

11. Федорченко В. Топливо-энергетический комплекс в российской народно-хозяйственной системе, электрические станции. М.: Энергоиздат, 1990. 263 с.

12. Прошина А. Н., Журавлёва Е. С., Скугорева С. Г. Ионный состав воды поверхностных водных объектов в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодёжи. Киров: ООО «Лобань». 2011. С. 97–99.

13. Дружинин Г.В., Лемешко А.П., Нечаев В.А., Хитрин С.В. Отчёт по результатам комплексной оценки влияния хозяйственной деятельности ОАО КЧХК и прилегающей к нему площади водосбора на режим формирования качества и количества стоков. Киров: ООО «Геосервис», 2006. 146 с.

14. Экологическая экспертиза влияния отходов производства химкомбината и золоотвалов ТЭЦ-3

г. Кирово-Чепецка на геологическую среду (отчёт). Союз общественных экологических фондов России, фирма «Геотехнология». Исполн. А. В. Албегова и др. М. 1993. 80 с.

15. Отчёт о научно-исследовательской работе в рамках конкурсного проекта ВятГГУ «Комплексный мониторинг окружающей среды территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината». Киров. 2009. 106 с.

*Работа выполнена в рамках внутреннего гранта Вятского государственного гуманитарного университета для поддержки научно-исследовательских лабораторий №Н-01-10 и гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных-кандидатов наук № МК-7588.2010.5.*

УДК 631.46:576.809.51

### Сравнительный анализ альгофлоры почв экологически опасных объектов на территории Кировской области

© 2011. Л. В. Кондакова, к.б.н., зав. кафедрой,  
Вятский государственный гуманитарный университет,  
e-mail: kaf\_eco@vshu.kirov.ru

Проведён сравнительный анализ альгофлоры почв, отобранных на территории Государственного природного заповедника «Нургуш» и экологически опасных объектов Кировской области: объекта хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО), Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК), Кильмезского ядомогильника и на территории г. Кирова. Выявлено существенное изменение структуры сообществ водорослей в зонах влияния КЧХК, Кильмезского ядомогильника и в г. Кирова.

A comparative analysis has been carried out of the algaeflora of soils sampled in the state nature reserve «Nurgush» and at environmentally hazardous plants of Kirov region: the object storage and decommission of chemical weapon (PS-DCW), the Kirov-Chepetsk Chemical Plant (KCCP), Kilmezskii poison repository and on the territory of Kirov City. A significant change in community structure of algae was revealed in the zones of influence of the KCCP, Kilmezskii poison repository and Kirov City.

Ключевые слова: почва, загрязнение, альгофлора, доминантные и специфические виды, жизненные формы

Key words: soil, pollution, algaeflora, dominant and specific species, life forms

Почва – сложнейшая система, одним из основных функциональных компонентов которой являются населяющие её живые организмы, главные участники круговорота веществ и самоочищения почв. При техногенном загрязнении почвенная биота выполняет важную функцию детоксикации различных соединений. По структуре микробного ценоза почв, особенно по видовому составу, можно

судить об экологическом состоянии экосистем. Почвенные водоросли – обязательный компонент почвенных биоценозов. В природных и антропогенных экосистемах водоросли образуют группировки, отражающие свойства почвы, наличие загрязнения. Разные виды водорослей, иногда очень близкие по систематическому положению, обладают различной устойчивостью к токсическому фактору. Наличие

в среде токсических веществ приводит к подавлению наиболее чувствительных форм и росту наиболее устойчивых к ним видов. Это может служить причиной структурных изменений сообществ [1].

Возможность использования водорослей для оценки экологического состояния экосистем широко применяется в современных исследованиях. Выделяют [2] три основных направления возможного использования водорослей для биодиагностики почв:

- выявление группировок водорослей разных типов почв;
- выявление видов-индикаторов;
- использование отдельных видов водорослей в качестве тест-объектов.

Основные ответные реакции альгофлоры на резкие изменения почвенных условий проявляются в угнетении и выпадении некоторых группировок водорослей, полной замене одних группировок другими или полном исчезновении водорослей [3].

Цель исследования: выявить реакцию почвенных водорослей на воздействие техногенных факторов на территории экологически опасных объектов Кировской области.

### Объекты и методы

Работа выполнена с образцами почв, отобранными в Государственном природном заповеднике «Нургуш» (фоновая территория), в фитоценозах, расположенных вблизи объекта по хранению и уничтожению химического оружия, в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината, в районе Кильмезского ядомогильника и на территории г. Кирова (рис. 1). Комплексные экологические исследования на данных объектах проводятся лабораторией биомониторинга ВятГГУ и Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Проведённое исследование является частью этих работ.

Государственный природный заповедник (ГПЗ) «Нургуш» располагается в центральной части Кировской области на юго-востоке Котельничского района. Территория заповедника представляет собой пойменные террасы, сформированные аллювиальными отложениями. Изучалась альгофлора почв с участков пойменного разнотравно-злакового луга (аллювиальная дерновая среднесуглинистая почва), суходольного разнотравно-злакового луга (почва дерново-подзолистая, легкосуглинистая), лесных фитоценозов: дубового леса (почва аллювиальная дерновая тяжелосуглинистая), липового леса (почва аллювиальная

дерновая глинистая), вязово-липового леса (почва аллювиальная дерновая глинистая) и соснового леса (почва среднеподзолистая песчаная).

Объект хранения и уничтожения химического оружия (ОХУХО) расположен на территории Оричевского района, находится между долиной реки Вятки и Средневятской водно-ледниковой равниной. Объект «Марядковский» существует с 1943 г., в сентябре 2006 г. на территории объекта начал функционировать завод по уничтожению запасов отравляющих веществ. Почвы в районе исследования преимущественно подзолистые и дерново-подзолистые, неустойчивые и малостойчивые к загрязнению. Местность относится к природно-подтопляемым территориям с высокой заболоченностью, грунтовые воды подходят близко к поверхности. В окрестностях объекта почвенный покров сильно нарушен, почвы загрязнены [4]. Нами изучалась альгофлора почв лесных и луговых фитоценозов.

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК) является одним из крупнейших промышленных предприятий Кировской области и одним из источников химического загрязнения окружающей среды. Комбинат объединяет предприятия: ООО «Завод минеральных удобрений» (ЗМУ) и ООО «Завод полимеров» (ЗП). КЧХК располагается в долине реки Вятки, в 20–25 км выше по течению от хозяйственно-питьевого водозабора г. Кирова.

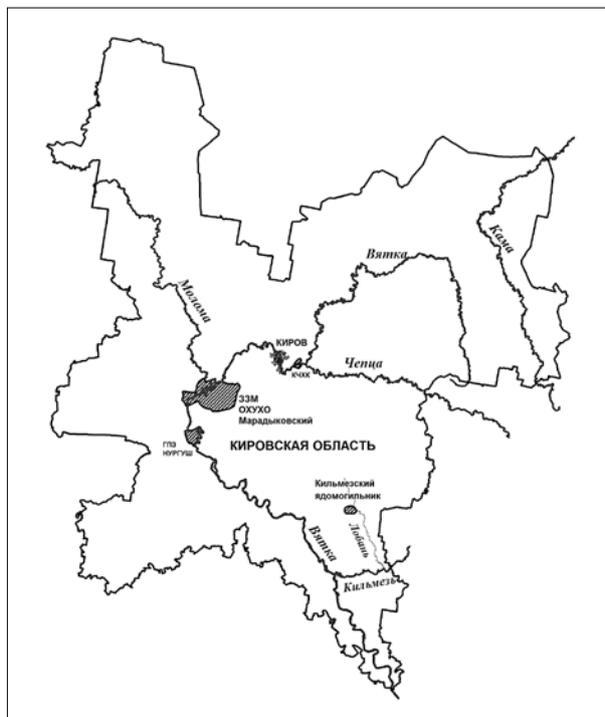


Рис. 1. Участки исследования альгофлоры на территории Кировской области

На ЗМУ производят аммиак, на его основе – азотную кислоту, аммиачную селитру и сложные удобрения. ЗП выпускает фторопласты, фторкаучуки, фторопластовые суспензии и смазки. До 1992 г. на предприятии производили тетра- и гексафторид урана. Выбросы данных предприятий, стоки, сбрасываемые в р. Елховка, твёрдые и жидкие отходы являются источниками загрязнения окружающей среды. Почвенные образцы для анализа альгофлоры отбирались по берегам р. Елховка и пойменных озёр. Почвы аллювиальные дерновые и аллювиальные болотные, многие из них нарушены. Почти все почвы загрязнены тяжёлыми металлами (свинец, цинк, кадмий, никель), степень загрязнения считается допустимой. Локально проявляется радиационное загрязнение почв [5].

*Кильмезский ядомогильник* является объектом захоронения пришедших в негодность и запрещённых к применению ядохимикатов сельскохозяйственного назначения общей массой около 590 т, из них 52 т – пестициды 1 и 2 классов опасности. Объект находится на землях Немского лесхоза в административных границах Кильмезского района. Ядомогильник оказывает негативное влияние на окружающую среду. Почвы аллювиальные, перегнойно-глеевые и подзолистые песчаные [6].

*Город Киров* относится к разряду крупных населённых пунктов, в котором проживает третья часть населения области и сконцентрирована основная промышленность региона. Город расположен на левом берегу реки Вятки. К основным экологическим проблемам г. Кирова следует отнести загрязнение атмосферного воздуха от автотранспорта и стационарных источников, загрязнение грунтовых вод, почв [7]. Объектом исследования являлись почвы придорожных газонов главных транспортных магистралей, районов размещения промышленных предприятий, селитебной зоны, городских парков.

Альгоиндикация почв проводилась с использованием методов определения видового состава с последующим анализом флоры [8]. Состав водорослей определяли методом чашечных культур со стёклами обрастания и микроскопированием свежевзятой почвы. При характеристике сообществ водорослей основывались на критериях, выделенных Э. А. Штиной и М. М. Голлербахом [8] для анализа альгофлоры: видовой состав, доминирующие виды и группы видов, специфические виды или их группы, спектр жизненных форм водорос-

лей. Почвенные образцы отбирались с глубины 0–5 и 0–1 см. Культуры просматривались многократно за период их развития. Для сравнения сходства и различия альгофлоры объектов использовали флористические коэффициенты Жаккара, Сьеренсена-Чекановского, Голлербаха [9, 10].

### Результаты и обсуждение

В изученных почвах ГПЗ «Нургуш» выявлено 99 видов почвенных водорослей. Альгофлора луговых фитоценозов заповедника представлена 83 видами. Наиболее богата в видовом отношении альгофлора пойменного разнотравно-злакового луга (табл. 1). По числу видов преобладают зелёные и жёлтозелёные водоросли. Согласно литературным данным, в экотопах с сомкнутым растительным покровом преобладают зелёные и жёлтозелёные водоросли [2]. Доминантами сообществ являлись: *Nostoc punctiforme*, *Phormidium autumnale*, *Chlamydomonas gloeogama*, *Pleurochloris pyrenoidosa*, *P. commutata*, *Monodus subglobosa*, *Eustigmatos magnus*, *Botrydiopsis eriensis*, *Hantzschia amphioxys* (рис. 2., см. цветную вкладку). Видовое разнообразие водорослей суходольного луга ниже – 55 видов. В данном сообществе доминирующие позиции в видовом отношении занимают зелёные и синезелёные водоросли. Доминантами сообществ являлись: *Nostoc linckia*, *Phormidium autumnale*, *Ph. formosum*, *Eustigmatos magnus*, *Pleurochloris pyrenoidosa*, виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Klebsormidium flaccidum*.

В лесных фитоценозах заповедника и охранный зоне выявлено 63 вида водорослей (табл. 1). Преобладают зелёные и жёлтозелёные водоросли: виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Bracteacoccus minor*, *Klebsormidium flaccidum*, *Eustigmatos magnus*, *Pleurochloris lobata*, *Xanthonema exile*.

Процентное соотношение основных отделов почвенных водорослей заповедника близко к процентному соотношению альгофлоры почв Кировской области по сводным данным Э. А. Штиной [11] (табл. 2, рис. 1). В почвах заповедника отмечен более высокий процент жёлтозелёных водорослей.

Флористический анализ почв района ОХУХО выявил 125 видов водорослей и цианобактерий. По сравнению с альгофлорой заповедника в почвах с территории объекта выше процент синезелёных водорослей и ниже процент жёлтозелёных (табл. 2, рис. 3). Согласно

Таблица 1

Видовой состав водорослей под луговыми и лесными фитоценозами ГПЗ «Нургуш»  
(1 – число видов; 2 – процент)

Фитоценозы	Число видов водорослей											
	<i>Cyano-phyta</i>		<i>Bacilla-riophyta</i>		<i>Xantho-phyta</i>		<i>Eustig-matophyta</i>		<i>Chloro-phyta</i>		Всего	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Пойменный разнотравно-злаковый луг	13	18,6	6	8,6	15	21,4	4	5,7	32	45,7	70	100
Суходольный разнотравно-злаковый луг	17	30,9	4	7,3	6	10,9	4	7,3	24	43,6	55	100
Всего в луговых фитоценозах	22	26,5	6	7,2	18	21,7	4	4,8	33	39,8	83	100
Сосновый лес	7	18,6	2	5,3	5	13,2	1	2,6	23	60,5	38	100
Дубовый лес	7	18,9	1	2,7	9	24,3	2	5,4	18	48,7	37	100
Липовый лес	1	4,2	1	4,2	8	33,3	1	4,2	13	54,2	24	100
Вязово-липовый лес	12	37,5	2	6,3	3	9,4	1	3,1	14	43,7	32	100
Всего в лесных фитоценозах	16	25,0	3	4,7	13	20,6	2	3,2	29	46,3	63	100

Таблица 2

Состав водорослей в почвах фоновой территории и экологически опасных объектов Кировской области  
(1 – число видов, 2 – процент)

Объект	<i>Cyanophyta</i>		<i>Chlorophyta</i>		<i>Xanthophyta</i> и <i>Eustigmatophyta</i>		<i>Bacillario-phyta</i>		ВСЕГО ВИДОВ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Сводные данные по Кировской обл. [11]	166	27,7	239	39,9	122	20,4	66	11,0	599*	100
ГПЗ «Нургуш»	27	27,3	42	42,4	24	24,2	6	6,1	99	100
ОХУХО	40	32,0	52	41,6	22	17,6	10	8,0	125*	100
КЧХК	18	20,0	44	48,9	16	17,8	12	13,3	90	100
Кильмезский ядомогильник	7	12,7	35	63,6	10	18,2	3	5,4	55	100
Г. Киров	46	44,2	37	35,6	9	8,6	11	10,6	104*	100

Примечание: \* – встретились представители других отделов.

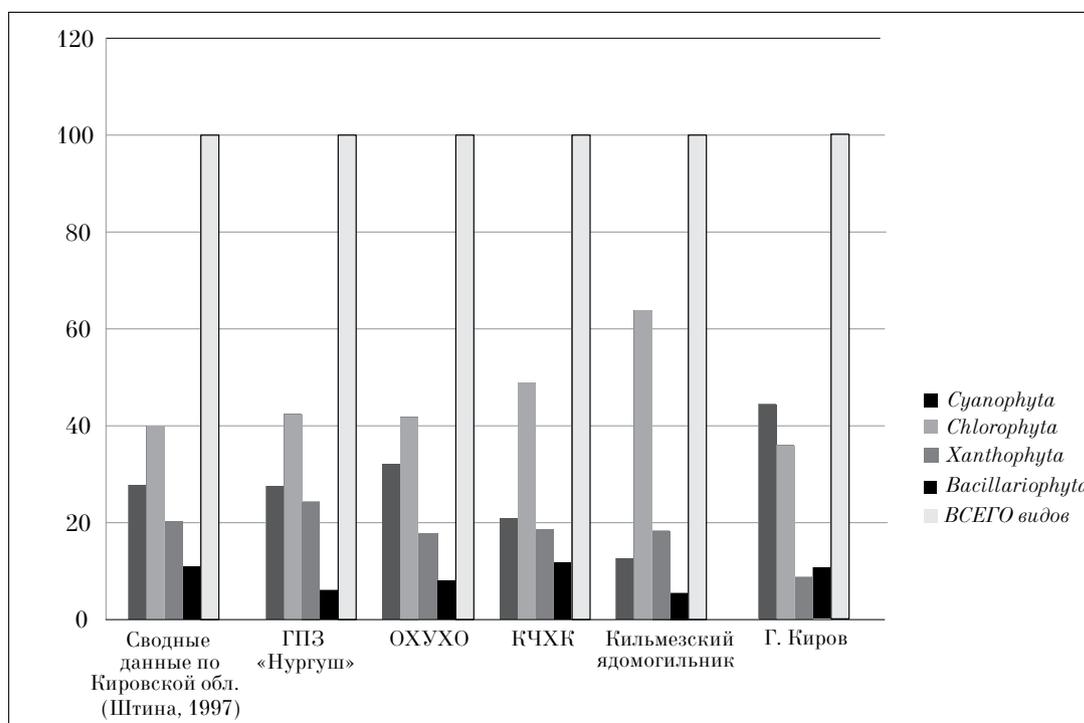


Рис. 3. Состав водорослей в почвах фоновой территории и экологически опасных объектов Кировской области (%)

нашим наблюдениям и литературным данным, в почвах, испытывающих антропогенную нагрузку, перестройка состава альгофлоры происходит в сторону увеличения разнообразия цианобактерий и уменьшения разнообразия жёлтозелёных водорослей. В лесных фитоценозах объекта выявлен 71 вид водорослей. Отмечено преобладание зелёных водорослей (представителей родов *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Coccomyxa*, *Stichococcus*, *Klebsormidium*) и жёлтозелёных (виды родов *Botrydiopsis*, *Characiopsis*, *Eustigmatos*). В почвах луговых фитоценозов отмечено 120 видов водорослей, преобладают зелёные водоросли (39,2%) и цианобактерии (30,8%), жёлтозелёные водоросли составляют 19,2% (табл. 2). Соотношение основных отделов почвенных водорослей лесных фитоценозов объекта ОХУХО и заповедника почти совпадает (табл. 3). Различия проявляются на видовом уровне. По сравнению с альгофлорой луговых фитоценозов заповедника флора луговых фитоценозов ОХУХО в 1,7 раза богаче представителями *Cyanophyta* и в 2 раза *Bacillariophyta* (табл. 3).

В почвах района КЧХК, представленных пойменными луговыми фитоценозами, выявлено 90 видов (табл. 2, рис. 3). Наибольшее видовое разнообразие образуют зелёные водоросли: виды родов *Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella vulgaris*, *Bracteacoccus minor*, *Coccomyxa confluens*. Из десмидиевых водорослей, показателей избыточно увлажнённых почв, встречаются *Closterium pusillum*, *Penium borgeanum*, *Cosmarium cucurbita*. Диатомовые водоросли при незначительном видовом разнообразии представлены широко распространёнными в почвах видами: *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis*, *Nitzschia palea*, *Luticola mutica*, *Navicula pelliculosa*, *Stauroneis anceps*. Жёлтозелёные водоросли составляют 17,8% видового разнообразия. Это представители родов *Eustigmatos*, *Peurochloris*, *Botrydiopsis*, *Chlorocloster*, *Heterococcus*. В почвах района КЧХК *Cyanophyta* представлены в основном безгетероцистными нитчатыми формами. Это представители родов *Phormidium*, *Leptolyngbya*. По сравнению с альгофлорой ГПЗ «Нургуш» структура группировок почвенных водорослей района КЧХК изменяется в сторону увеличения процентного соотношения зелёных водорослей и уменьшения синезелёных при почти полном отсутствии азотфиксаторов. Перегрузка почв доступным азотом влечёт за собой отсутствие в ней азотфиксирующих синезелёных водорослей [2]. Данные почвы существенно различаются по ми-

Таблица 3

Состав водорослей в почвах фитоценозов ГПЗ «Нургуш» и экологически опасных объектов Кировской области

Объект	Фитоценоз	Состав альгофлоры
ГПЗ «Нургуш»	Лес	C <sub>15</sub> Z <sub>30</sub> Ж <sub>15</sub> Д <sub>3</sub>
	Луг	C <sub>22</sub> Z <sub>33</sub> Ж <sub>22</sub> Д <sub>6</sub>
	Всего	C <sub>27</sub> Z <sub>42</sub> Ж <sub>24</sub> Д <sub>6</sub>
ОХУХО	Лес	C <sub>16</sub> Z <sub>32</sub> Ж <sub>15</sub> Д <sub>8</sub>
	Луг	C <sub>37</sub> Z <sub>47</sub> Ж <sub>23</sub> Д <sub>12</sub> Др <sub>1</sub>
	Всего	C <sub>41</sub> Z <sub>53</sub> Ж <sub>23</sub> Д <sub>12</sub> Др <sub>1</sub>
КЧХК	Луг	C <sub>18</sub> Z <sub>42</sub> Ж <sub>16</sub> Д <sub>10</sub>
Кильмезский ядомогильник	Всего	C <sub>7</sub> Z <sub>33</sub> Ж <sub>12</sub> Д <sub>3</sub>

C – синезелёные (цианобактерии);

Z – зелёные;

Ж – жёлтозелёные;

Д – диатомовые;

Др – другие отделы.

кробиологическим показателям [12]. Их особенностью является слабый уровень развития бактерий рода *Azotobacter* и микромицетов. Содержание грибов с окрашенным мицелием составляет более 60%.

В почвах в районе Кильмезского ядомогильника выявлено 55 видов почвенных водорослей (табл. 2, 3, рис. 3). Видовой состав альгофлоры представлен в основном зелёными водорослями (63,6 % видового разнообразия) и низким видовым разнообразием диатомей и *Cyanophyta*. В аллювиальных перегнойно-глеевых почвах выявлено 36 видов водорослей, при этом в контрольном варианте видовое разнообразие ниже, чем на участках, испытывающих воздействие ядомогильника. В подзолистых почвах отмечено 37 видов водорослей. Фоновый для подзолистой почвы вариант расположен в 5 км к востоку от захоронения, представлен основным фитоценозом (искусственные посадки) и имеет характерный для хвойного фитоценоза видовой состав. В данном варианте оказалось более низкое видовое разнообразие водорослей по сравнению с участком с нарушенной подзолистой почвой, расположенным в 50 м ниже по склону от ядомогильника. В почвах района Кильмезского ядомогильника зональная структура группировок почвенных водорослей сильно нарушена.

В почвах г. Кирова выявлено 104 вида водорослей, видовое разнообразие представлено в основном синезелёными и зелёными водорослями (табл. 2, рис. 3). Структура группировок почвенных водорослей г. Кирова

различается по экологическим зонам города. В промышленной и транспортной зонах города доминируют *Microcoleus vaginatus*, *Phormidium autumnale*, *Leptolyngbya foveolarum*, *Hantzschia amphioxys*, *Luticola mutica* var. *mutica*, *L. mutica* var. *nivalis*, *Chlamydomonas gloeogama*, *Chlorella vulgaris*. Доминирующий комплекс селитебной зоны составляют синезелёные водоросли *Phormidium autumnale*, *Ph. boryanum*, *Pseudanabaena catenata*, *Microcoleus vaginatus* и диатомовые водоросли *Navicula pelliculosa*, *Nitzschia palea*. Менее нарушена структура группировок водорослей в рекреационной зоне города.

Наши наблюдения согласуются с данными других авторов по урбанизированным экосистемам [13, 14].

Сравнение альгофлоры объектов по доминирующим видам подчёркивает специфичность их флоры и в то же время сходство благодаря наличию видов-убиквистов, распространённых во всех изучаемых почвах (табл. 4).

К специфическим видам отнесены виды, выявленные только на данных объектах (табл. 5). Часть видов, возможно, отражает специфику объектов, другие виды могут быть из категории редко встречающихся или стенобионтных.

Специфическими видами ГПЗ «Нургуш» являются редко встречающиеся виды синезелёных и жёлтозелёных водорослей. На участках ОХУХО и КЧХК в число специфических видов вошли амфибиальные и гидрофильные виды из отделов *Cyanophyta* и *Chlorophyta*. Специфическая альгофлора г. Кирова представлена синезелёными и диатомовыми водорослями, толерантными к техногенной нагрузке.

Для того чтобы оценить взаимные связи альгофлоры различных объектов, были подсчитаны флористические коэффициенты (табл. 6). Высокие значения коэффициентов Жаккара и Сьеренсена-Чекановского указывают на сходство сравниваемых флор. Следует отметить, что сравниваемые объекты, кроме Кильмезского ядомогильника, расположены в пойме реки Вятки, что предполагает исходную близость видового состава фототрофов.

Для характеристики степени различия флористического состава водорослей в изучаемых объектах подсчитан коэффициент дифференциальности [10]. Высокие значения коэффициента дифференциальности показывают существенные различия альгофлоры сравниваемых объектов, особенно Кильмезского ядомогильника (табл. 7).

Таблица 4

Доминирующие виды водорослей в почвах фитоценозов фоновой территории и экологически опасных объектов

Объект		Виды водорослей
ГПЗ «Нургуш»	Лес	<i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Chlorococcum infusionum</i> , <i>Bracteacoccus minor</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Klebsormidium flaccidum</i> , <i>Eustigmatos magnus</i> , <i>Pleurochloris lobata</i> , <i>Xanthonema exile</i>
	Луг	<i>Phormidium autumnale</i> , <i>Ph. boryanum</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Nostoc punctiforme</i> , <i>N. paludosum</i> , <i>Pleurochloris commutata</i> , <i>Botrydiopsis eriensis</i> , <i>Eustigmatos magnus</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Ch. gelatinosa</i> , <i>Ch. oblongella</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Bracteacoccus minor</i> , <i>Chlorococcum</i> sp., <i>Klebsormidium flaccidum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Luticola mutica</i>
ОХУХО	Лес	<i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Chlorococcum</i> sp., <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Coccomyxa solorinae</i>
	Луг	<i>Cylindrospermum muscicola</i> , <i>C. licheniforme</i> , <i>Nostoc muscorum</i> , <i>Phormidium formosum</i> , <i>Eustigmatos magnus</i> , <i>Botrydiopsis eriensis</i> , <i>Characiopsis minima</i> , <i>Xanthonema bristolianum</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorococcum infusionum</i> , <i>Klebsormidium flaccidum</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i>
КЧХК	Луг	<i>Bracteacoccus minor</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorococcum</i> sp., <i>Coccomyxa confluens</i> , <i>Botrydiopsis eriensis</i> , <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Nitzschia palea</i> , <i>Navicula pelliculosa</i>
Кильмезский ядомогильник	Луг	<i>Bracteacoccus minor</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlorococcum infusionum</i> , <i>Coccomyxa solorinae</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Eustigmatos magnus</i>
Город Киров		<i>Microcoleus vaginatus</i> , <i>Phormidium autumnale</i> , <i>Ph. formosum</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Nostoc paludosum</i> , <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Chlamydomonas gloeogama</i> , <i>Chlorococcum</i> sp., <i>Hantzschia amphioxys</i> , <i>Luticola mutica</i> , <i>Navicula pelliculosa</i>

Примечание: жирным шрифтом выделены виды, общие для изучаемых объектов.

Таблица 5

Специфические виды водорослей в почвах фитоценозов фоновой территории и экологически опасных объектов

Объект	Виды водорослей
ГПЗ «Нургуш»	<i>Phormidium dimorphum</i> , <i>Ph. corium</i> , <i>Synechocystis minuscula</i> , <i>Monodus subglobosa</i> , <i>M. coccomyxoides</i> , <i>Chlamydomonas platyrrhyncha</i> , <i>Ch. incisa</i> , <i>Ch. oblonga</i>
ОХУХО	<i>Calothrix gracilis</i> , <i>Nostoc commune</i> , <i>Oscillatoria animalis</i> , <i>O. subtilissima</i> , <i>O. limnetica</i> , <i>O. sancta</i> , <i>Plectonema boryanum</i> f. <i>hollerbachianum</i> , <i>Pleurochloris inaequalis</i> , <i>Dictyococcus pseudovarians</i> , <i>Scotiellopsis rubescens</i> , <i>Keratococcus bicaudatus</i> , <i>Klebsormidium mucosum</i> , <i>Eunotia tenella</i>
КЧХК	<i>Oscillatoria splendida</i> , <i>Chlamydomonas snowiae</i> , <i>Apodochloris polymorpha</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Tetraëdron minimum</i> , <i>Navicula cryptocephala</i> , <i>N. minima</i>
Кильмезский ядомогильник	<i>Neochloris pyrenoidosa</i> , <i>Muriella terrestris</i> , <i>Chlorogonium leiostracum</i>
Город Киров	<i>Anabaena oscillarioides</i> , <i>Nodularia harveyana</i> , <i>Phormidium animale</i> , <i>Ph. ambiguum</i> , <i>Ph. inundatum</i> , <i>Ph. retzii</i> , <i>Schizotrix friesii</i> , <i>Scytonema ocellatum</i> , <i>Trichromus variabilis</i> , <i>Luticola mutica</i> f. <i>nivalis</i> , <i>L. mutica</i> f. <i>binodis</i> , <i>L. mutica</i> f. <i>ventricosa</i>

Таблица 6

Коэффициенты Жаккара и Сьеренсена-Чекановского альгофлоры фоновой территории и экологически опасных объектов Кировской области (%)

Жаккара / Сьеренсена-Чекановского	ГПЗ «Нургуш»	ОХУХО	КЧХК	Кильмезский ядомогильник	Город Киров
Жаккара					
Сьеренсена-Чекановского					
ГПЗ «Нургуш»		50,3	56,8	32,7	55,0
ОХУХО	67,0		37,9	29,5	45,9
КЧХК	72,4	55,0		34,3	49,6
Кильмезский ядомогильник	53,2	45,5	51,1		31,4
Город Киров	70,9	62,9	66,3	47,8	

Таблица 7

Коэффициент дифференциальности альгофлоры фоновой территории и экологически опасных объектов Кировской области (%)

	ГПЗ «Нургуш»	ОХУХО	КЧХК	Кильмезский ядомогильник	Город Киров
ГПЗ «Нургуш»		49,7	43,2	63,7	45,0
ОХУХО			62,1	70,5	54,1
КЧХК				65,7	50,4
Кильмезский ядомогильник					68,6

В спектрах жизненных форм фоновой территории и изучаемых объектов преобладают виды-пациенты X-, Ch- и C-жизненных форм. Это виды теневыносливые, устойчивые к экстремальным условиям, могут образовывать обильную слизь, обитают как в толще почвы, так и на её поверхности. Представители R-жизненной формы – это нитчатые синезелёные водоросли, тяготеющие к голым участкам минеральной почвы и обладающие ксероморфной структурой (табл. 8).

**Выводы**

Альгофлора почв луговых и лесных фитоценозов ГПЗ «Нургуш» достаточно разнообразна и имеет характерный зональный тип соотношения основных отделов почвенных водорослей.

Флористический анализ почвенных водорослей района ОХУХО в сравнении с альгофлорой заповедника выявил незначительные изменения в структуре группировок водорослей: снижение видового разнообразия жёлтозелёных водорослей, чувствительных

Спектр жизненных форм почвенных водорослей  
фоновой территории и экологически опасных объектов Кировской области

Объект	Фитоценоз	Жизненная форма
ГПЗ «Нургуш»	Всего	$X_{27}C_{22}P_{17}Ch_{14}H_9B_6hydr_2M_1amph_1$
	Лес	$C_{16}Ch_{12}P_{11}X_{11}H_7B_3M_1hydr_1amph_1$
	Луг	$X_{20}Ch_{12}P_{11}C_{11}H_8B_6hydr_2$
ОХУХО	Всего	$C_{27}X_{25}P_{23}Ch_{15}hydr_{14}B_{12}H_{10}M_2amph_2$
	Лес	$C_{20}X_{15}Ch_{10}P_8B_8H_6hydr_3amph_1$
	Луг	$C_{25}P_{22}X_{22}hydr_{13}Ch_{12}B_{12}H_{10}M_2amph_2$
КЧХК	Луг	$X_{20}C_{16}Ch_{15}P_{12}B_{10}H_5amph_6hydr_6$
Кильмезский ядомогильник		$Ch_{15}C_{13}X_{10}hydr_6H_3P_3B_3$
Город Киров		$C_{28}P_{23}X_{16}Ch_{12}B_{11}H_7M_2amph_2hydr_2$

к техногенной нагрузке, и увеличение разнообразия синезелёных водорослей. В большей степени эти изменения касаются луговых фитоценозов.

В почвах района КЧХК отмечена существенная перестройка структуры группировок почвенных водорослей: разнообразие зелёных водорослей при почти полном отсутствии азотфиксаторов, что показывает на азотное загрязнение почв.

Кардинальная перестройка альгофлоры выявлена в почвах в окрестностях Кильмезского ядомогильника, где видовое разнообразие зелёных водорослей составляет 63,6% видового состава. Это в 1,5 раза выше процентного соотношения зелёных водорослей в почвах заповедника. При этом видовое разнообразие синезелёных и диатомовых водорослей в 2 раза ниже.

В урбозекосистемах фоновая структура альгогруппировок изменена. Видовое разнообразие почвенных водорослей г. Кирова представлено в основном синезелёными и зелёными водорослями.

### Литература

- Гапочка Л. Д. Об адаптации водорослей. М.: Изд-во МГУ, 1981. 79 с.
- Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. 1998. № 12. С. 1449–1461.
- Штина Э.А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботан. журн. 1990. Т. 75. № 4. С. 441–452.
- Олькова А.С., Дабах Е.В. Оценка устойчивости почв и прогноз их состояния в районе уничтожения хи-

мического оружия // Теоретическая и прикладная экология. 2010. № 1. С. 73–76.

- Дабах Е.В., Кантор Г.Я., Лемешко А.П. Состояние почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Современные проблемы загрязнения почв: Материалы III международной научной конференции. МГУ. 2010. С. 80–84.

- Домрачева Л.И., Дабах Е.В. Химико-биологический мониторинг почв (на примере Кильмезского захоронения ядохимикатов) // Современные проблемы загрязнения почв: Материалы III международной научной конференции. МГУ. 2010. С. 345–349.

- Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) / Под ред. Т.Я. Ашихминой, М.А. Зайцева. Киров: Вятка, 2001. 416 с.

- Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 143 с.

- Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во ГЛПУ, 1989. 287 с.

- Голлербах М.М. К вопросу о составе и распространении водорослей в почвах // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1936. Сер. 2. Вып. 3. С. 99–301.

- Штина Э.А. Флора водорослей бассейна реки Вятки. Киров. 1997. 96 с.

- Злобин С.С., Зыкова Ю.Н., Адамович Т.А., Скугорева С.Г., Домрачева Л.И., Дабах Е.В., Кантор Г.Я. Интенсивность развития микробных комплексов в почвах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края: проблемы и пути решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодёжи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 55–58.

- Москвич Н.П. Опыт использования водорослей при изучении санитарного состояния почв // Ботанический журнал. 1973. Т. 58. № 3. С. 412–416.

- Кабилов Р.Р., Шилова И.И. Сообщества почвенных водорослей на территории промышленных предприятий // Экология. 1994. № 6. С. 16–20.