

УДК 582.26: 574.5(571.56)

АЛЬГОФЛОРА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БАССЕЙНА РЕКИ МАЯТ (БАССЕЙН РЕКИ АНАБАР, СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ЯКУТИЯ)

Копырина Л.И.

ФГБУН Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, e-mail: i.kopyrina@mail.ru

Приведены видовой состав и эколого-географические, санитарно-биологические характеристики водорослей шести водных объектов бассейна реки Маят. По результатам исследований выявлено 138 таксонов водорослей и 7 отделов. По видовому разнообразию преобладают диатомовые – 48,5 % (от общего числа видов), затем следуют: зеленые – 28,5 % и синезеленые – 11,5 %. Найдены 14 новых для альгофлоры Якутии видов из диатомовых: *Achnanthes gibberula* var. *interrupta* Poretzky et Anissimova, *Craticula halophyla* (Grun.) Mann, *Cymbella arctica* (Lagerstd.) A. Schmidt, *Eucocconeis flexella* (Kütz.) Meister, *Nitzschia normanii* (Grun.) V.H., *Pinnularia spitsbergensis* Cl., *Stenopterobia curvula* (W. Smith) Krammer; зеленых – *Closterium decorum* Bréb., *Cosmarium plicatum* Reinsch, *Cosmoastrum orbiculare* (Ralfs) Pal.-Mordv., *Staurastrum sebalidii* var. *ornatum* Nordst., *Teilingia excavata* (Ralfs) Bourr., *Ulothrix moniliformis* var. *braunii* (Kütz.) Rabenh.; золотистых – *Bicosoeca borealis* Hill.

Ключевые слова: водоросли, видовой состав, водные объекты, река, Маят, Республика Саха (Якутия).

ALGOFLOTA OF WATER OBJECTS OF THE RIVER BASIN OF MAYAT (RIVER BASIN OF ANABAR, NORTH WEST YAKUTIA)

Kopyrina L.I.

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, e-mail: i.kopyrina@mail.ru

The species composition and ekologo-geographical, sanitary and biological characteristics of algae of six water objects of a river basin of Mayat are given. By results of researches 138 taxons from 7 divisions of algae. On a specific variety Bacillariophyta – 48,5 % prevail (from total number of species), then follow: Chlorophyta – 28,5 % and Cyanophyta – 11,5 %. Are found 14 species, new for algoflor of Yakutia, from the Bacillariophyta: *Achnanthes gibberula* var. *interrupta* Poretzky et Anissimova, *Craticula halophyla* (Grun.) Mann, *Cymbella arctica* (Lagerstd.) A. Schmidt, *Eucocconeis flexella* (Kütz.) Meister, *Nitzschia normanii* (Grun.) V.H., *Pinnularia spitsbergensis* Cl., *Stenopterobia curvula* (W. Smith) Krammer; Chlorophyta: *Closterium decorum* Bréb., *Cosmarium plicatum* Reinsch, *Cosmoastrum orbiculare* (Ralfs) Pal.- Mordv., *Staurastrum sebalidii* var. *ornatum* Nordst., *Teilingia excavata* (Ralfs) Bourr., *Ulothrix moniliformis* var. *braunii* (Kütz.) Rabenh.; Chrysophyta: *Bicosoeca borealis* Hill.

Keywords: algae, species composition, water objects, river, Mayat, Republic of Sakha (Yakutia).

Река Маят является правым притоком бассейна реки Анабар и расположена в горно-лесной зоне, северо-западной части Республики Саха (Якутия) в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Нижняя граница многолетней мерзлоты предположительно находится на глубине около 800 м. Верхняя граница определяется мощностью деятельного слоя, достигающей в конце июля 0,8 м [7]. Материал по альгофлоре из естественных водных объектов приводится впервые, а по техногенному водоему Участка-1 бассейна р. Маят были отражены в работе автора [4].

Цель настоящей работы – изучение видового состава водорослей и их экологических характеристик в естественных водных объектах бассейна реки Маят.

Материал и методы исследования

Материалом для решения поставленных задач послужили 80 альгологических проб воды, собранные автором, в период открытой воды с 2012–2013 гг. Исследованиями охвачены среднее и нижнее течения реки Маят, а также основные ее притоки: Курунг-Юрях, Ручей-41, Ручей-22, ручей Иванка-Юреге и озеро.

При проведении полевых исследований на всех точках отбора проб измерялась температура воды, определялась прозрачность, цвет, запах и pH. Общепринятые методы исследований в альгологии отражены в работе Л.И. Копыриной [3], идентификация которых проведены автором в лаборатории флористики и геоботаники ФГБУН ИБПК СО РАН с использованием отечественных и зарубежных определителей и микроскопа Микмед-6.

Экология и географическое распространение водорослей даны по литературным источникам [1, 2, 5, 6]. Для санитарно-биологической характеристики исследованных озер использован расчет индекса сапробности Пантле и Букка [8, 9].

Результаты исследования и их обсуждения

Ручей Курунг-Юрях (верховье), левый приток р. Маят. Берега ручья пологие, заболоченные, заросшие ерником, грунт торфяно-илистый. Температура воды в августе составила 16,7° С, прозрачность до дна, pH – 7,8.

В результате изучения водорослей фитоперифитона ручья выявлено 35 видов из 6 отделов, в состав которых вошли диатомовые – 20 видов, синезеленые – 7, зеленые – 5, желтозеленые, динофитовые и эвгленовые имели по одному виду, соответственно. Выявлено 3 новые для альгофлоры Якутии виды: из диатомовых – *Pinnularia spitsbergensis*, *Stenopterobia curvula* и зеленых – *Cosmarium plicatum*.

В видовом составе самым разнообразным отделом преобладали диатомовые водоросли и представлены в основном бентосными и эпифитными видами. Среди которых руководящий комплекс составили: *Caloneis silicula* var. *kjellmaniana* (Grun.) Cl., *Cymbella affinis* Kütz., *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner, *Eunotia groenlandica* (Grun.) Nörpel-Schempp et Lange-Bertalot, *Eunotia praerupta* Ehr., *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Compère, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *Hantzschia amphioxys* f. *capitata* O. Müll, *Navicula radiosa* Kütz., *Pinnularia divergens* W. Smith, *Pinnularia gibba* Ehr., *Pinnularia subgibba* Krammer, *Pinnularia neomajor* Krammer, *Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cl., *Pinnularia spitsbergensis*, *Stauroneis anceps* Ehr., *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehr., *Stenopterobia curvula*, *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz., *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz.

Из синезеленых водорослей обнаружены 7 видов, так как водоросли этой группы играют немаловажную роль в плодородии почв и положительно влияют на продуктивность высших растений. Среди них в обрастаниях мхов в массе присутствовал редкий вид *Siphononema polonicum* Geitler, обитающий в горных ручьях, водопадах и на камнях. Также

заросли мелководий состояли из планктонных видов: *Anabaena jacutica* Kissel., *Oscillatoria granulata* Gardner, *Oscillatoria mirabilis* Böcher. В обрастаниях постоянны – *Lyngbya kossinskajae* Elenk., *Lyngbya kützingii* (Kütz.) Schmidle, *Microchaete tenera* Thur., *Nostoc kihlmannii* Lemm.

Зеленые водоросли представлены в основном широко распространенными видами: *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh., *Closterium ehrenbergii* Menegh., *Closterium peracerosum* Gay, *Cosmarium plicatum*, *Spirogyra varians* (Hass.) Kütz.

Из эвгленовых единичными экземплярами присутствовал типичный вид планктона – *Trachelomonas planctonica* Swir. Динофитовые водоросли единичны и в планктоне представлены одним видом – *Peridinium inconspicuum* Lemm. Из желтозеленых водорослей в массе отмечен вид – *Tribonema viride* Pasch., развивающийся повсеместно, часто в различного типа арктических водоемах и на почве.

В экологическом анализе по местообитанию преобладали бентосные – 17 видов, затем планктонно-бентосные – 8 видов, меньше выявлено планктонных – 4 вида. По солености найдено 24 вида, среди которых преобладали индифференты – 12 видов, меньше галофобов – 7 и олигогалофов – 1 вид. По pH среды отмечены 19 видов, среди них доминировали индифференты – 12 видов, затем алкалифилы – 4, алкалибионты – 3 вида. В географической характеристике выявлено 27 видов, в состав которых вошли широко распространенные виды, космополиты – 20 видов, бореальные – 4 вида и арктоальпийские – 3 вида.

По санитарно-биологической характеристике обнаружены 22 вида-индикатора сапробности, где преобладали о-олигосапробионты – 6 видов и χ -ксеносапробионты – 4 вида. Также присутствовали переходные зоны (12 видов), которые имели по 2 и 1 виду.

Ручей-41 (верхове), правый приток р. Маят. Ширина от 2 до 9 м. Средняя глубина до 1,5 м. Берега ручья заняты зарослями прибрежно-водной и луговой растительностью (осока, арктофила, сабельник, водяная сосенка, калужница болотная, мхи). Температура воды 14,3° С, прозрачность до 1,5 м, pH 7,78.

Видовой состав альгофлоры разнообразный и состоял из 41 вида и 6 отделов, среди которых преобладали диатомовые – 17, зеленые – 12, синезеленые – 6 и желтозеленые – 4 вида. Эвгленовых и золотистых по 1 виду соответственно. Найден новый для альгофлоры Якутии вид – *Closterium decorum*.

Диатомовые водоросли представлены бентосными, эпифитными и планктонными видами. Среди них часто встречались: *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz., *Cymbella arctica*, *Eunotia fallax* A. Cl., *Eunotia sudetica* O. Müll., *Frustulia rhomboides* (Ehr.) D. T., *Gomphonema montanum* Schum., *Melosira varians* Ag., *Navicula radiosa*, *Neidium vernale* (Reich. ex Hust.) Metzeltin et Lange-Bertalot, *Pinnularia crusifera* Cleve-Euler, *Pinnularia divergentissima* (Grun.)

Cl., *Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cl., *Stauroneis anceps*, *Staurosira martyi* (Hérib.) Lange-Bertalot, *Surirella linearis* W. Smith., *Tabellaria fenestrata*, *Ulnaria ulna*.

Среди зеленых водорослей отмечены широко распространенные виды – *Closterium moniliferum* (Bory) Ehr., *Mougeotia scalaris* Hass., *Spirogyra varians* и выявлены редко встречающиеся виды – *Closterium decorum*, *Cosmarium abbreviatum* Racib., *Cosmarium biretum* Bréb., *Cosmarium botrytis* Menegh., *Cosmarium humile* (Gay) Nordst., *Cosmarium subimpressulum*, *Euastrum dissimile* (Nordst.) Schm. и *Koliella sempervirens* Borge (Chod.) Hind.

В фитоперифитоне обильно развивались из желтозеленых – *Bumilleriopsis brevis* (Gein.) Printz., *Characiopsis saccata* Pasch., *Tribonema elegans* Pasch. и *Vischeria stellata* (Chod.) Pasch. Из синезеленых водорослей часты планктонные виды – *Anabaena aequalis* Borge, *Anabaena jacutica*, *Anabaena solitaria* Kleb., в фитоперифитоне постоянны – *Calothrix elenkinii* Kossinsk., *Gloeocapsa alpina* Näg. emend. Brand., *Nostoc kihlmannii*. Единичными экземплярами представлены из эвгленовых водорослей – *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein emend. Defl. и золотистых – *Dinobryon sertularia* Ehr.

В экологическом анализе по местообитанию выявлено 27 видов, в состав которых вошли: бентосные – 12 видов, планктонно-бентосные – 9 и планктонные – 6 видов. По солености найдено 24 вида, среди которых преобладали индифференты – 17 видов, меньше галофобов – 6 и олигогалофобов – 1 вид. По pH среды найдены 15 видов, среди них доминировали индифференты – 10 видов, меньше ацидофилов – 3 и алкалофилов – 2 вида. В географической характеристике выявлено 23 видов, где преобладали космополиты – 18 видов, меньше арктоальпийских – 3 вида и бореальных – 2 вида.

По санитарно-биологической характеристике обнаружено 25 видов-индикаторов сапробности, где преобладали α - β -олиго-бетамезосапробионты – 6 видов, β -бетамезосапробионты и α -олигосапробионты по 5 видов, соответственно. Меньше присутствовали виды из переходных зон и составили всего 9 видов.

Озеро (без названия) расположено в 500 м на северо-восток от Ручья-41. Имеет грушевидную форму, длиной 500 м и шириной от 100 до 300 м. Берега с юга пологие, а с севера крутые. В воде произрастают сабельник, осока, водяная сосенка, вахта трехлистная. Температура воды 16,1 °С, прозрачность до 1,5 м, pH 7,8. В озере выявлено 46 видов водорослей: зеленых – 27, диатомовых – 14 и синезеленых – 5 видов. В фитоперифитоне часты – *N. radiosa*, *Tabellaria fenestrata* и *Tabellaria flocculosa*. Найдены новые виды из зеленых – *Staurastrum seabaldii* и *Teilingia excavata*.

Ручей Иванка-Юреге (приустьевая часть), левый приток р. Маят. Берега пологие, заняты хвощом приречным, арктофилой, осокой, на камнях прикреплены мхи. Ширина 5 м,

дно травянисто-глинистое, а в ее устьевой части каменистое, температура воды 6,2° С, прозрачность до дна, рН 8,3.

В ручье найдено 16 видов водорослей из 4 отделов с преобладанием диатомовых – 11 видов, меньше синезеленых, зеленых по 2 вида, соответственно, и из эвгленовых 1 вид. Найден новый для альгофлоры Якутии вид из зеленых водорослей – *Ulothrix moniliformis* var. *braunii*.

Руководящий комплекс диатомовых водорослей слагался из большого числа колоний – *Diatoma hiemalis* (Roth) Heib., *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz., *Fragilaria vaucheria* (Kütz.) Petersen, *Fragilariforma virescens* (Ralfs) Will. et Round, *Hannaea arcus* (Ehr.) Patrick, *Meridion circulare* (Grev.) Ag., *Tabellaria fenestrata*, *Ulnaria acus* (Kütz.) Aboal, *Ulnaria ulna*. Одиночных клеток – *Cosmioneis pusilla* (W. Smith) Mann et Stickle, *Craticula halophyla* (Grun.) Mann, *Navicula radiosa*, *Pinnularia brevicostata* Cl., *Pinnularia crucifera*, *Pinnularia sudetica* (Hilse) Hilse, *Caloneis silicula* (Ehr.) Cl., *Neidium affine* (Ehr.) Pfitzer, *Neidium biculcatum* (Lagerst.) Cl., *Neidium iridis* (Ehr.) Cl., *Hantzschia amphioxys*. В обрастаниях растительного детрита и на мхах часто встречались – *Amphora ovalis*, *Encyonema neogratile* Krammer, *Epithemia adnata* (Kütz.) Bréb., *Eunotia praerupta* Ehr., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Gomphonema clavatum* Ehr., *Gomphonema gracile* Ehr., *Gomphonema olivaceoides* Hust., *Gomphonema truncatum* Ehr., *Planothidium lanceolatum* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bertalot, *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll.

Осенняя флора широко представлена синезелеными водорослями, обычными для планктона и бентоса видами *Anabaena jacutica*, *Gloeocapsa alpina*, *Microchaete tenera*, *Nostoc kihlmannii*, *Oscillatoria irrigua* (Kütz.) Gom., *Oscillatoria lacustris* (Kleb. Geitl.) и фитоперифитона – *Tolypothrix distorta* (Fl. Dan.) Kütz. f. *distorta*, *T. distorta* f. *penicillata* (Ag.) Kossinsk.

В мелководьях и на различных субстратах развивались – *Ulothrix moniliformis* var. *braunii*, *Oedogonium undulatum* (Bréb.) A.Br., *Bulbochaete mirabilis* Wittr., *Spirogyra varians*, *Closterium littorale* Gay и *Cosmarium subprotumidum* Nordst. Из эвгленовых часто присутствовал вид – *Trachelomonas volvocina* Ehr.

В экологическом анализе по местообитанию выявлено 15 видов, в состав которых вошли: бентосные – 7 видов, планктонно-бентосные – 5 и планктонные – 2 и эпифитные – 1 вид. По солености найдено 12 видов с доминированием индифферентов – 11 видов, меньше галофобов – 1 вид. По рН среде найдены 11 видов, среди которых преобладали алкалифилы – 6 видов, меньше выявлено индифферентов – 4 и алкалибионтов 1 вид. В географической характеристике выявлено 12 видов только из космополитов.

По санитарно-биологической характеристике обнаружено 15 видов-индикаторов сапробности, с преобладанием α - β -олиго-бетамезосапробионтов – 4 вида и α -олигосапробионтов – 3 вида, остальные группы имели по два и одному виду.

Ручей 22 (приустьевая часть) правый приток р. Маят. Берега пологие, ширина ручья 5 м, дно образовано каменными плитами, глубина 0,8 м. Произрастают хвощ приречный и мох. Температура воды 8,5° С, прозрачность до дна, рН 8,3.

В ручье «22» выявлено 38 видов из 4 отделов, среди которых преобладали диатомовые – 29 видов, затем синезеленые – 5, зеленые – 3 и эвгленовые – 1 вид. Найдены 2 новые для водоемов Якутии виды – *Craticula halophila*, *Ulothrix moniliformis var. braunii*.

В обрастаниях мха и камней в массе обнаружены северо-альпийские холодолюбивые виды – *Diatoma hiemalis* с вариацией *Diatoma mesodon* (Ehr.) Kütz. и *Hannaea arcus* и широко распространенные виды – *Epithemia adnata*, *Eunotia praeurupta*, *Gomphonema clavatum* Ehr., *Gomphonema gracile*. Единично на камнях встречены – *Encyonema neogracilis*, *Neidium biculcatum*, *Neidium iridis*, *Pinnularia brevicostata*, *Pinnularia crucifera*, *Pinnularia sudetica*, *Planotidium lanceolatum*.

Из зеленых водорослей обнаружен новый для водоемов Якутии вид – *Ulothrix moniliformis var. braunii*, *Closterium littorale*.

В экологическом анализе по местообитанию выявлено 40 видов водорослей, среди них преобладали бентосные – 25 видов, затем планктонно-бентосные – 11, меньше выявлено планктонных – 3 вида и эпифитных видов – 1 вид. По солености найдено 34 вида, где доминировали индифференты – 26 видов. Меньше галофобов – 7 и олигогалофобов – 1 вид. По рН среде найдены 29 видов: алкалифилы – 14 видов и индифференты – 10 видов, меньше алкалибионтов – 3 вида и ацидофилов – 2 вида. В географической характеристике выявлено 37 видов с преобладанием космополитов – 30 видов, меньше бореальных – 4 вида и арктоальпийских – 3 вида.

По санитарно-биологической характеристике обнаружено 30 видов-индикаторов сапробности, где преобладали α -олигосапробионты – 7 видов и α - β -олиго-бетамезосапробионты – 6 видов, меньше у α - χ -олигоксеносапробионты и β -бетамезосапробионты по 4 вида. Остальные из переходных зон имели по 2 и одному виду.

Река Маят исследовалась ее среднее и нижнее течения. Температура воды составила 14,8 °С, прозрачность до дна, рН – 7,76.

В среднем течении р. Маят найдено 38 видов, в состав которых вошли: диатомовые – 19 видов, зеленые – 10, эвгленовые и золотистые по 3, синезеленые – 2 и динофитовые – 1 вид. В массе встречены виды из золотистых – *Bicosoeca depouquesiana* Bourg., синезеленых – *Merismopedia glauca* (Ehr.) Näg и диатомовых – *Nitzschia capitellata var. tenuirostris* (Grun.)

Bukht. В обрастаниях обильны: *Cymbella neocistula*, *Cymbella cymbiformis* Ag., *Cymbopleura naviculiformis* (Auerswald ex Heib.) Krammer, *Diatoma hiemalis*, *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt, *Navicula radiosa*, *Nitzschia gracilis* Hantzsch, *Rossithidium nodosum* (A. Cl.) Aboal., *Trachelomonas oblonga* Lemm., *Trachelomonas volvocina* и золотистых видов – *Dinobryon sociale* var. *americanum* (Brunthh.) Bachm.

В нижнем течении р. Маят выявлено 35 видов водорослей, среди которых преобладают диатомовые – 27 видов, меньше зеленых – 5 и синезеленых – 2 вида при температуре воды 12С, рН 7,8. Также присутствовали из диатомовых – *Fragilaria vaucheria*, *Asterionella formosa* Hass., *Cymatopleura elliptica* (Bréb.) W. Smith, зеленых – *Spirogyra varians*, *Cosmarium botrytis*, динофитовых – *Ceratium hirundinella* (O. F. Müll.) Bergh. В фитоперифитоне в массе выявлены колонии из диатомовых – *Fragilaria famelica* (Kütz.) Lange-Bertalot и *Epithemia adnata*.

В целом, по бассейну р. Маят выявлено 130 видов представленных 138 внутривидовыми таксонами, включая типовые из 53 родов, 32 семейств, 15 порядков, 10 классов и 7 отделов. По видовому разнообразию преобладали диатомовые – 48,5 % (от общего числа видов), затем зеленые – 28,5 % и синезеленые – 11,5 %. Наименьшее число таксонов найдено в отделах золотистые (4,6 %), эвгленовые (3,8 %), желтозеленые и динофитовые (по 1,5 %). В обрастаниях камней и на растительных субстратах обильны виды родов *Fragilaria*, *Navicula*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*.

В экологическом отношении по приуроченности к местообитанию выявлено – 111 видов, среди которых основу формировали бентосные (донные) – 43,2 %, планктонно-бентосные – 36,0 %, затем планктонные – 19,0 % и эпифитные – 1,8 % виды. По санитарно-биологической оценке найдено 87 видов-индикаторов (от общего числа видов бассейна Маят), среди которых доминируют α -олигосапробионты – 21,8 %, β -бетамезосапробионты – 21,0 % и α - β олиго-бетамезосапробионты – 15,0 %. Средние значения индекса сапробности (S) участка Маят составили 1,8, что воды бассейна р. Маят среднезагрязненные, свободные от органического загрязнения и относятся ко II и III классам чистоты вод.

Таким образом, в водных объектах бассейна р. Маят обнаружены 130 видов из 7 отделов водорослей. Присутствие 14 новых видов для альгофлоры Якутии делает изученный материал интересным и дополняет список видов водорослей Якутии. Результаты анализа эколого-географической характеристики показали о преобладании индифферентов по отношению к солености воды, алкалифилов и космополитов при значительной роли галофобных видов арктоальпийской группы, о наличии видов диатомовых, зеленых, желтозеленых из обрастаний и бентоса.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении полевых исследований сотрудникам ОАО «Алмазы Анабара»: отдела экологии, геохимической лаборатории и всем, кто оказал всемерную поддержку в ходе проведения полевых работ (в т.ч. студентам кафедры экологии ИЕН СВФУ).

Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания ИБПК СО РАН на 2017–2020 гг. по теме "Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии" (Регистрационный номер: АААА-А17-117020110056-0).

Список литературы

1. Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды / С.С. Баринова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. – Тель-Авив, 2006. – 498 с.
2. Генкал С.И., Вехов Н.В. Диатомовые водоросли водоемов Русской Арктики /С.И. Генкал, Н.В. Вехов. – М.: Наука, 2007. – 64 с.
3. Копырина Л.И. Эпифитные водоросли озер долины Туймаада (Центральная Якутия) /Л.И. Копырина. – Новосибирск: Наука, 2014. – 100 с.
4. Копырина Л.И. Структура и видовой состав водорослей техногенных водоемов (бассейн р. Анабар, Северо-Западная Якутия) /Л.И. Копырина // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 4.; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=24883> (дата обращения: 05.04.2017).
5. Харитонов В. Г. Диатомовые водоросли Колымы /В.Г. Харитонов. – Магадан: Кордис, 2014. – 496 с.
6. Харитонов В.Г., Генкал С.И. Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка) / В.Г. Харитонов, С.И. Генкал. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2012. – 402 с.
7. Чистяков Г.Е. Водные ресурсы рек Якутии /Г.Е. Чистяков. – М.: Наука, 1964. – С. 255.
8. Pantle R., Buck H. Die biologische Uberwachung der Gewasser und die Darstellung der Ergebnisse. – Gas - und Wasserbach, 1955. – 604 p.
9. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view. Ergebnisse Limnologie. – 1973. Н. 7. – P. 1-218.