

Сравнительный анализ альгофлоры пойменных биогеоценозов реки Вятки на территории ГПЗ «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова

© 2016. Л. В. Кондакова^{1,2}, д. б. н., профессор,
 О. С. Пирогова², аспирант,
 Т. Я. Ашихмина, д. т. н., профессор, зав. лабораторией¹, зав. кафедрой²,
¹ Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
 167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28,
² Вятский государственный университет,
 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, 36,
 e-mail: kaf_eco@vshu.ru

В статье приведены результаты сравнительного анализа почвенной альгофлоры пойменных биогеоценозов реки Вятки на территории Государственного природного заповедника «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова. Почвы биогеоценозов аллювиальные, дерновые; кислые на территории заповедника и среднекислые в Заречном парке. Содержание массовых долей азота нитратов и обменного аммония в почвах не превышает санитарно-гигиенические нормы. Видовой состав почвенных водорослей и цианобактерий определяли микроскопированием свежезятой почвы и постановкой чашечных культур со стёклами обрастания. Численность клеток определяли методом прямого микроскопирования. В биогеоценозах Заречного парка выявлено 103 вида микрофототрофов, в заповеднике – 93. Коэффициент флористической связи Сьёренсена-Чекановского показал высокую степень сходства альгофлор – 79,6%. Количественные показатели клеток водорослей и цианобактерий в луговых биогеоценозах составляли 209–220 тыс.кл./г. абс. сух. почвы (Заречный парк) и 174–197 тыс. кл. (заповедник). В лесных биогеоценозах показатели численности клеток были ниже, за исключением ивовых зарослей, произрастающих вблизи от воды. Отмечено влияние рекреационной нагрузки на альгофлору луговых биогеоценозов Заречного парка, проявляющееся в доминировании цианобактерий в летний и осенний сезоны года, более высокой их численности.

Ключевые слова: водоросли, цианобактерии, альгофлора, почва, биогеоценоз.

Comparative analysis of algal flora of the floodplain ecosystems of the Vyatka river on the territory of the State Nature Reserve «Nurgush» and in Zarechnyy Park in Kirov

L. V. Kondakova^{1,2}, O. S. Pirogova², T. Ya. Ashikhmina^{1,2},
¹ Vyatka State University,
 36 Moskovskaya St., Kirov, Russia, 610000,
² Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS,
 28 Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Komi Republic, Russia, 167982,
 e-mail: kaf_eco@vshu.ru

The article presents the results of the comparative analysis of soil algal flora of riparian ecosystems of the Vyatka River on the territory of the State Nature Reserves «Nurgush» and Zarechnyy Park in Kirov. The soil is alluvial in the ecosystems, it is sod; sour in «Nurgush» and is mildly sour Zarechnyy park. The content of the mass fraction of nitrate nitrogen and ammonium in soil does not exceed the sanitary norms. Species composition of soil algae and cyanobacteria was determined by means of microscopy of freshly sampled soil and cup cultures with glass fouling. The number of cells was determined by direct microscopy. In Zarechnyy park biogeocenosis 103 species of microphototrophs were found, in «Nurgush» reserve – 93. The Sørensen-Czekanowski coefficient of floristic coupling has shown a high degree of similarity of algaeflora, which is 79.6%. Quantitative indicators of algae and cyanobacteria cells in meadow biogeocenoses have shown 209–220 thousand cells/g in absolutely dry soil (Zarechnyy Park) and 174–197 thousand cells/g («Nurgush»). For forest biogeocenoses cell population figures were lower, except for willow thickets growing near water. Recreational load impact on the algal flora of grassland habitats in Zarechnyy Park has been noted, which consists in dominance of cyanobacteria in summer and autumn seasons.

Keywords: algae, cyanobacteria, algaeflora, soil, biogeocenosis.

Водоросли и цианобактерии (ЦБ) являются надёжными индикаторами экологического состояния почвенной среды. Многочисленными почвенно-альгологическими исследованиями показана приуроченность группировок водорослей и ЦБ к тем или иным почвам и протекающим в них почвообразовательным процессам. Накоплены сведения об изменениях состава альгофлоры под влиянием антропогенных и техногенных факторов [1, 2]. Согласно установленным в альгологии закономерностям, критерием почвенных условий является видовой состав альгофлоры, соотношение их жизненных форм, количественные показатели [3–5]. Влияние урбанизированной среды г. Кирова на группировки почвенных водорослей показано в ряде работ [6–9]. Альгофлора биогеоценозов Заречного парка города изучена впервые.

Цель работы: провести сравнительный анализ альгофлоры пойменных биогеоценозов фоновой и испытывающей рекреационную нагрузку территорий для выявления уровня антропогенного влияния.

Объекты и методы

Заречный парк расположен в пойме правого берега реки Вятки, напротив исторического центра города Кирова. Его старое название Красный бор. Он существовал в качестве резервного источника древесины для быстрого восстановления в случае пожара сгоревших построек и городских укреплений. Бор был неприкосновенным для повседневной вырубки и использовался при крайней необходимости с разрешения властей. Благодаря этому парк сохранил естественный облик до наших дней. Рельеф территории парка типичный для поймы – ложбинно-грядистый. Древние, заросшие древесно-кустарниковой растительностью прирусловые валы чередуются с заболоченными или занятыми озёрами межгрядистыми ложбинами и старицами древнего

русла. Почвы парка аллювиальные дерновые [10]. В настоящее время Заречный парк объявлен памятником природы и используется в рекреационных и научно-познавательных целях. Он служит примером эволюции пойменных ландшафтов, разные участки которого иллюстрируют последовательные стадии облесения речных наносов с постепенным вытеснением пионерной травянистой и кустарниковой растительности светлохвойными сосновыми и мелколиственными лесами [11].

Территория Государственного природного заповедника (ГПЗ) «Нургуш» расположена в пойме правого берега р. Вятки, ниже по течению от г. Кирова. Территория заповедника сложена современными аллювиальными отложениями. Лесопокрытая территория составляет 87,4% площади заповедника. До 1995 г. на территории заповедника были сенокосные угодья и пастбища [12–14].

Образцы почв для анализа отбирались в 2013–2015 гг. в аналогичных пойменных луговых и лесных биоценозах заповедника [12] и Заречного парка г. Кирова (табл. 1). Схема расположения фитоценозов территории Заречного парка приведена на рисунке 1.

Сравниваемые почвы фитоценозов заповедника и парка различаются кислотностью. Почвы заповедной территории обладают сильной кислотностью, она не поднимается выше 3,8 единиц рН соляной вытяжки. Почвы биогеоценозов Заречного парка среднекислые, подщелачивание их происходит за счёт городских стоков. В почвах заповедника и Заречного парка содержание массовых долей азота нитратов и обменного аммония не превышает санитарно-гигиенические нормы. Содержание подвижных соединений фосфора в почвах ГПЗ «Нургуш» составляет от 11,6±4,06 (сосновый лес) до 110,5±22,1 мг/кг (ивовые заросли). На территории Заречного парка наименьшее содержание соединений фосфора выявлено в сосновом лесу (29,8±10,43 мг/кг), наибольшее – в ивовых зарослях (111,35±22,27 мг/кг).

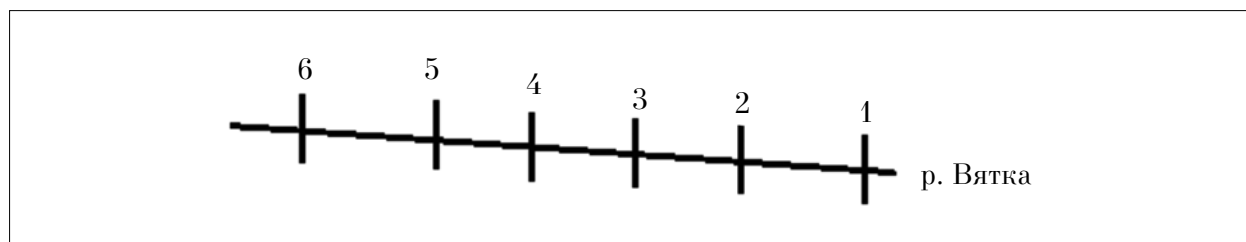


Рис. 1. Схема расположения фитоценозов территории Заречного парка: 1 – ивовый фитоценоз; 2 – злаково-разнотравный луг; 3 – осиновый лес; 4 – разнотравно-злаковый луг; 5 – липовый лес; 6 – сосновый лес

Таблица 1

Типы фитоценозов, кислотность почв, содержание массовой доли органического вещества в почвах ГПЗ «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова

ГПЗ «Нургуш»			Заречный парк		
Тип фитоценоза	pH _{ксл}	Массовая доля ОВ, %	Тип фитоценоза	pH _{ксл}	Массовая доля ОВ, %
Злаково-разнотравный луг	3,7±0,1	5,5±0,6	Злаково-разнотравный луг	4,4±0,1	5,1±0,5
Разнотравно-злаковый луг	3,6±0,1	5,7±0,6	Разнотравно-злаковый луг	4,5±0,1	7,7±0,8
Липово-дубовый лес	3,7±0,1	5,4±0,5	Липовый лес	4,7±0,1	5,4±0,5
Осиново-липовый лес	3,4±0,1	6,9±0,7	Осиновый лес	4,4±0,1	4,5±0,7
Сосновый лес	3,1±0,1	4,5±0,7	Сосновый лес	4,2±0,1	8,0±0,8
Ивовые заросли	3,8±0,1	0,6±0,1	Ивовые заросли	5,3±0,1	2,9±0,6

Примечание: ОВ – органические вещества.

Наименьшее содержание органического вещества (ОВ) в почвах сравниваемых биоценозов отмечено в ивовых зарослях, расположенных на берегу р. Вятки (0,6%±0,1 и 2,9%±0,6 соответственно).

Содержание как подвижных, так и валовых форм тяжёлых металлов (свинца, меди, цинка, железа и кадмия) на территориях Заречного парка и заповедника не превышает их ПДК.

Отбор почвенных проб для изучения видового и количественного состава альгофлоры проводили в соответствии с требованиями микробиологических исследований [3]. Видовой состав почвенных водорослей и ЦБ определяли микроскопированием свежезвятой почвы и постановкой почвенных культур со стёклами обрастания [3, 15]. Численность клеток определяли методом микроскопирования почвы на мазках [16]. Определение кислотности почвы, массовых долей азота нитратов, обменного аммония, органического вещества и содержание подвижных соединений фосфора

проводили в соответствии с методиками их определения [17–21].

Результаты и их обсуждение

В изученных биоценозах Заречного парка было обнаружено 103 вида почвенных водорослей и цианобактерий: Cyanobacteria – 32 вида (31%), Chlorophyta – 38 видов (37%), Xanthophyta – 13 видов (13%), Bacillariophyta – 18 видов (17%), Eustigmatophyta – 2 вида (2%). Альгофлора пойменных биогеоценозов ГПЗ «Нургуш» представлена 93 видами почвенных водорослей и цианобактерий, в том числе Cyanobacteria – 28 видов (30%), Chlorophyta – 34 (37%), Bacillariophyta – 17 (18%), Xanthophyta – 11 (12%), Eustigmatophyta – 3 вида (3%) (рис. 2, табл. 2).

Соотношение основных отделов и видовой состав альгофлоры биоценозов заповедника и Заречного парка имеет высокую степень сходства. Коэффициент флористической связи

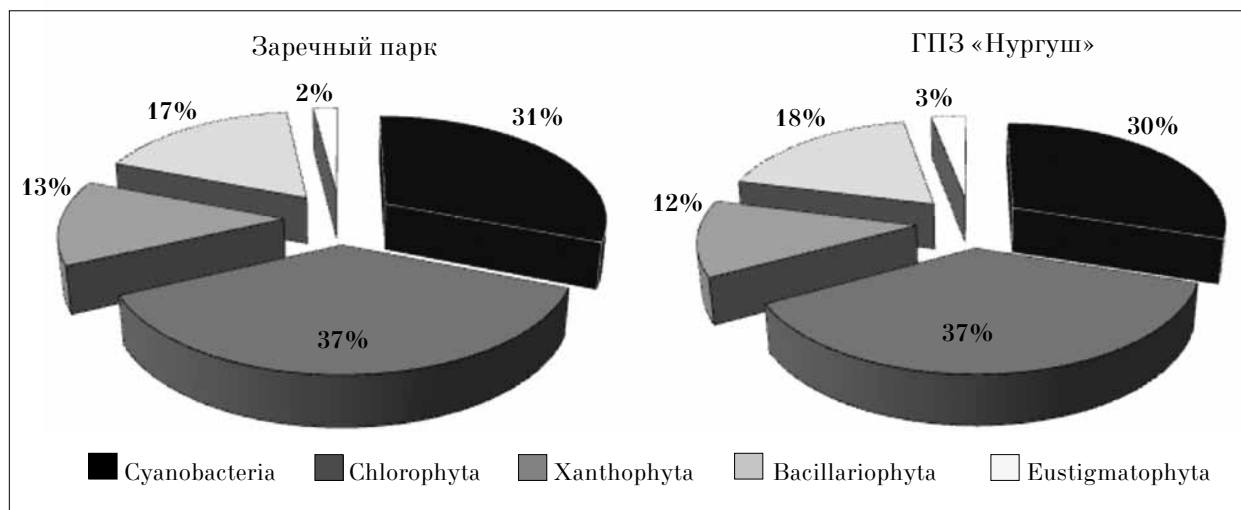


Рис. 2. Соотношение основных отделов альгофлоры биоценозов Заречного парка и ГПЗ «Нургуш»

МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННЫХ И НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Съёренсена-Чекановского составил 79,6%. Наиболее богатое видовое разнообразие отмечено для зелёных водорослей и ЦБ, что характерно для зональных почв. Альгофлора Заречного парка оказалась несколько богаче альгофлоры заповедника, на территории Заречного парка встречены виды, не отмеченные в почвах аналогичных биоценозов заповедника: *Anabaena sphaerica* f. *conoidea*, *Leptolyngbya hollerbachiana*, *Leptolyngbya nostocorum*, *Phormidium dimorphum*, *Pseudanabaena galeata*, *Schizothrix friesii*, *Chlamydomonas conferta*, *Chlamydomonas elliptica*, *Chlamydomonas isotama*, *Chlorosarcinopsis minor*, *Cylindrocapsa brebissonii* var. *brebissonii*, *Stichococcus chodatii*, *Ulothrix variabilis*, *Characiopsis minima*, *Characiopsis minor*, *Amphora* sp. Число видов, встреченных только на территории заповедника, несколько ниже: *Phormidium henningsii*, *Chlamydomonas conversa*, *Chlamydomonas incisa*, *Chlamydomonas reinhardii*, *Chlorosarcinopsis eriensis*, *Vischeria aculeata*.

Во всех биогеоценозах территорий заповедника и Заречного парка встречены виды: *Phormidium autumnale*, *Chlorella vulgaris*

var. *vulgaris*, *Hantzschia amphioxys*, *Nitzschia palea*.

Количество видов почвенных водорослей и ЦБ исследуемых биогеоценозов представлено в таблице 3.

Доминирующие виды альгофлоры заповедника и Заречного парка приведены в таблице 4.

В почвах луговых биогеоценозов заповедника и разнотравно-злакового луга Заречного парка города по видовому разнообразию и численности преобладали зелёные водоросли. Влияние рекреационной нагрузки проявилось на злаково-разнотравном лугу Заречного парка, где видовое разнообразие и численность клеток ЦБ была выше (рис. 3), что связано с частичным вытаптыванием высших растений и улучшением светового режима для микрофототрофов.

В липовом и осиновом фитоценозах заповедника и Заречного парка по видовому разнообразию в летний период преобладали зелёные водоросли, осенью доминирующие позиции занимали ЦБ. В сосновых фитоценозах как в летний, так и в осенний периоды

Таблица 2

Таксономический список водорослей и ЦБ ГПЗ «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова

Отдел	Число таксонов							
	порядки		семейства		роды		виды	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Cyanobacteria	2	2	10	9	12	11	28	32
Chlorophyta	9	9	14	15	19	20	34	38
Xanthophyta	3	3	6	6	6	7	11	13
Eustigmatophyta	1	1	1	1	2	2	3	2
Bacillariophyta	3	4	4	5	6	7	17	18
Всего	18	19	35	36	45	47	93	103

Примечание: 1 – ГПЗ «Нургуш»; 2 – Заречный парк.

Таблица 3

Число видов альгофлоры в сходных биогеоценозах ГПЗ «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова

Тип фитоценоза	Cyanobacteria		Chlorophyta		Bacillariophyta		Xanthophyta		Eustigmatophyta		Всего видов	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Разнотравно-злаковый луг	22	17	19	23	13	13	6	7	2	1	62	61
Злаково-разнотравный луг	21	22	20	22	9	11	8	7	2	-	60	62
Липовый лес	18	20	15	25	11	12	5	8	2	2	51	67
Осиновый лес	17	17	19	23	11	12	8	9	1	2	56	63
Сосновый лес	12	15	26	26	9	11	6	7	1	1	54	60
Ивовые заросли	25	25	13	16	12	12	4	7	1	1	55	61

Примечание: 1 – ГПЗ «Нургуш»; 2 – Заречный парк.

Таблица 4

Состав доминирующих видов альгофлоры биогеоценозов ГПЗ «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова

Тип фитоценоза	ГПЗ «Нургуш»	Заречный парк
Летний период		
Разнотравно-злаковый луг	<i>Klebsormidium nitens</i> , <i>Stichococcus bacillaris</i> , <i>Chlorococcum</i> sp., <i>Phormidium autumnale</i> , <i>Xanthonema exile</i>	<i>Klebsormidium flaccidum</i> , <i>Follicularia paradoxalis</i> , <i>Tetracystis aggregata</i> , <i>Leptolyngbya frigida</i> , <i>Phormidium corium</i> , <i>Xanthonema exile</i> , <i>Pleurochloris lobata</i>
Злаково-разнотравный луг	<i>Klebsormidium flaccidum</i> , <i>Pseudococcomyxa simplex</i> , <i>Stichococcus bacillaris</i> , <i>Leptolyngbya frigida</i> , <i>Tribonema minus</i>	<i>Plectonema boryanum</i> , <i>Phormidium autumnale</i> , <i>Tolypothrix tenuis</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , <i>Stichococcus chodatii</i>
Липовый лес	<i>Gongrosira debaryana</i> , <i>Stichococcus minor</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Xanthonema exile</i>	<i>Klebsormidium flaccidum</i> , <i>Gongrosira debaryana</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Phormidium molle</i> , <i>Botrydiopsis arhiza</i> , <i>Nitzschia palea</i>
Осиновый лес	<i>Klebsormidium nitens</i> , <i>Klebsormidium rivulare</i> , <i>Phormidium molle</i> , <i>Leptolyngbya angustissima</i> , <i>Xanthonema exile</i> , <i>Navicula pelliculosa</i>	<i>Klebsormidium nitens</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> , <i>Phormidium boryanum</i> , <i>Leptolyngbya hollerbachiana</i> , <i>Pleurochloris pyrenoidosa</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i>
Сосновый лес	Виды рода <i>Chlamydomonas</i> , <i>Klebsormidium nitens</i> , <i>Stichococcus bacillaris</i> , <i>Tribonema minus</i>	Виды рода <i>Chlamydomonas</i> , <i>Gongrosira debaryana</i> , <i>Pseudococcomyxa simplex</i> , <i>Bumilleria klebsiana</i>
Ивовые заросли	Виды рода <i>Phormidium</i>	Виды рода <i>Phormidium</i>
Осенний период		
Разнотравно-злаковый луг	<i>Phormidium autumnale</i> , <i>Phormidium breve</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Luticola mutica</i>	<i>Phormidium molle</i> , <i>Leptolyngbya frigida</i> , <i>Nitzschia palea</i>
Злаково-разнотравный луг	<i>Phormidium breve</i> , <i>Phormidium formosum</i> , <i>Phormidium uncinatum</i> , <i>Luticola mutica</i> , <i>Nitzschia palea</i>	<i>Microcoleus vaginatus</i> , <i>Phormidium formosum</i> , <i>Nostoc punctiforme</i> , <i>Navicula pelliculosa</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i>
Липовый лес	<i>Microcoleus vaginatus</i> , <i>Nostoc paludosum</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Nitzschia palea</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Luticola mutica</i>	<i>Phormidium molle</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Nostoc paludosum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Nitzschia palea</i>
Осиновый лес	<i>Plectonema</i> sp., <i>Leptolyngbya angustissima</i> , <i>Nitzschia palea</i> , <i>Navicula pelliculosa</i>	<i>Phormidium autumnale</i> , <i>Phormidium molle</i> , <i>Oscillatoria limosa</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Luticola mutica</i>
Сосновый лес	Виды рода <i>Chlamydomonas</i> , <i>Phormidium autumnale</i> , <i>Phormidium formosum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i>	Виды рода <i>Chlamydomonas</i> , <i>Leptolyngbya frigida</i> , <i>Navicula pelliculosa</i> , <i>Nitzschia palea</i>
Ивовые заросли	Виды рода <i>Phormidium</i> , <i>Leptolyngbya</i> , <i>Nitzschia palea</i>	Виды рода <i>Phormidium</i> , <i>Leptolyngbya</i> , <i>Nitzschia palea</i>

преобладали зелёные водоросли, слабое развитие ЦБ наблюдалось осенью. Ивовые фитоценозы отличались самым высоким видовым разнообразием ЦБ как в летний, так и в осенний периоды.

Динамика численности почвенных водорослей и ЦБ аналогичных биогеоценозов заповедной территории и Заречного парка представлена на рисунке 3. Максимальное

число клеток альгофлоры в луговых фитоценозах Заречного парка (209–220 тыс. кл./г абс. сух. почвы) и заповедника «Нургуш» (174–197 тыс. кл./г абс. сух. почвы) приходилось на август.

Показатели численности клеток водорослей и ЦБ лесных фитоценозов ниже по сравнению с луговыми. Максимальное количество клеток приходилось на сентябрь (рис. 3). Ивовые

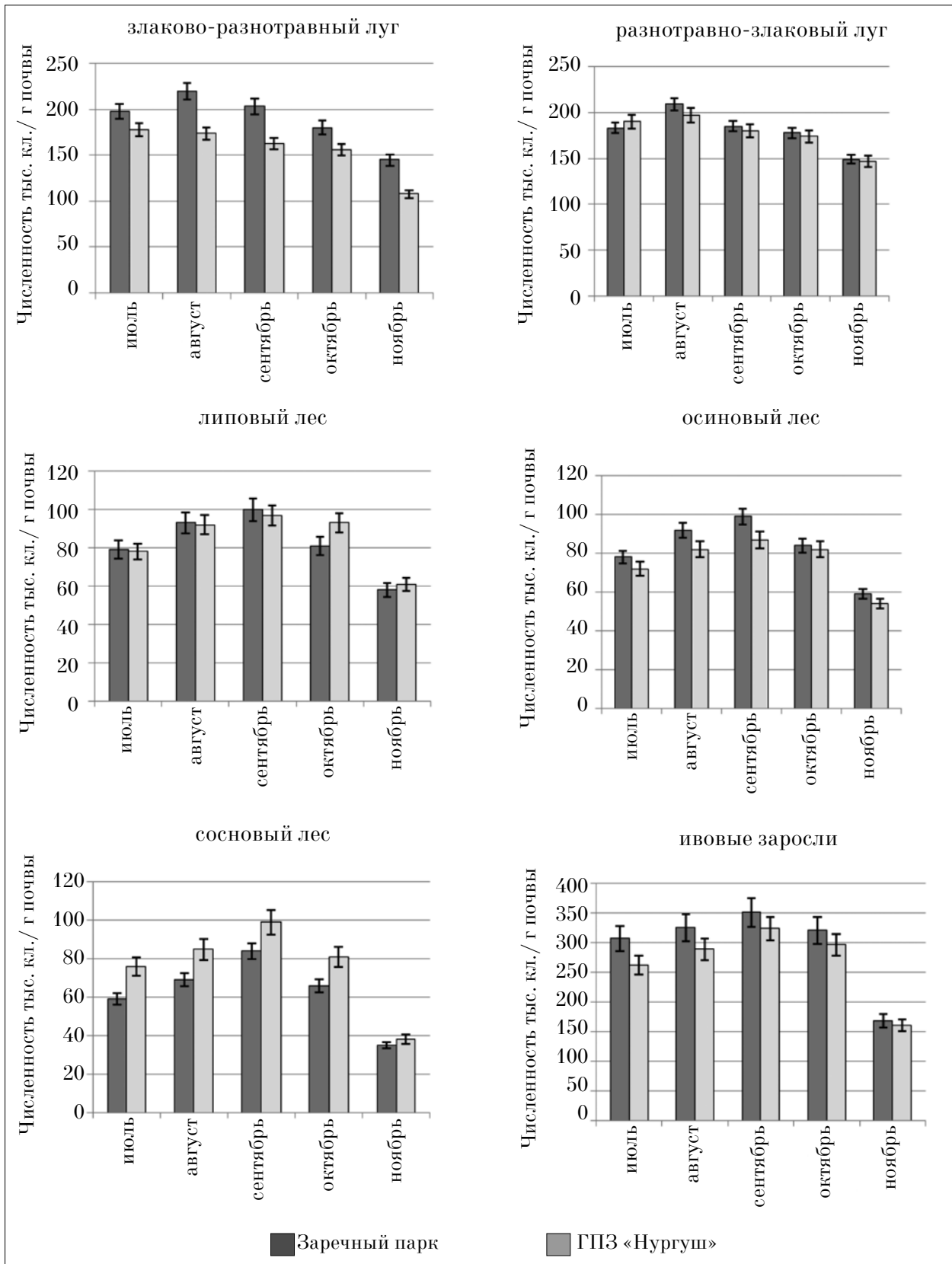


Рис. 3. Сезонная динамика почвенных водорослей и ЦБ биogeоценозов ГПЗ «Нургуш» и Заречного парка г. Кирова

фитоценозы отличались самыми высокими количественными показателями клеток. Преобладали ЦБ, пик численности приходился на сентябрь и составлял $282,8 \pm 7,1$ тыс. кл./г почвы на территории Заречного парка и $324,8 \pm 14,8$ тыс. кл./г почвы на территории заповедника.

Выводы

1. Альгофлора пойменных биогеоценозов реки Вятки фоновой и антропогенной территории сохраняет высокое сходство, коэффициент флористической связи Стьернсена-Чекановского составил 79,6%. На период исследования антропогенная нагрузка на пойменные биогеоценозы Заречного парка г. Кирова не оказывает негативного влияния на альгофлору.

2. В почвах фоновых луговых биоценозов в летний период по видовому разнообразию и численности доминируют зелёные водоросли, осенью – диатомовые и ЦБ. Рекреационная нагрузка на луговые фитоценозы Заречного парка г. Кирова проявилась в доминировании ЦБ как в летний, так и в осенний периоды года.

3. Динамика численности почвенных водорослей и ЦБ аналогичных биоценозов заповедника и Заречного парка различалась незначительно. Максимальное число клеток водорослей и ЦБ в луговых фитоценозах Заречного парка (209–220 тыс. кл./г абс. сух. почвы) и заповедника (174–197 тыс. кл./г) приходилось на август. Ивовые биогеоценозы отличались самыми высокими количественными показателями микрофототрофов. Доминировали ЦБ, пик их численности приходился на сентябрь и составил $282,8 \pm 7,1$ (Заречный парк) и $324,8 \pm 14,8$ тыс. кл./г (заповедник).

Работа выполнена в рамках проекта № 863 «Особенности функционирования живых систем в условиях действия специфических поллютантов на примере фосфорсодержащих соединений», включенной в государственное задание ВятГУ на 2016 г.

Литература

1. Кабилов Р.Р. Почвенные водоросли техногенных ландшафтов: Авт. ... докт. биол. наук. СПб, 1991. 36 с.
 2. Кабилов Р.Р. Альготестирование и альгоиндикация. Уфа. 1995. 125 с.
 3. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.
 4. Штина Э.А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 4. С. 44–453.

5. Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. 1998. № 12. С. 1449–1461.

6. Кондакова Л.В., Висич В.А. Флора почвенных водорослей г. Кирова // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. Киров. 2010. С. 177–182.

7. Дубовик И.Е., Климина И.П. Эпифитные водоросли в городских экосистемах Предуралья // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. Киров. 2010. С. 107–111.

8. Домрачева Л.И., Кондакова Л.В. «Цветение» почвы: специфика в агро- и урбозекосистемах // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. Киров. 2010. С. 99–107.

9. Зыкова Ю.Н. Анализ «цветения» городских почв (на примере города Кирова) // Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения профессора Эмилии Адриановны Штиной. Киров. 2015. С. 139–144.

10. Архивный мультимедийный проект «Экскурсия по городу Кирову» [Электронный ресурс]. URL: <http://parki.gaspiko.ru/parki.html>

11. Прокашев А.М., Матушкин С.Л., Мокрушин А.С. и др. Особенности истории Вятской поймы в районе Заречного парка // Экология родного края: проблемы и пути решения: Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Книга 1. (28–29 апреля 2016 г.). Киров; Изд-во ООО «Ра-дуга-ПРЕСС», 2016. С. 58–62.

12. Тарасова Е.М., Кондрухова С.В., Целищева Л.Г. Государственный природный заповедник «Нургуш» // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 90–98.

13. Кондакова Л.В., Пирогова О.С. Почвенные водоросли и цианобактерии Государственного природного заповедника «Нургуш» // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 3. С. 94–101.

14. Пирогова О.С., Кондакова Л.В. Динамика альгосинузидной пойменных биогеоценозов Государственного природного заповедника «Нургуш» // Теоретическая и прикладная экология. 2016. № 1. С. 33–37.

15. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. Л., 1969. 228 с.

16. Домрачева Л.И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар. 2005. 336 с.

17. ГОСТ 26483-85 – ГОСТ 26490-85. Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1985. 6 с.

18. ПНД Ф 19.1:2.2:3.67-10. Методика измерений массовой доли азота нитратов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом с салициловой кислотой. М., 2010. 14 с.

19. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1985. 6 с.

20. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Издательство стандартов, 1992. 8 с.

21. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартинформ, 2013. 6 с.

References

1. Kabirov R.R. Soil algae of technogenic landscapes: Avt. ... doct. biol. nauk. SPb, 1991. 36 p. (in Russian).

2. Kabirov R.R. Algotesting and algoindication. Ufa. 1995. 125 p. (in Russian).

3. Shtina E.A., Gollerbakh M.M. Ecology of soil algae. M.: Nauka, 1976. 143 p. (in Russian).

4. Shtina E.A. Soil algae as ecological indicators // Botan. zhurn. 1990. T. 75. № 4. P. 441–453 (in Russian).

5. Shtina E.A., Zenova G.M., Manucharova N.A. Algological soil monitoring // Pochvovedeniye. 1998. № 12. P. 1449–1461 (in Russian).

6. Kondakova L.V., Visich V.A. Soil algoflora of Kirov City // Vodorosli i tsianobakterii v prirodnykh i selskokhozyaystvennykh ekosistemakh: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora Emilii Adrianovny Shtinoy. Kirov. 2010. P. 177–182 (in Russian).

7. Dubovik I.E., Klimina I.P. Epiphytic algae in urban ecosystems of the western piedmont of the Ural Mountains // Vodorosli i tsianobakterii v prirodnykh i selskokhozyaystvennykh ekosistemakh: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora Emilii Adrianovny Shtinoy. Kirov. 2010. P. 107–111 (in Russian).

8. Domracheva L.I., Kondakova L.V. Soil «Bloom-ing»: specificity in agro and urban ecosystems // Vodorosli i tsianobakterii v prirodnykh i selskokhozyaystvennykh ekosistemakh: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu

so dnya rozhdeniya professora Emilii Adrianovny Shtinoy. Kirov. 2010. P. 99–107 (in Russian).

9. Zykova Yu.N. Analysis of «bloom-ing» of urban soils (by the example of Kirov) // Vodorosli i tsianobakterii v prirodnykh i selskokhozyaystvennykh ekosistemakh: Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 105-letiyu so dnya rozhdeniya professora Emilii Adrianovny Shtinoy. Kirov. 2015. P. 139–144 (in Russian).

10. Archival multimedia project «Excursion in Kirov City» [Electronic resource] <http://parki.gaspiko.ru/parki.html> (in Russian).

11. Prokashev A.M., Matushkin S.L., Mokrushin A.S. et al. Historical peculiarities of the Vyatskaya bottomland in the vicinity of Zarechnyy park // Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti resheniya: Sb. materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarod-nymuchastiyem. Kniga 1. (28–29 aprelya 2016). Kirov: Izd-vo OOO «Raduga-PRESS», 2016. P. 58–62 (in Russian).

12. Tarasova Ye.M., Kondrakhova S.V., Tselishcheva L.G. State natural reserve «Nurgush» // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2009. № 3. P. 90–98 (in Russian).

13. Kondakova L.V., Pirogova O.S. Soil algae and cyanobacteria of the state natural reserve «Nurgush» // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2014. № 3. P. 94–101 (in Russian).

14. Pirogova O.S., Kondakova L.V. Dynamics of algosynusia of bottomland biogeocoenoses of the state natural reserve «Nurgush» // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2016. № 1. P. 33–37 (in Russian).

15. Gollerbakh M.M., Shtina E.A. Soil algae. L., 1969. 228 p. (in Russian).

16. Domracheva L.I. Soil «bloom-ing» and the laws of its development. Syktyvkar. 2005. 336 p. (in Russian).

17. ГОСТ 26483-85–ГОСТ 26490-85. Soils. Determining pHsolt extract, reverse acidity, exchange cations, amount of nitrates, exchangeable ammonium, and sulfur mobility with the help of TsINA methods. M.: Izdatelstvo standartov, 1985. 6 p. (in Russian).

18. ПНД Ф 19.1:2.2:3.67-10. Methods of assessing the mass fraction of nitrate nitrogen in samples of soil, rocky soils, sediments, silt, industrial and consumption waste with the help of photometric method using salicylic acid. M., 2010. 14 p. (in Russian).

19. ГОСТ 26489-85. Soils. Determining the amount of exchangeable ammonium with TsINA method. M.: Izdatelstvo standartov, 1985. 6 p. (in Russian).

20. ГОСТ 26213-91. Soils. Methods of determining organic matter. M.: Izd-vo standartov, 1992. 8 p. (in Russian).

21. ГОСТ Р 54650-2011. Soils. Determining dynamic connections of phosphorus and potassium with the use of the modification TsINA method by Kirsanov. M.: Standartinform, 2013. 6 p. (in Russian).