef ecosystems. *PLoS ONE, Publ. Library Sci.* 3(8): e3039.
- Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen J.R. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia*. 86: 295–335.
- Mattox K.R. Stewart K.D. 1984. Classification of the Green Algae: A Concept Based on Comparative Cytology. In: *Systematics of the Green Algae*. London: Acad. Press. Pp. 41, 42, 57, 58.

Поступила 02.05.2018

Подписал в печать П.М. Царенко

## REFERENCES

- Alimzhanova Kh.A. 2007. *Regularities in the distribution of algae in the Chirchik River basin and their importance in determining the ecological and sanitary state of water bodies*. Tashkent: Fan. 265 p. [Rus.]
- Alimzhanova Kh.A., Eshmurodova N.Sh. 2010. In: *Harmonization of harmoniously developed generation and ecological balance*. Samarkand: Samarkand State Univ. Publ. Pp. 23–25. [Rus.]
- Alimzhanova Kh.A., Shaiimkulova M.A. 2008. *Algoflora of the Akboursa River and its importance in assessing water quality*. Tashkent: Fan. 126 p. [Rus.]
- Algae: Reference Book*. 1989. Eds S.P. Wasser. Kiev: Naukova Dumka Press. [Rus.]
- Ergashev A.E. 1978. In: *Ecological and physiological study of algae and fungi of Central Asia*. Tashkent: Fan. Pp. 47–50. [Rus.]
- Ergashev A.E. 1979. *Chlorococcales*. Tashkent: Fan. 344 p. [Rus.]
- Graham N.A., McClanahan T.R., McNeil M.A., Wilson S.K., Polunin N.V., Jennings S., Chabanet P., Clark S., Spalding M.D., Letourneur Y., Bigot L., Galzin R., Ohman M.C., Garpe K.C., Edwards A.J., Sheppard C.R. 2008. Climate warning marine protected areas and the ocean-scale integrity of coral reef ecosystems. *PLoS ONE, Publ. Library Sci.* 3(8): e3039.
- Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen J.R. 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia*. 86: 295–335.
- Mattox K.R., Stewart K.D. 1984. In: *Systematics of the Green Algae*. London: Acad. Press. Pp. 41, 42, 57, 58.
- Moshkova N.O. 1979. *Identification manual of freshwater algae of the Ukrainian SSR*. Issue 6. Kiev: Naukova Dumka Press. 500 p. [Rus.]
- Muzafarov A.M., Ergashev A.E., Khalilov S. 1987. *Identification manual of blue-green algae in Central Asia*. Tashkent: Fan. 405 p. [Rus.]
- Palamar-Mordvintseva G.M. 1982. *Identification manual of freshwater algae of the USSR*. Issue 11(2). Science. 483 p. [Rus.]
- Popova T.G. 1955. *Identification manual of freshwater algae of the USSR*. Issue 7. Moscow: Sov. Nauka. 121 p. [Rus.]
- Schulz V.L. 1965. *The rivers of Central Asia*. Leningrad: Hydromet. 691 p.
- Tashpulatov Y.Sh. 2018. *Algoflora of the middle course of the Zarafshan River and its role in assessing the ecological and sanitary state of water*. PhD (Biol.). Abstract. Tashkent. 46 p. [Rus.]
- Tsarenko P.M. 2005. Nomenclature and taxonomic changes in the system of “green” algae. *Algologia*. 15(4): 459–467.
- Unified methods for the study of water quality*. 1977. Pt III. Moscow: SEV. 185 p. [Rus.]
- Yuldasheva M., Olimjonova X. 2013. Distribution of indicator-saprobic algae along the Shahimardonsu-Margilan River. *Rep. AN Rep. Uzbekistan*. (3): 72–76. [Uzb.]
- Zabelina M.M., Kiselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. 1951. *Identification manual of freshwater algae of the USSR*. Moscow: Sov. Nauka. 619 p. [Rus.]
- Zhoze A.P., Kiselev I.A., Poretsky V.S., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshchukova V.S. 1949. *Diatom analysis*. Book 2. Leningrad: Gosgeolizdat. 44 p. [Rus.]

Алимжанова К.А.<sup>1</sup>, Соатов Г.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
32 Durmon Uili Str., Tashkent, Republic of Uzbekistan

<sup>2</sup>F.N. Rusanov Botanical Garden, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
232 Bogishamol Str., Tashkent, Republic of Uzbekistan

#### PATTERNS OF DISTRIBUTION OF ALGAE – INDICATORS OF SAPROBITY ACROSS THE QASHKADARYO RIVER (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

The article presents a comparative analysis of the distribution of algae – indicators of water saprobity revealed in 2009–2017 at 8 monitoring stations in the upper, middle and lower reaches of the Qashqadaryo River in Uzbekistan. Totally, 73 indicator species (*Bacillariophyta* – 52, *Cyanophyta* – 10, *Chlorophyta* – 10, *Euglenophyta* – 1 species) were found over the period of observation. Downstream, the number of indicator-saprobic species of algae in all divisions decreases, their structure also changes due to the increased influence of anthropogenic factors. At monitoring stations in the lower reaches of the river, xeno- and oligosaprobic indicator species are inferior in number comparing to  $\beta$ - and  $\alpha$ -mesosaprobic. The increase in the number of the latter indicates a gradual increase in the degree of organic pollution and deterioration of water quality in the river downstream. Authors proposed to develop measures for the conservation of algal flora of the Qashqadaryo River.

**Key words:** algae, comparison, distribution, forecasting, indicator, Qashqadaryo River, pollution