

О. Н. Скоробогатова, М. А. Семочкина, А. С. Москалева

ВОДОРΟΣЛИ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОВОГО ФАКЕЛА (ХМАО–ЮГРА)

O. N. Skorobogatova, M. A. Semochkina, A. S. Moskalyova

IMPACT OF GAS FLARING ON ALGAE IN YUGRA RAISED BOGS

Аннотация. Цель настоящей работы – изучение альгологических сообществ под действием теплового излучения факела сжигания попутного газа путем оценки качественных и количественных параметров на различном удалении от факела, работающего в непрерывном режиме более тридцати лет. В результате двухлетних исследований водорослей северного сектора от ствола факела получены данные о 128 водорослях из 7 отделов. Лидируют зеленые водоросли Charophyta, затем следуют диатомовые, эвгленовые и цианобактерии. Наименьшие качественные и количественные показатели водорослей наблюдаются в зоне удаления от ствола факела на 100 и 50 м. Видовое богатство и численность водорослей были максимальными на контрольном участке с преобладанием Charophyta. У цианобактерий, золотистых и диатомовых водорослей все показатели увеличивается по мере удаления от факела. Эвгленовые водоросли равномерно распределены по участкам, что свидетельствует о высокой толерантности к воздействию нефтяных и органических загрязнений. Выявлено, что чем ближе к факелу находится альгоценоз, тем более проявляется его мелко-клеточность, становится беднее разнообразие, наблюдается исчезновение региональных форм, снижается численность водорослей. Таким образом, проведенные исследования можно использовать как методы биоиндикации состояния водных объектов, которые определяют степень воздействия загрязнения на экосистему болот. Данное исследование может быть рекомендовано в качестве метода визуализации научных результатов для лиц, принимающих решения, и будущего мониторинга загрязнения.

Ключевые слова: вид; альгоценоз; таксономический; региональный комплекс водорослей; доминанты.

Abstract. The research was aimed at studying the impact of thermal radiation from gas flaring on algal communities in raised bogs in Khanty–Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Russia. The qualitative and quantitative parameters of the studied communities were evaluated at different distances from the flare that had been operating continuously for more than thirty years. The two-year algological field study identified 128 algae of seven phyla, inhabiting the northern sector of the circular area around the gas flare. The most numerous groups in the samples were green algae Charophyta, followed by diatoms, euglena and cyanobacteria. The lowest values of qualitative and quantitative indicators were observed in algae 100 and 50 m away from the gas flare. The species diversity and abundance of algae were maximal in the control site dominated by Charophyta. In cyanobacteria, Chrysophyta and diatoms, all the indicators increased with distance from the flare. Euglena were evenly distributed over the sites, which indicates a high tolerance to oil and organic pollution. On drawing nearer to the gas flare, the algocenoses were observed to have small-celled morphology and poorer diversity, some regional forms disappeared and the abundance of algae decreased. This research can provide a basis for a bioindication method to determine the environmental status of water bodies and the degree of pollution in raised bogs. The findings can be recommended as scientific data for decision making and pollution monitoring.

Key words: species; algocenosis; taxonomic; regional algae complex; dominant.

Сведения об авторах: Скоробогатова Ольга Николаевна, ORCID: 0000-0002-6833-6462, канд. биол. наук, Нижневартовский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия, Olnics@yandex.ru; Семочкина Мария Александровна, ORCID: 0000-0003-2454-6983, Нижневартовский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия, manyashka-nv@mail.ru; Москалева Анна Сергеевна, ORCID: 0000-0003-1217-9565, Нижневартовский государственный университет, г. Нижневартовск, Россия, moskalyova.anna@mail.ru.

About the authors: Skorobogatova Olga Nikolaevna, ORCID: 0000-0002-6833-6462, Ph.D., Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, Olnics@yandex.ru; Semochkina Maria Alexandrovna, ORCID: 0000-0003-2454-6983, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, manyashka-nv@mail.ru; Moskalyova Anna Sergeevna, ORCID: 0000-0003-1217-9565, Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, Russia, moskalyova.anna@mail.ru.

Введение

Водно-болотные угодья относятся к водным ресурсам планеты, их роль в природных процессах и в жизни человеческого общества чрезвычайно велика и многообразна [1]. Ханты-Мансийский автономный округ–Югра представлен большим количеством водотоков, озер и болот, что является следствием избыточного увлажнения территории, равнинности рельефа и близкого залегания грунтовых вод. Преобладают верховые сфагновые болота с невысокими буграми, заросшие багульниковым болотным, карликовой березой, миртом болотным, морошкой, пушицей влажной, в понижениях – сабельником болотным, различными видами осок.

Цель настоящей работы – изучение альгологических сообществ под действием теплового излучения факела сжигания попутного газа путем оценки качественных и количественных параметров на различном удалении от факела, работающего в непрерывном режиме на протяжении более тридцати лет.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на территории добычи нефти ХМАО–Югры – Покачевском месторождении в 100 км от г. Сургута. Материалом для работы послужили 43 оригинальных пробы фитопланктона, перифитона и бентоса, взятые в районе фонового и 3 экспериментальных участков грядово-мочажинного болота (табл. 1).

Таблица 1

Периоды сбора и количество альгологических проб, собранных в районе факельного хозяйства (Покачевское месторождение)

Расстояние от ствола факела, м	Количество собранных проб		
	всего	июнь 2018 г.	июль 2019 г.
50 м	12	7	5
100	11	6	5
200	8	2	6
500 (фоновый)	12	7	5
Всего	43	22	21

Исследования проведены в июне–июле 2018–2019 гг. В связи с ландшафтными особенностями для исследования отобраны участки в северном направлении от ствола факела: 50-метровая зона (61°44'11,70" с.ш., 75°05'45,66" в.д.), 100-метровая зона от факела (61°44'13,56"/75°05'46,93"), 200-метровая зона (61°44'16,44/75°05'48,36") и 500-метровая (61°44'26,40"/75°05'51,66") зона (фоновый участок). Содержание тяжелых металлов определено в химической лаборатории Нижневартского государственного университета (мг/кг болотной массы).

Альгологический материал отбирали и обрабатывали по общепринятым методикам [10; 16; 20]. Одновременно измеряли температуру и активность водородного показателя портативным прибором pHscan WP2. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина. Определение видового состава проводилось на фиксированном материале. Диатомовые водоросли изучены на постоянных препаратах [5]. Все исследования проведены с помощью световых микроскопов Nikon ECLIPSE E200 и OLYMPUS SX4, при увеличении 100×20, 40×20 на кафедре экологии Нижневартского государственного университета.

Таксономическая принадлежность водорослей установлена по отечественным определителям [4; 5; 9; 13; 14; 21], зарубежным сводкам и атласам [24–26; 30] с учетом современных номенклатурных изменений [25].

Результаты и их обсуждение

В период исследований показатель pH воды на участках Покачевского месторождения колебался в диапазоне от 2,4 до 3,4, указывая на значительное закисление вод. Показатель является характерным для исследуемого региона. Усредненный температурный показатель болотных вод по участкам находился в пределах 19,1–30,6°С, причем наивысшая температура отмечена в зоне 50 м, что свидетельствует о явном тепловом воздействии факела.

В пробах почвы участков факельного хозяйства отмечены высокие концентрации кадмия и свинца. Подобные наблюдения обсуждались ранее на участках Ершового нефтяного месторождения [28]. Наивысшие показатели Pb, Mn, Fe, Cr выявлены на расстоянии 200 м от факела, причем концентрация данных веществ постепенно нарастает от ствола факела до зоны 200 м. На расстоянии 500 м от факела концентрация тяжелых металлов резко уменьшается, приближаясь к фоновым

значениям. Существует обратная зависимость – уменьшение содержания металлов Zn, Cd, Cu при удалении от факела.

Таксономическое разнообразие, выраженное в видовом богатстве и соотношении таксонов разного ранга, является одной из важнейших характеристик биологических сообществ. Оно отражает происхождение, эволюционный статус фитоценозов и обеспечивает их стабильность [7]. Альгофлора сфагновых болот довольно однообразна и малочисленна в связи с повышенной кислотностью среды и бедностью элементами минерального питания [8; 23; 29].

В результате двухлетних исследований в болотах Покачевского месторождения в совокупности выявлено 128 водорослей, относящихся к 62 родам, 35 семействам, 12 классам, 7 отделам (табл. 2).

Таблица 2

Таксономический состав водорослей верховых болот (Покачевское месторождение)

Отдел	Классов	Семейств	Родов	Вид, разновидность, форма	Доля, %
Субанобактерия (Субанобактерия)	1	6	9	14	10,9
Хризофиты	2	2	4	11	8,7
Бацилларифиты	3	11	12	27	21,1
Эвгленифиты	1	3	8	21	16,4
Хантофиты	1	1	1	4	3,1
Хлорофиты	2	8	13	14	10,9
Харофиты	2	4	15	37	28,9
Всего	12	35	62	128	100

По числу таксонов рангом ниже рода (далее – видов) преобладают зеленые водоросли, которые в сумме составляют 39,8% от выявленных, им уступают диатомовые (21,1%), затем следуют эвгленовые – 16,4% и цианобактерии – 10,9%. Менее разнообразно представлены золотистые и желтозеленые с общим долевым участием в 11,1%. Общеизвестно, что зеленые водоросли увеличивают свое присутствие в высокоширотных водных объектах. Последние исследования в ХМАО – Югре являются подтверждением замены диатомовых ценозов зелеными [2; 3; 12; 17; 19].

В ведущую группу по ранжированию входят 5 классов соответственно: *Conjugatophyceae* (26,6% от списочного состава), *Bacillariophyceae* (19,5), *Euglenophyceae* (16,4), *Cyanophyceae* (19,3) и *Chlorophyceae* (6,9). В них включено подавляющее число выявленных водорослей – 90,6%.

Из 35 семейств с числом видов в диапазоне от 10 до 18 выделяются только 5: *Desmidiaceae* и *Euglenidae* (по 14,1% списочного состава), *Closteriaceae* (11,7), *Dinobryaceae* и *Eunotiaceae* (по 7,8). В составе ведущих семейств находятся 71 вид, или 55,5% выявленных водорослей. В 10 семействах найдено по 2–3 вида (19,5), также отмечается значительное число одновидовых семейств (монотипичных).

В родовом спектре насчитывается 7 наиболее крупных, включающих 40,6% выявленного состава водорослей. К ним относятся: *Eunotia* (7,7%), *Actinotaenium* (7,0), *Dinobryon* (6,3), *Staurastrum* (5,5), *Pinnularia*, *Closterium* и *Lepocinclis* (по 4,7). Характер альгоценозов заболоченных водных систем ХМАО–Югры отличается высоким родовым коэффициентом перечисленных родов [11; 15]. Все перечисленные роды, за исключением последнего, приурочены к кислым слабоминерализованным водам, и так как потребность в тех или иных биогенных элементах у разных систематических групп водорослей неодинакова, то перечисленные таксоны водорослей можно отнести к организмам, характерным для исследуемого региона. Однако в исследуемом альгоценозе – более половины родов (42) относятся к монотипичным (одновидовым), что свидетельствует об их крайней неустойчивости и вероятности исчезновения при изменениях факторов среды.

При изучении альгологических сообществ верхового болота в зависимости от близости исследуемой зоны к факелу отмечены некоторые особенности, в том числе отличия формирования условий среды, общего разнообразия числа видов в пробах, таксономической структуры, доминирующих видов. Наименьшее видовое разнообразие водорослей отмечено в 100-метровой зоне (39 доминирующих видов) и в зоне 50 м от ствола факела (табл. 3).

Таблица 3

Видовой состав водорослей верховых болот по участкам в северном направлении от газового факела (Покачевское месторождение)

Отдел	50 м	100 м	200 м	500 м
Cyanobacteria (Cyanoprokaryota)	2	0	4	13
Chrysophyta	4	2	6	9
Bacillariophyta	14	13	22	25
Euglenophyta	7	8	8	6
Xanthophyta	1	2	1	3
Chlorophyta	5	1	2	6
Charophyta	11	13	19	21
Всего	44	39	62	86

Активность водородного показателя в зоне 50 м колебалась в диапазоне от 2,4 до 2,6 единиц. Для болотных верховых почв характерна кислая реакции среды (2,5–3,8) [22]. Температура воды в мочажинах достигала значений 21–30,6⁰С, что свидетельствует о тепловом воздействии факельного горения. В сообществе доминируют: *Rhabdomonas costata* (Korshikov) Pringsheim, *Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmerman (*Euglenophyta*) и *Actinotaenium rufescens* (Cleve) Teiling (*Charophyta*). Наблюдались мелкоклеточные жизненные формы водорослей. Число видов в пробах низкое и колеблется в пределах от 7 до 12.

Следующая зона исследования находилась в 100 метрах от ствола факела. Пробы отобраны из мочажин, канавы со следами нефти и очесов. Водородный показатель находился между отметками 2,6 и 3,0, температура воды 19,1–20,6⁰С. Общее видовое разнообразие в этом секторе низкое, в отдельных пробах колеблется от 5 до 25 видов. К числу доминирующих относятся мелкоклеточная диатомея – *Navicula* sp. и *Actinotaenium phymatosporum* (Nordstedt) (*Charophyta*). При исследовании водных объектов парка «Югра» было тоже отмечено крайне негативное воздействие нефтяных загрязнений на альгоценозы: упрощение их состава, структуры, наличие мелких жизненных форм, падение численности и т. д. [18].

Третий сектор наблюдений расположен на удалении в 200 м от факела. Пробы воды отобраны в мочажинах. рН был идентичен предыдущему участку, температура – от 20,7⁰С до 28,3⁰С. Разнообразие водорослей для олиготрофного болота довольно высокое, здесь найдено около половины их списочного состава – 48,4%. Структура альгоценоза приближена к структуре олиготрофного болота, т. е. на первых местах находятся зеленые, затем диатомовые и эвгленовые водоросли. В пробах число водорослей колеблется от 16 до 22 видов, наблюдается мощный комплекс золотистых водорослей рода *Dinobryon*, крупноклеточных, диатомовых рода *Pinnularia* и высокое разнообразие региональных представителей *Charophyta*. Доминируют золотистые *Dinobryon sertularia* Ehrenberg (*Chrysophyta*) и зеленые нитчатые водоросли, идентификация которых не проведена в связи с отсутствием фертильных талломов.

Фоновый сектор относительно факела удален на 500 м, рН водных проб – 2,6–2,9; температура 19,1–23,6⁰С. В мочажинах фоновой зоны найдено наибольшее разнообразие водорослей, которое составляет 67,2% от всех обнаруженных. Долевое соотношение крупных таксонов наиболее соответствует альгоценозу сфагнового болота. Так, лидирующие позиции занимают зеленые, диатомовые, цианопрокариоты. Список доминантов возглавляет *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg (*Cyanoprokaryota*). К содоминантам относятся *Dinobryon sertularia* var. *protuberans* Ehrenberg (*Chrysophyta*), *Anabaena* sp. (*Cyanoprokaryota*), *Actinotaenium rufescens* (Cleve) Teiling (*Charophyta*).

Общими для всех исследованных зон являются 18 водорослей из 5 отделов: *Microcystis pulvereae* (H.C.Wood) Forti (*Cyanoprokaryota*), *Dinobryon divergens* O.E.Imhof, *D. sertularia* Ehrenberg, *D. sertularia* var. *protuberans* Ehrenberg и *D. pediforme* (Lemmermann) Steinecke (*Chrysophyta*), *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Pinnularia interrupta* W.Smith, *Eunotia arcus* Ehrenberg, *E. exigua* (Brébisson) Rabenh., *E. lunaris* (Ehrenberg) Grunov var. *lunaris*, *E. lunaris* var. *capitata* Grunov (*Bacillariophyta*), *Tribonema viride* Pasch. (*Ochrophyta* (*Xanthophyta*)), *Closterium prorum* Brébisson, *Actinotaenium rufescens* (Cleve) Teiling, *Staurastrum margaritaceum* Meneghini ex Ralfs, *Bambusina borneri* (Ralfs) Cleve, *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp. (*Charophyta*).

Таким образом, по результатам проведенного исследования выявлено, что наличие нефтепродуктов в поверхностных водах изученных участков изменяет качественные и количественные показатели альгоценозов.

Заключение

По результатам проведенного исследования на территории факельного хозяйства выявлено, что воздействие факела изменяет состав, структуру и численность альгоценозов.

В ходе инвентаризации водорослей болотных участков Покачевского месторождения 2018–2019 гг. выявлено 128 типовых видов, разновидностей и форм, включая идентифицированные до рода. Представители отделов *Charophyta*, *Bacillariophyta*, *Euglenophyta* и *Chlorophyta* составляют наибольшую долю от всего числа найденных водорослей (77,3%). Отмечена корреляция между местонахождением участка и числом выявленных водорослей. Данные сведения свидетельствуют о негативном воздействии факельного хозяйства на пастбищные цепи.

Доля видового состава «регионального комплекса» водорослей уменьшается и составляет 75% на фоновом участке от общего списка выявленных водорослей, 72,7% в зоне 200 м, 53,8% – в 50 м от факела.

Всего выявлено 9 доминантов и субдоминантов, численность которых колеблется от 13,2 тыс. кл/л (фон) до 1,1 тыс. кл/л (участок 50 м от ствола факела). *Actinotaenium rufescens* доминирует на фоновом участке и в зоне 50 м.

В экологическом аспекте по участкам в основном преобладают планктонные, индифферентные по отношению к солям и рН воды, широко распространенные водоросли, которые входят в олиго-; бета-; мезосапробную и альфабетамезосапробную зону.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в рамках научного проекта № 18-44-860005.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валеева Э. И., Московченко Д. В. Роль водно-болотных угодий в устойчивом развитии севера Западной Сибири. Тюмень: Институт проблем освоения Севера СО РАН, 2001. 229 с.
2. Гидора О. Ю., Науменко Ю. В. Видовой состав водорослей природного парка «Сибирские Увалы» // Растительный мир Северной Азии: проблемы изучения и сохранения биоразнообразия: Мат-лы Всеросс. конф. (Новосибирск, 1–3 октября 2013 г.). Новосибирск: ЦСБС СО РАН, 2013. С. 27–29.
3. Гидора О. Ю. Исследование водорослей ручьев бассейна р. Сабун (Западная Сибирь) // Бассейновые территории: проблемы и пути их решения: Материалы междунар. науч.- практич. конф. / ред.-сост. Г. С. Кошечева. Ишим, 2013. С. 93–95.
4. Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Синезеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. М.: Советская наука, 1953. 630 с.
5. Дедусенко–Щеголева Н. Т., Голлербах М. М. Желтозеленые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.-Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. Вып. 5. 272 с.
6. Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова В. С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. М.: Изд-во Советская наука, 1951. 619 с.
7. Комулайнен С. Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2004. 182 с.
8. Куликовский М. С. Диатомовые водоросли некоторых сфагновых болот европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биолог. наук. СПб., 2007. 24 с.
9. Матвиенко А. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли – *Chrysophyta*. М.: Советская наука, 1954. 188 с.
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л.: Наука, 1981. 32 с.
11. Науменко Ю. В., Скоробогатова О. Н. Виды рода *Eunotia* Ehr. в фитопланктоне реки Вах (Западная Сибирь) // *Turczaninowia*. 2009. Т. 12. № 1-2. С. 65–70.
12. Науменко Ю. В., Скоробогатова О. Н., Семочкина М. А. Род *Desmodesmus* (Chod.) An, Friedl et Hegew (Scenedesmaceae) в фитопланктоне реки Вах (Западная Сибирь) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016. № 2. С. 70–75.
13. Паламарь-Мордвинцева Г. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11(2). Зеленые водоросли – порядок десмидиевые. Л.: Наука, 1982. 620 с.
14. Попова Т. Г. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. Эвгленовые водоросли. М.: Советская наука, 1955. 282 с.

15. Птухина О. Ю. Виды рода *Closterium* Nitzsch в фитопланктоне реки Глубокий Сабун (Западная Сибирь) // Актуальні проблеми ботаніки та екології : матеріали Міжнар. конф. мол. учених (Ужгород, 19–23 вересня. 2012 р.). Ужгород, 2012. С. 44–45.
16. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
17. Скоробогатова О. Н. Водоросли семейства Hydrodictyaceae планктона реки Вах // В мире научных открытий. 2015. № 2-1. С. 720–732.
18. Скоробогатова О. Н. Таксономическая структура цианопрокариот и водорослей водных объектов парка «Югра» // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. № 4. С. 17–22.
19. Скоробогатова О. Н., Науменко Ю. В., Федорова В. М., Семочкина М. А. Результаты исследования зеленых водорослей рода *Scenedesmus* Мейен в планктоне реки Вах // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2015. № 1. С. 3–14.
20. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. // Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1976. 185 с.
21. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1990. 208 с.
22. Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, 2004. 342 с.
23. Штина Э. А., Антипина Г. С., Козловская Л. С. Альгофлора болот Карелии и ее динамика под воздействием естественных и антропогенных факторов. Л.: Наука, 1981. 269 с.
24. Cleve-Euler A. Die diatomeen von Schweden und Finnland // Kongl. Svenska. Vet. Akad. Handl. 1953. V. 44. P. 11–158.
25. Cleve-Euler A. Die diatomeen von Schweden und Finnland // Kongl. Svenska. Vet. Akad. Handl. 1951. V. 2. № 1. P. 3.
26. Cleve-Euler A. Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Stockholm. 1955. V. 5. 153 pp.
27. Guiry D. M. *AlgaeBase*. World wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2019. <http://www.algaebase.org>
28. Skorobogatova O. N., Yumagulova E. R., Storchak T. V., Barinova S. S. Bioindication of the Influence of Oil Production on Sphagnum Bogs in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug–Yugra, Russia // Diversity. 2019. V. 11. № 11. P. 207. <https://doi.org/10.3390/d11110207>
29. Skorobogatova O. N. et al. Phytoplankton of surface waters under oil pollution (Samotlor field, Western Siberia) // Periodico Tche Quimica. 2019. V. 16. № 32. P. 306–320.
30. Starmach K. Chrysophyceae // Flora slodkowodna polski. Warszawa, Krakow: Naukowa. 1980. V. 5. 775 pp.

REFERENCES

1. Valeeva, E. I., & Moskovchenko, D. V. (2001). Role of Wetlands in Sustainable Development of West Siberian North. Tyumen. (In Russian).
2. Gidora, O. Yu., & Naumenko, Yu. V. (2013). Vidovoi sostav vodoroslei prirodnogo parka “Sibirskie Uvaly”. In *Rastitel'nyi mir Severnoi Azii: problemy izucheniya i sokhraneniya bioraznoobraziya: Mat-ly Vseross. konf. (Novosibirsk, 1-3 oktyabrya 2013 g.)*. Novosibirsk, 27-29. (In Russian).
3. Gidora, O. Yu. (2013). Issledovanie vodoroslei ruch'ev basseina r. Sabun (Zapadnaya Sibir') In *Basseino-vye territorii: problemy i puti ikh resheniya, Ishim*, 93-95. (In Russian).
4. Gollerbakh, M. M., Kosinskaya, E. K., & Polyanskii, V. I. (1953). Sinezelenye vodorosli. Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. 2. Moscow. (In Russian).
5. Dedusenko–Shchegoleva, N. T., & Gollerbakh, M. M. (1962). Zheltozelenye vodorosli. In *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR*, Moscow. (In Russian).
6. Zabelina, M. M., Kiselev, I. A., Proshkina-Lavrenko, A. I., & Sheshukova, V. S. (1951). Diatomovye vodorosli. In *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. 4*. Moscow. (In Russian).
7. Komulainen, S. F. (2004). Ekologiya fitoperifitona malykh rek Vostochnoi Fennoskandii. Petrozavodsk. (In Russian).
8. Kulikovskii, M. S. (2007). Diatomovye vodorosli nekotorykh sfagnovykh bolot evropeiskoi chasti Rossii: dis. ... kand. biolog. nauk. St. Petersburg. (In Russian).
9. Matvienko, A. M. (1954). Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. 3. In *Zolotistye vodorosli – Chrysophyta*. Moscow. (In Russian).
10. Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh (1981). Leningrad. (In Russian).
11. Naumenko, Yu. V., & Skorobogatova, O. N. (2009). Species of Genus *Eunotia* Ehr. in the Phytoplankton of the Vakh River (West Siberia). *Turczaninowia*, 12(1-2). 65-70. (In Russian).

12. Naumenko, Yu. V., Skorobogatova, O. N., Semochkina, M. A. (2016). Genus *Desmodesmus* (R.Chodat) S.S. An, T. Friedl, E. hegewald in the phytoplankton of the Vakh River (West Siberia). *Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, (2), 70-75. (In Russian).
13. Palamar'-Mordvintseva, G. M. (1982). *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. In 11(2). Zelenye vodorosli – porjadok desmidievye. Leningrad.* (In Russian).
14. Popova, T. G. (1955). *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. In 7. Evglenovye vodorosli. Moscow.* (In Russian).
15. Ptukhina, O. Yu. (2012). Vidy roda *Closterium* Nitzsch v fitoplanktone reki Glubokii Sabun (Zapadnaya Sibir'). *In Aktual'ni problemi botaniki ta ekologii: materialy Mizhnar. konf. mol. uchenikh (Uzhgorod, 19-23 veresnya. 2012 r.). Uzhgorod*, 44-45. (In Russian).
16. Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem (1992). Pod red. V. A. Abakumova. St. Petersburg. (In Russian).
17. Skorobogatova, O. N. (2015). Vodorosli semeistva Hydrodictyaceae planktona reki Vakh. *V mire nauchnykh otkrytii*, (2-1). 720-732. (In Russian).
18. Skorobogatova, O. N. (2017). Taxonomic structure of cyanoprokaryota and algae of water bodies in “Yugra” park (Nizhnevartovsk area, Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Yugra). *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (4), 17-22. (In Russian).
19. Skorobogatova, O. N., Naumenko, Yu. V., Fedorova, V. M., Semochkina, M. A. (2015). Results of studying green algae *scenedesmus meyen* in the plankton of the Vakh River. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (1), 3-14. (In Russian).
20. Unifitsirovannye metody issledovaniya kachestva vod (1976). *In 3. Metody biologicheskogo analiza vod, Moscow.* (In Russian).
21. Tsarenko, P. M. (1990). *Kratkii opredelitel' khlorokokkovykh vodoroslei Ukrainskoi SSR. Kiev.* (In Russian).
22. Shishov, L. L., Tonkonogov, V. D., Lebedeva, I. I., & Gerasimova, M. I. (2004). Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. Smolensk. (In Russian).
23. Shtina, E. A., Antipina, G. S., & Kozlovskaya, L. S. (1981). Al'goflora bolot Karelii i ee dinamika pod vozdeistviem estestvennykh i antropogennykh faktorov. Leningrad. (In Russian).
24. Cleve-Euler, A. (1953). Die diatomeen von Schweden und Finnland. *Kongl. Svenska. Vet. Akad. Handl*, 44, 11-158.
25. Cleve-Euler, A. (1951). Die diatomeen von Schweden und Finnland. *Kongl. Svenska. Vet. Akad. Handl*. 2(1). P. 3.
26. Cleve-Euler, A. (1955). Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *Stockholm*, 5. 153.
27. Guiry, D. M. (2019). *AlgaeBase*. World wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
28. Skorobogatova, O., Yumagulova, E., Storchak, T., & Barinova, S. (2019). Bioindication of the Influence of Oil Production on Sphagnum Bogs in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug–Yugra, Russia. *Diversity*, 11(11), 207. <https://doi.org/10.3390/d11110207>
29. Skorobogatova, O. N., Yumagulova, E. R., Storchak, T. V., & Ivanova, N. A. (2019). Phytoplankton of surface waters under oil pollution (Samotlor field, Western Siberia). *Periodico Tche Quimica*, 16(32), 306-320.
30. Starmach, K. (1980). *Chrysophyceae/Flora slodkowodna polski. Warszawa, Krakow: Naukowa*, 5, 775.

Скоробогатова О. Н., Семочкина М. А., Москалева А. С. Водоросли верховых болот в зоне влияния газового факела (ХМАО–ЮГРА) // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2020. № 2. С. 26–32. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/04>

Skorobogatova, O. N., Semochkina, M. A., & Moskalyova, A. S. (2020). Impact of gas flaring on algae in Yugra raised bogs. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (2), 26–32. (In Russian) <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/04>

дата поступления: 03 января 2020 г.

дата принятия: 11 марта 2020 г.

© Скоробогатова О.Н., Семочкина М.А., Москалева А.С.