



## Особенности структурной организации фитопланктонного сообщества реки Свислочь в различных зонах речного континиума в годовых и межгодовых циклах

Т. М. Михеева, Е. В. Лукьянова, О. А. Шевелева.

Для оздоровления главной водной магистрали г. Минска реки Свислочь на протяжении последних пяти лет ОАО «Минскводстрой» планомерно проводились мероприятия по упорядочению и благоустройству участков реки в границах города и очистке ее русла с изъятием донных отложений и др. Еще ранее были выполнены работы по упорядочению водосборной территории и непосредственно водных акваторий речной системы, расположенных выше города. К концу 2006 г. работы по очистке русла на отдельных участках городского отрезка реки были закончены, что привело к снижению уровня эвтрофирования речного потока прежде всего, через изменение функционирования автотрофных гидробионтов, обеспечивающих фотосинтетическую аэрацию и являющихся важнейшим агентом биологических) процессов формирования качества воды в целом [1-4]. С целью оценки влияния проведенных мероприятий на структурную организацию фитопланктонного сообщества с апреля 2006 г. нами начаты исследования по изучению временных и пространственных изменений количественного развития, структуры и функциональных характеристик фитопланктона, играющего приоритетную роль в процессах самоочищения и формирования качества воды открытых водных экосистем [5, 6].

### Объекты и методы исследования

В настоящей работе приведены результаты исследований фитопланктона р. Свислочь, проводившихся на протяжении трех лет ежемесячно на 7 постоянных створах, включающих зарегулированные и речные участки водотока. Пробы отбирались в первой декаде каждого месяца. Определялся видовой состав и количественные показатели развития сообщества планктонных водорослей. Для оценки количественного развития использовали

пробы осадочного планктона объемом 0,5 л, фиксированные по Утермелю [7]. Видовой состав определяли при камеральной обработке количественных проб в световом микроскопе.

Первый и последний створы находятся вне пределов г. Минска - первый в 40 км выше г. Минска, в 0,5 км выше д. Хмелевка, последний (седьмой) - в 10 км ниже города и в 9 км ниже сброса стока с очистных сооружений г. Минска, в черте д. Королищевичи (пункт полного смешения). Отметим, что первый створ - это пункт входа канала переброски воды из Вилейского водохранилища в реку - расположен в нескольких километрах выше Заславского водохранилища. Такой выбор створов дает возможность оценить направленность биологических процессов и качество воды в речном потоке в верховье до зарегулирования реки, с одной стороны, и после поступления стоков с очистных сооружений г. Минска - с другой. На верхнем участке городского отрезка реки пробы отбирали на выходе из двух последовательно расположенных высокопроточных водохранилищ - Дрозды и Комсомольское озеро (створы 2 и 3), затем на русловых участках (створ 4 в районе пересечения рекой ул. Аранско-го, 5 створ - в районе пересечения рекой ул. Ванеева) и далее в полукилометре ниже водохранилища Чижовское на выходе из города (створ 6 - д. Подлосье, 3,5 км ниже выпуска сточных вод ТЭЦ - 3). На верхних пяти створах пробы отбирали одновременно, на двух последних - со смещением в одни сутки.

### Результаты и их обсуждение

Для фитопланктонного сообщества р. Свислочь, как и для других водных экосистем Республики Беларусь [8], характерно доминирование по видовому богатству представителей двух отделов - зеленых и диатомовых водорослей, приблизительно в равном соотношении. Третье место со значительно меньшим (почти в два раза) числом

видов занимает отдел сине-зеленых водорослей, или цианопрокариот, за которыми следуют золотистые и криптофитовые. В таблице 1 приведено общее для трех лет число обнаруженных видов водорослей на отдельных створах исследованного участка и на всем отрезке реки.

**Таблица 1** - Видовое богатство разных отделов водорослей и всего фитопланктона, отмеченное на разных створах р. Свислочь в 2006-2008 гг.

Станция	Сине-зеленые	Криптофитовые	Золотистые	Диатомовые	Зеленые	Прочие
Хмелевка	15	7	14	47	57	11
Дрозды	22	6	9	55	22	6
Комсомольское оз.	24	4	13	47	26	6
Аранского	20	4	9	44	23	6
Ванеева	16	5	6	41	23	6
Подлосье	20	7	14	45	41	11
Королищевичи	17	7	12	46	38	11
ВСЕГО для реки	42	9	23	75	78	23

За три года исследований нами выявлено 250 видов водорослей, что гораздо больше, чем указывалось для реки ранее в 2005-2006 гг. - 102 [9] и ближе к числу видов (210), отмечавшихся нами [8] в 1973 г.

Наибольшее видовое богатство во все годы было характерно для расположенного выше города в нескольких километрах выше Заславского водохранилища створа № 1 «Хмелевка», который по всем показателям сильно отличается от других, как зарегулированных, так и речных створов, поскольку представляет, фактически, не исток реки, а канал переброски вод из Вилейского водохранилища в реку со свойственным ему режимом функционирования и составом фитопланктонного сообщества. В большую сторону по числу видов выделяется и створ № 6 «Подлосье» в полукилометре ниже водохранилища Чижовское на выходе из города, в 3,5 км ниже выпуска сточных вод ТЭЦ - 3, что вполне объяснимо, т. к. именно Чижовское водохранилище в наибольшей степени аккумулирует городские стоки, в составе которых содержится достаточное для обильного развития автотрофных организмов количество биогенных элементов. Наоборот, на речном участке на створах 4 и 5 «Аранского» и «Ванеева» фиксировалось значительно меньшее число видов, чем на зарегулированных створах.

Интересным и несколько неожиданным явилось достаточно высокое видовое богатство представителей диатомовых и золотистых водорослей, которые считаются обитателями чистых вод, на наиболее загрязненном седьмом створе, расположенном в 10 км ниже города и в 9 км ниже сброса стока с очистных сооружений г. Минска, в черте д. Королищевичи (пункт полного смешения). Впрочем, имеются в публикуемых в последнее время работах данные [10] о том, что именно диатомовые наиболее устойчивы даже к нефтепродуктам, в отличие от синезеленых.

Показатели, характеризующие количественное развитие фитопланктона на разных створах, сильно различались между створами, как в разные месяцы и годы наблюдений, так и в одни и те же сроки. Не имея возможности привести табличные данные для каждого годового цикла из-за недостатка места, отметим, что, несмотря на относительную близость расположения створов друг от друга, на них различалось даже время регистрируемых максимумов. Как и по видовому богатству, по уровню количественного развития общего фитопланктона верхний створ «Хмелевка» чаще характеризовался более высокими, по сравнению с другими створами величинами, если судить по биомассе, хотя это не было постоянной закономерностью. Различия максимальных летних величин в течение годового цикла биомассы между створами в разные годы в сравнении с различиями минимальных зимних величин были не очень велики достаточно близки: 4,4; 4,3 и 3,1 раза (2006 г., створ 1- 19,75 и створ 2 - 4,53 мг/л), (2007 г створ 2 - 21,53 и створ 5 - 5,06 мг/л), (2008 г., створ 1 - 30,55 и створ 4 - 9,86 мг/л). Различия же минимальных, зимних величин, на створах от 2006 к 2008 г. стали очень большими: в 2001 г. они различались только в 2,7 раза (0,19-0,49 мг/л на створах 7 и 6 соответственно), в 2007 г.] в 12 раз (0,05-0,60 мг/л, створы 7 и 1) и в 2008 г. - в 80 (!) раз (0,01-0,80 мг/л, створы 7 и 11). Соответственно отношение максимальной биомассы к минимальной на изученном отрезке реки в 2006 г. составило 103,9 раза, в 2007 г. - 430,6, а в 2008 г. - 3055,0 (!) раз. Различия минимальных величин биомассы для створов на протяжении трех лет составляли 1,2 (створ 5) - 19, (створ 7) раза, максимальных - 1,3 (створ 3) - 4,8 (створ 2)

раза.

Полученные результаты могут свидетельствовать о чрезвычайной динамичности и изменчивости структурной организации фитопланктонного сообщества в сложных для изучения водотока условиях, определяемых не только колебаниями климатических факторов (последние годы р. Свислочь практически не замерзает или замерзает на очень короткое ВВ мя), но и интенсивным антропогенным вмешательством, которому подвергается река в результате проведения мероприятий по очистке ее русла с изъятием донных отложений.

Несмотря на существенные различия в уровне количественного развития фитопланктона на разных створах в годовом и сезонном циклах, средние для реки значения относительного участия в общих величинах доминирующих отделов водорослей оказались в разные годы достаточно близкими.

В таблице 2 приведены количественные характеристики общего фитопланктона разных

створов и всего изученного участка реки для зимнего периода (ХП-Ш) и вегетационного сезона трех рассматриваемых лет с включением в него апреля и ноября.

Особенностью 2007 г. были необычайно теплые декабрь и январь. Ледовый покров установился лишь в первой декаде февраля. Это в значительной мере определило сезонную динамику биологических показателей и, прежде всего, уровень развития автотрофной компоненты. Зимние величины на всех створах в 2007 г. были существенно выше, чем в 2006 г. биомасса - в 6,7 раза, численность организмов - в 7,6 раза, численность клеток - в 3,5 раза. Наоборот, средние за вегетационный сезон величины 2007 г. были ниже, чем в 2006 г.: биомасса и численность организмов - в 1,5 раза, численность клеток - в 1,9 раза. Это еще раз свидетельствует о сложности сравнительных сопоставлений показателей для данного водотока и неоднозначности трактовки получаемых результатов.

**Таблица 2** - Средневегетационные и средние для зимнего периода значения показателей количественного развития фитопланктона на разных створах и для всего исследованного участка в разные годы

Створы	2006		Зима 2006-2007		2007		Зима 2007-2008		2008	
	IV-XI	±SD	XII-III	±SD	IV-XI	±SD	XIII-III	±SD	V-X	±SD
Численность организмов, млн/л										
Хмелевка	7,82	5,26	0,64	0,70	6,75	4,65	1,81	0,78	11,05	5,12
Дрозды	8,56	15,91	1,65	0,78	9,07	13,62	4,49	7,48	4,09	1,80
Комсомольское оз.	19,06	36,06	1,16	0,21	11,84	11,62	4,94	8,37	8,15	3,68
Аранского	4,90	3,48	0,81	0,94	4,43	4,30	-	-	6,00	4,55
Ванеева	19,55	32,60	1,09	0,07	5,17	6,66	8,35	12,89	-	-
Подлосье	8,91	6,08	0,79	0,47	8,01	8,92	12,31	23,62	19,68	16,42
Королищевичи	11,71	16,00	0,41	0,22	9,43	13,39	3,73	6,84	12,63	8,47
Среднее для участка	11,50	5,69	0,93	0,40	7,81	2,58	7,04	4,75	10,25*	6,29*
Численность клеток, млн/л										
Хмелевка	115,94	110,35	7,78	14,23	65,70	75,89	2,52	1,48	188,39	114,58
Дрозды	65,88	80,07	5,16	7,11	122,43	259,06	20,66	26,81	236,36	416,19
Комсомольское оз.	130,42	158,38	3,50	3,03	112,47	195,08	7,01	11,88	353,72	525,81
Аранского	146,89	176,77	1,55	1,52	62,73	72,18	-	-	257,77	336,44
Ванеева	181,95	327,01	2,87	1,87	49,46	65,56	13,02	20,47	-	-
Подлосье	123,29	125,40	1,58	0,98	25,99	33,55	14,50	27,14	90,59	98,29
Королищевичи	139,30	187,75	1,64	1,43	35,69	69,60	5,34	9,16	119,78	132,27
Среднее для участка	129,10	36,16	3,44	2,32	67,78	36,80	12,04	7,80	207,77*	96,02*
Биомасса, мг/л										
Хмелевка	6,28	6,13	0,95	0,29	5,36	4,49	1,28	0,47	16,01	10,06
Дрозды	2,47	1,71	0,58	0,16	5,26	6,97	3,03	4,96	4,92	4,63
Комсомольское оз.	4,23	4,11	0,38	0,09	3,68	5,58	2,55	4,02	5,75	5,53
Аранского	4,43	5,44	0,36	0,05	1,71	1,77	-	-	3,44	3,74
Ванеева	6,58	5,65	0,95	0,99	1,72	1,75	5,55	6,27	-	-
Подлосье	6,19	4,73	0,46	0,30	3,38	2,33	4,28	7,95	6,62	3,79
Королищевичи	5,16	3,86	0,20	0,13	2,75	2,12	1,65	3,01	5,93	3,65
Среднее для участка	5,05	1,46	0,55	0,29	3,41	1,50	3,66	2,41	7,11*	1,09*

Ввиду больших межгодовых различий климатических условий для сравнительных целей в ряде случаев более целесообразно использовать средневегетационные величины, т. к. при этом в большей степени нивелируются колебания погодных и других факторов, влияющих на уровень тех или иных показателей. На рисунках 1-3 мы представили средневегетационные значения как общих показателей количественного развития фитопланктона на разных створах реки в 2006-2008 гг., так и составляющих его отделов водорослей.

Продолжительность вегетационного сезона в данном случае взята с мая по октябрь включительно, чтобы в какой-то мере уравнивать погодные условия трех лет. В общей численности клеток фитопланктона синезеленые составляют в вегетационном сезоне 60-70 %, в зимний период 5-8 %, диатомовые - 13-15 и 36-50 %.

криптофитовые -13-16 и 7-13 % соответственно, доля золотистых и зеленых в зимний период была несколько выше, чем средняя за вегетационный сезон. Доля синезеленых, диатомовых и криптофитовых в общей численности организмов примерно одинакова - около 30 % (см. табл.3).

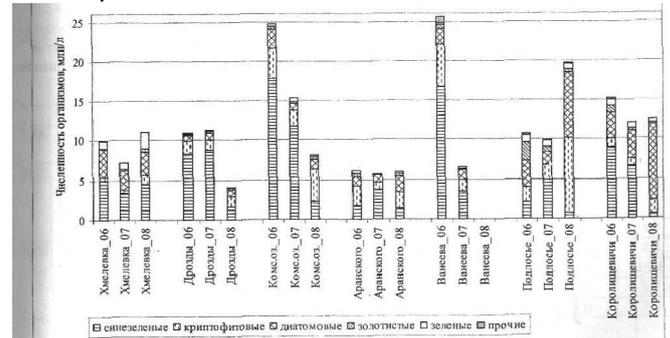


Рисунок 1 – Межгодовые различия среднесезонных (V–X) величин общей численности фитопланктонных организмов и доминирующих отделов водорослей на разных створах р. Свислочь

**Таблица 3** - Средние для реки значения относительного участия доминирующих отделов водорослей в общих показателях количественного развития фитопланктона в зимний и вегетационный периоды в разные годы

Годы	Периоды	Доля (процент) разных отделов					
		Сине-зеленые	криптофитовые	диатомовые	золотистые	зеленые	прочие
<b>Доля в общей численности организмов</b>							
2006	Средневег. IV-XI	33,4	26,2	27,1	5,9	6,1	1,3
	SD	6,9	10,4	4,6	4,0	3,5	1,1
2007	Зимний период	6,4	32,2	45,4	9,0	6,8	0,3
	SD	7,5	30,1	29,0	9,6	8,4	1,3
	Средневег. IV-XI	33,9	29,8	24,4	5,3	6,2	0,4
	SD	6,5	11,9	10,1	1,5	4,1	0,7
2008	Зимний период	5,6	10,9	51,5	25,1	3,9	3,3
	SD	14,5	12,7	23,1	19,6	10,3	16,0
	Средневег. V-X	26,4	30,2	32,6	3,7	6,9	0,2
	SD	16,5	15,0	19,4	2,8	4,5	0,2
<b>Доля в общей численности клеток</b>							
2006	Средневег. IV-XI	67,7	12,6	13,1	3,9	2,1	0,6
	SD	7,5	7,4	3,7	3,8	1,1	0,7
2007	Зимний период	38,3	13,4	35,8	4,2	8,2	0,1
	SD	35,7	14,7	27,9	4,7	9,5	0,5
	Средневег. IV-XI	59,9	16,2	15,4	3,9	4,4	0,2
	SD	9,3	7,1	9,1	1,3	3,3	0,3
2008	Зимний период	16,8	7,0	49,5	19,6	5,9	2,5
	SD	30,1	10,8	28,1	17,1	12,9	12,1
	Средневег. V-X	62,5	16,3	15,2	1,7	4,1	0,2
	SD	17,1	9,9	15,0	1,0	1,9	0,3
<b>Доля в общей биомассе</b>							
2006	Средневег. IV-XI	32,5	13,6	40,4	2,4	2,6	5,8
	SD	7,2	6,8	7,1	2,4	2,1	4,2
2007	Зимний период	6,7	17,2	66,3	3,6	3,3	2,9
	SD	7,7	18,7	24,7	6,2	3,2	10,6
	Средневег. IV-XI	32,3	15,5	43,5	2,2	3,6	2,9
	SD	7,6	4,9	6,5	0,6	2,9	4,7
2008	Зимний период	5,3	2,9	71,9	14,8	0,9	4,4
	SD	18,8	4,0	24,5	12,3	1,8	19,4
	Средневег. V-X	29,7	12,0	47,6	3,6	4,0	3,2
	SD	13,0	7,4	15,1	2,9	3,0	3,8

На современном этапе р. Свислочь, как и в более ранние годы, несмотря на проведенные в реке восстановительные мероприятия, остается высоко эвтрофированным водотоком, хотя уровень величин многих изучавшихся показателей заметно снизился (в 2,5-16 раз), что может свидетельствовать об эффективности этих мероприятий.

Abstract. The results of three years' investigations (2006-2008) of the River Svisloch phytoplankton on 7 constant river stations including regulated stream (reservoirs) and river sections above and below Minsk and within the city boundaries are presented in the paper. The quantitative data that characterize seasonal changes of phytoplankton development in different river zones are given.

### Литература

1. Михеева, Т.М. Исследование процессов восстановления экосистемы р. Свислочь после механической очистки. Разработка биотехнических мероприятий восстановления реки до природного состояния. Организация и ведение биомониторинга / Т.М. Михеева // Отчет 1 НИР, № госрегистрации 20043938. Минск, БГУ, 2004. 159 с.

2. Михеева, Т.М. Сравнение межгодовых изменений показателей количественного развития и функционирования автотрофного планктонного сообщества реки Свислочь на современном этапе / Т.М. Михеева, Р.З. Ковалевская, Н.В. Дубко, О.А. Шевелева // Сахаровские чтения 2008 года: материалы 8-й науч. конф., - Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2008. - С. 284.

3. Ковалевская, Р.З. Временные и пространственные изменения продукционных характеристик планктона на отрезке реки Свислочь, подверженном влиянию! г. Минска / Р.З. Ковалевская, Т.М. Михеева, Н.В. Дубко, О.А. Шевелева // Мат. междунар. науч.-практ. конф «Стратегия развития аквакультуры в современных условиях», Минск, 11-12 авг. 2008 г. Мн.: РУП «Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси», 2008. С. 268-271.

4. Дубко, Н.В. Оценка уровня органического вещества на городском отрезке реки Свислочь в два последовательных года наблюдений / Н.В. Дубко, Р.З. Ковалевская, Т.М.

Михеев О.А Шевелева // Там же. С. 412-414.

5. Михеева, Т.М. Определить уровень продукционно-деструкционных процессов и содержание фотосинтетических пигментов в автотрофных планктонных сообществах речной экосистемы в условиях городского экополиса / Т.М. Михеева // Отчет о НИР, № госрегистрации - 20063177. Минск, БГУ, 2006. 33 с.

6. Михеева, Т.М. Продолжить наблюдения за продукционно-деструкционными характеристиками планктона и оценить его фотосинтетическую активность в различных городских зонах реки Свислочь, различающихся по степени загрязнения / Т.М. Михеева // Отчет о НИР, № госрегистрации - 20063177. Минск, БГУ, 2007. 36 с,

7. Михеева, Т.М. Методы количественного учета нанофитопланктона (обзор) / Т.М. Михеева // Гидробиол. журн. 1989. Т. 25, № 4. С. 3-21.

8. Михеева Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог // Т.М. Михеева.- Минск.: БГУ, 1999. - 396 с.

9. Михеева, Т.М. Пико-и нанофитопланктон пресноводных экосистем // Т.М. Михеева. Мн.: Белгосуниверситет, 1998. - 196 с.

10. Гусейнова, В.П. Отклик пресноводных водорослей на воздействие различных нефтепродуктов / В.П. Гусейнова, А.В. Курейшевич, Ю.В. Крылова, А.Е. Курашов // Мат. II конф. памяти Б.А. Флерова, «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы»! Часть 2. (Борок, 11-16 ноября 2008 г.). ООО «Ярославский печатный двор» - Борок», 2008. -] С. 221-225.

**Т.Михеева**

**Источник:** Известия ГГУ им. Ф. Скорины, № 3(54), 41, 2009. - С38-44.