

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ СУКЦЕССИЙ НИЗШИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В УСЛОВИЯХ АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ЛЕТНИХ ТЕМПЕРАТУР 2010-2012 ГОДОВ (БАССЕЙН СРЕДНЕГО ДОНА)

Г. А. Анциферова

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 15 июля 2013 г.*

**Аннотация:** В речных проточно-руслых озерах долины реки Ворона в период 2010-2012 годов аномально высокие летние температуры воздуха и вод нашли отклик в составе вегетационных сукцессий низших водорослей. Сообщества диатомовых водорослей несколько снизили свое видовое разнообразие, что в целом характерно для середины вегетационного сезона. Реакция сообществ синезеленых водорослей проявилась в двух направлениях: их сообщества стали более разнообразными, чем в предыдущие годы наблюдений (2007-2009 гг.), для которых условия вегетации приняты как эталонные; распространились представители теплолюбивых видов синезеленых, характерные для вод горячих источников, водоемов Крыма, Средней Азии.

**Ключевые слова:** абиотический, биоиндикация, биотический, диатомовые водоросли, вегетационный, озеро, синезеленые водоросли, сообщество, сукцессия.

**Abstract:** In the flowing lakes of the Vorona River Valley in the period 2010-2012 the abnormally high summer temperatures of air and water influenced the structure of vegetation succession of lower algae. The quantity of diatom algae communities have been reduced what is typical for the middle of the vegetation season. The reaction of blue-green algae communities has been shown in two ways : their community has become more diverse than in previous years of observations (2007-2009 gg.) which are taken as reference; the quantity of species of thermophilic blue-green algae have increased despite they are typical for hot springs, reservoirs of Crimea and Central Asia.

**Key words:** abiotic, bioindication, biotic, diatoms, vegetation, lake, blue-green algae, a community succession.

В Европейской части России, в том числе в бассейне Среднего Дона в пределах Воронежской и Тамбовской областей, поверхностные воды испытывают постоянную антропогенную нагрузку различного, в том числе и токсического, характера. В качестве основных источников поступления в водные объекты загрязняющих веществ повсеместно выступают диффузный сток с водосборов и атмосферный массоперенос. Происходит заиливание водоемов, их прибрежные зоны зарастают высшей водной растительностью, часто заболачиваются. Интенсивное развитие растительности сопровождается накоплением в придонных слоях органического вещества в результате неполной его минерализации. При перегрузке водоемов биогенными веществами происходит бурное развитие фитопланктона в объемах, часто вызывающих «цветение» вод.

Экосистему водоема создает сложное взаимоотношение абиотической и биотической составляющих, которое определяется гидрологическими, гидрохимическими и гидрофизическими факторами, объемом биогенных веществ, гидробионтами в целом. В каждой водной экосистеме в четком соответствии с показателями минерализации, глубиной водоема, температурой и другими параметрами развиваются сообщества низших водорослей соответствующего видового и экологического состава. Диатомовые и синезеленые микроскопические водоросли являются преобладающей группой сообществ фитопланктона и микрофитобентоса, формирующихся в различных биотопах современных пресных водоемов региона. Изменения физико-химических характеристик водной среды, происходящие как в течение отдельного вегетационного сезона, так и в течение многих лет существования водоемов, сопровождаются соответствующими

щими изменениями состава их сообществ. Функционирование сложнейшей системы, представленной высшей водной растительностью и низшими водорослями определяется обеспеченностью биогенными веществами. Содержание в водах азота, фосфора, кремния, серы, кальция, магния, калия, железа, марганца и их соединений определяет биологическую продуктивность водоемов, в том числе и распространение и процветание микроскопических водорослей, которые участвуют как в продукционных процессах, так и в процессах преобразования органического вещества, аккумулирующегося в водоеме.

Для диатомовых водорослей известен ряд экологических показателей. По географическому распространению в изученных водоемах преобладают виды космополиты, обитающие в пресных водах всех географических поясов, и бореальные – виды водоемов умеренного географического пояса. Их соотношение может зависеть от глубины и режима трофности водоема. Холодноводные (северо-альпийские) виды, характерные для северных и горных водоемов, связаны с питанием водоемов подземными водами и наблюдаются повсеместно, но составляют небольшую долю от общего состава диатомей. Активная реакция водной среды (рН) слабощелочная – щелочная. Об этом свидетельствует преобладание в составе диатомей видов алкалифилов, развивающихся при рН равном 7, но для которых оптимальным является рН более 7 (35-92%), и алкалибионтов, предпочитающих рН более 7 (24%, максимально до 55%). Ацидофилы, для которых благоприятно рН менее 7, немногочисленны (0,2-1%). Виды индифференты, развивающиеся при кислой и щелочной реакции среды, составляют от 0,6 до 53%. В процессе фотосинтеза высшие водные растения в летний период могут увеличивать значение рН, активно потребляя углекислый газ. При этом возможно также осаждение известковых солей. Подобные процессы отмечены в июле 2012 года, когда в заливе Мохов Угол озера Кипец на рдестах и роголистнике наблюдались известковые корочки, как следствие выпадения кальция при повышенных значениях рН вод.

Основным источником тепла в водоемах являются солнечная радиация и теплообмен с атмосферой. В свое время Л.Е. Борисовой были обобщены данные по температурному режиму р. Ворона по материалам наблюдений на гидрологическом посту в с. Чутановка (2005-2007 гг.), а также использованы материалы наблюдений за гидроло-

гическим режимом р. Ворона на территории заповедника (2003-2007 гг.). Согласно построенному ею графику, внутригодовые изменения температуры воды соответствуют колебаниям температуры атмосферного воздуха. Разница температур верхнего и нижнего горизонтов в р. Ворона при глубине до 4 м обычно составляет не более 0,2 °С. В летний период температура воды у берегов и на поверхности несколько выше, чем на середине русла и у дна. В знойные дни на участках с большой глубиной и спокойным течением разница температур даже на стержне потока может достигать 1,5 °С [3]. Температура вод и их прозрачность регулируют питание, фотосинтез, рост (деление) низших водорослей. Температурный градиент в водоемах средних широт меняется в течение вегетационного сезона таким образом, что определяет два максимума развития диатомей – весенний и осенний. Для теплолюбивых видов диатомей оптимальными являются температуры от 20 до 28 °С, для холодноводных видов – от 4-10 до 15 °С. Диатомовые водоросли активно начинают развиваться с начала апреля, и их вегетация прекращается в октябре – начале ноября, по мере охлаждения вод. В середине лета, с установлением температуры вод 23-25 °С и более, наблюдается максимум в развитии синезеленых водорослей. Соответствующие изменения температуры вод предопределяют смену вегетационных сукцессий низших водорослей.

В водоемах региона, существующих в условиях сложившейся антропогенной нагрузки, повсеместно сформировалась определенная структура природно-антропогенных микрофитоценозов. Диатомовые водоросли, преобладающие в сообществах фитопланктона и микрофитобентоса, в подобных водоемах отличает сходство видового состава. На биоценологическом уровне, который опирается на анализ видового разнообразия сообществ, степень антропогенной нагрузки на них может быть оценена по его уменьшению за счет выпадения из состава слабо толерантных видов. Развитие получают виды и внутривидовые таксоны широкого экологического и географического диапазона распространения, характерные для эвтрофных водоемов центра Восточно-Европейской равнины. Общее число таксонов составляет менее 40 (от 5-12 до 20 таксонов), при доминировании 1-2 видов, создающих высокие показатели численности, при единичном развитии других. В условиях чрезвычайно высоких загрязнений, возникающих на локальных участках акваторий вследствие промышленных и коммунальных нагрузок,

может происходить снижение видового разнообразия диатомовых водорослей до 1-2 видов, и даже их полное исчезновение. Экологическое неблагополучие загрязненных водоемов особенно ярко прослеживается по вегетационной сукцессии низших водорослей середины лета, – поскольку оно подчеркивается «цветением» вод синезелеными водорослями, видами, характерными именно для загрязненных местообитаний [1].

В составе вегетационной сукцессии середины лета в экологически благополучных водных экосистемах озер Рамза и Кипец также существуют условия, способствующие развитию сообществ синезеленых водорослей, но их отличает разнообразный видовой и экологический состав. Отдельные виды достигают массового развития, однако «цветения» вод не наблюдается, поскольку в них реализуется свойство многих представителей синезеленых водорослей, наряду с высшими водными растениями, диатомовыми водорослями и бактериями, включаться в общую систему процессов фотосинтеза, круговорота биогенных веществ, переработки органического вещества вплоть до его минерализации.

Речные озера Рамза и Кипец являются мелководными хорошо прогреваемыми проточно-руслowymi водоемами с широко развитыми зонами высшей водной растительности. Большую часть вегетационного сезона прозрачность озерных вод прослеживается до дна. По трофическому статусу, то есть по степени обеспеченности биогенами, по определенному соотношению процессов продуктивности, аккумуляции и деструкции органического вещества, озера относятся к эвтрофному типу. Поставщиками биогенов являются не только толщи слагающих водосборы донских моренных отложений, перекрывающие их проблематичные покровные суглинки и почвы зоны аэрации. Значительные их объемы связаны с высокой степенью сельскохозяйственного освоения территории, ее распашкой и внесением удобрений.

Проточно-русловой гидродинамический режим, морфометрические и морфологические параметры акваторий создают широкий диапазон гидрофизических и гидрохимических условий. На фоне этого трудно переоценить значение обширных зон заросших разнообразной водной растительностью мелководий. Речные озера Вороны характеризуются многообразием биотопов, благодаря чему наблюдается чрезвычайное видовое богатство сообществ низших водорослей [4]. Пробы фитопланктона отбирались из толщи воды, изуча-

лись также сообщества микрофитобентоса, – это смывы обрастаний высшей водной растительности, налетов на предметах, погруженных в воду, наилок, рыхлые, в виде пленок, слизистых сгустков плавающие на поверхности воды и выстилающие дно различные дерновинки. В пробах фитопланктона из толщи воды в пределах открытого водного пространства, низшие водоросли практически отсутствуют. Они наблюдаются непосредственно среди зарослей водной растительности, выступая как литорально-планктонные. И чрезвычайно разнообразны сообщества микрофитобентоса, причем наибольшее видовое богатство связано с обрастаниями водной растительности.

В составе сообществ диатомовых водорослей широко распространены с оценками обилия в массе, очень часто, часто такие виды как *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *S. rotula* (Kütz.) Hendeby, *Aulacoseira alpigena* (Grun.) Krammer, *A. italica* (Ehr.) Grun. et var. *tenuissima* (Grun.) Sim., *A. granulata* (Ehr.) Sim., *A. islandica* ssp. *helvetica* (O. Müll.) Sim., *Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round, *Melosira varians* Ag., *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Asterionella gracillis* (Hantzsch.) Heib., *Synedra berlinensis* Lemm. В сообществах микрофитобентоса преобладают виды *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehr.) Grun. et var. *venter* (Ehr.) Grun., *F. brevistriata* Grun., *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz., *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun., *E. bigibba* Ehr., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Grun. et var. *aequalis* (Kütz.) Hust., *S. tabulata* (Ag.) Kütz., *Navicula anglica* Ralfs., *N. bacillum* Ehr., *N. bicapitata* Hust., *N. cari* Ehr., *N. cuspidata* Kütz., et var. *ambigua* (Ehr.) Grun. et var. *hankae* Skv. et f. *craticularis* Skv., *N. cryptocephala* Kütz., *N. crucicula* (W. Sm.) Donk., *N. hungarica* Grun. et var. *capitata* Cl., *N. gastrum* Ehr. et var. *limnetica* Skv., *N. lacustris* var. *elongata* Skv. et Mayer, *N. oblonga* Kütz., *N. pupula* Kütz. et var. *rectangularis* (Greg.) Grun., *N. platystoma* Ehr., *N. placentula* (Ehr.) Grun. et f. *latiuscula* (Grun.) Meist. et var. *rostrata* A. Mayer, *N. pusio* Cl., *N. radiosa* Kütz., *N. tuscula* (Ehr.) Grun., *Gomphonema augur* Ehr., *G. acuminatum* var. *coronatum* (Ehr.) W.Sm. et var. *trigonocephala* (Grun.) Cl., *G. constrictum* Ehr., *G. intricatum* Kütz. et var. *pumilum* Grun., *G. olivaceum* (Lyngb.) Kütz., *G. sphaerophora* Ehr., *G. parvulum* (Kütz.) Grun., *Ephemia* Breb.: *E. sorex* Kütz. et var. *gracilis* Hust., *E. intermedia* Fricke, *E. zebra* (Ehr.) Kütz. et var. *porcellus* (Kütz.) Grun. et var. *saxonica* (Kütz.) Grun., *E. turgida* (Ehr.) Kütz. et var. *granulata* (Ehr.) Grun., *Cymbella ventricosa* Kütz., *C. leptoceros* (Ehr.) Grun., *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun. et var. *maculata*

(Kütz.) V.H., *C. turgida* (Greg.) Cl., *C. ventricosa* Kütz., *C. cymbiformis* (Ag. ? Kütz.) V.H., *C. microcephala* Grun., *C. tumida* (Breb.) V.H., *C. norvegica* Grun., *C. obtusiuscula* (Kütz.) Grun., *C. hybrida* Grun., *Stauroneis anceps* Ehr. et f. *gracilis* (Ehr.) Cl., *Achnanthes munitissima* Kütz., *Stauroneis anceps* Ehr., *Nitzschia acicularis* W.Sm., *Nitzschia subtilis* (Kütz.) Grun., *N. sublinearis* Hust., *Cocconeis placentula* Ehr. et var. *aegyptia* (Ehr.) Cl. et var. *intermedia* (Herib. et Perag.) Cl. et var. *rouxii* (Brun. et Perag.) Cl., *C. pediculus* Ehr. et var. *minutissima* Poretzky, *Denticula tenuis* Kütz., *D. elegans* Kütz., *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O.Müll. et var. *ventricosa* (Ehr.) Grun., *Amphora ovalis* Kütz. et var. *libyca* Kütz. et var. *gracilis* Ehr., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *G. attenuatum* (Kütz.) Rabenh., *G. scalproides* (Rabenh.) Cl., *Cymatopleura solea* (Breb.) W.Sm. et var. *apiculata* (W. Sm.) Ralfs. и многие другие.

Среди синезеленых водорослей повсеместно наблюдаются *Dactylococcopsis raphidioides* Hansg., *Merismopedia glauca* f. *insignis* (Schkorb.) Geitl., *Pseudoholopedia convoluta* (Breb.) Elenk., *Microcystis hansgirgiana* (Hang.) Elenk., *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk., *Microcystis pulverea* f. *holsatica* (Lemm.) Elenk., *Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb., *Coelosphaerium dubium* Grun., *Anabaena hassalii* f. *minor* V. Poljansk., *Anabaena spiroides* Kleb., *Nodularia spumigena* Mert., *Pseudoanabaena bipes* Bøcher, *Ostillatoria planctonica* Wolosz., *Borzia sudetica* Erceg., *Spirulina abbreviata* Lemm., *Spirulina Massartii* (Kuff.) Geitl., *Romeria leopoliensis* (Racib.) Koczw., *Phormidium ambiguum* Gom., *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom., *Phormidium papyraceum* (Ag.) Gom., *Phormidium uncinatum* (Ag.) Gom., *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm., *Lyngbya lagerheimii* (Mob.) Gom., *Lyngbya spendens* Tschern., *Schizothrix fragilis* (Kütz.) Gom. и многие другие.

В период 2010-2012 гг. аномально высокие летние температуры воздуха соответственно сопровождались повышенными температурами вод. Систематическое повторение в течение трех лет высоких температур нашло отклик в составе вегетационных сукцессий низших водорослей. Особенно ярко он проявился в акваториях мелководных озер Рамза и Кипец, в которых температуры в приповерхностной части слоя воды в дневное время могли достигать 30 °С, а иногда и более. Сообщества диатомовых водорослей несколько снизили свое видовое разнообразие, что в целом характерно для середины вегетационного сезона. Время конец июня – июль, иногда до середины августа,

наиболее благоприятно для процветания синезеленых водорослей. Реакция их сообществ в 2012 году была весьма выразительной. Они стали более разнообразными в видовом отношении, чем в предыдущие годы наблюдений (2007-2009 гг.), для которых условия вегетации можно принять как эталонные. Также, в отличие от прошлых лет, распространились представители синезеленых, характерные для теплых и даже горячих вод.

Среди теплолюбивых видов синезеленых водорослей ранее наблюдались два вида, которые в 2012 году, по сравнению с предыдущими годами исследований, приобрели большие оценки обилия. Это *Phormidium papyraceum* (Ag.) Gom. – Формидиум бумагообразный, с оценками обилия нередко, часто в оз. Рамза и в заливе Кипец, в виде плавающих темно-зеленых дерновинок (характерные условия обитания – текущие и стоячие воды, соленые водоемы, горячие источники, на влажной земле) и *Phormidium ambiguum* Gom. – Формидиум непостоянный, с оценками обилия очень часто в оз. Рамза и оз. Кипец, в виде плавающих темно-зеленых дерновинок (стоячие и текущие воды, болотная почва, горячие источники).

Впервые появились и получили широкое распространение такие виды как *Synechocystis aquatilis* Sauv. – Синехоцистис водяной, с оценками обилия часто в оз. Кипец в заливе Кипец в виде плавающих дерновинок (характерно распространение в стоячих или медленно текущих солоноватых или грязноватых водах и в теплых источниках); *Phormidium laminosum* (Ag.) Gom. – Формидиум пластинчатый, с оценками обилия в массе в заливах Мохов Угол и Кипец, в оз Рамза, плавающие дерновинки, обрастания водной растительности (наблюдается в стоячих водах, на орошаемых скалах, в почвах и, особенно, в горячих источниках); *Phormidium tenue* (Menegh.) Gom. – Формидиум тонкий, с оценками обилия в массе в заливе Мохов Угол оз. Кипец, обрастания водной растительности, темно-зеленые дерновинки (стоячие воды, горячие и минеральные источники); *Phormidium valderiae* (Delp.) Geitl. – Формидиум вальдерианская, с оценками обилия в массе в заливах Мохов Угол и Кипец, в оз Рамза, дерновинки (встречается в текущих и стоячих водах, на орошаемых скалах, в почвах, а также в горячих источниках); *Microcystis aeruginosa* f. *pseudofilomentosa* (Grow) Elenk. – с оценками обилия очень часто в заливе Кипец, обрастания водной растительности (характерен для водоемов Нижнего Днепра, Средней Азии (Старая Бухара); *Lyngbya trunci-*

*cola* Ghose – Лингвия обрубленная, с оценками обилия очень часто в заливах Мохов Угол и Кипец, в оз. Рамза, обрастания водной растительности (наблюдается в стоячих водах Крыма); *Anabaena birgei* G.M. Smith. – Лингвия Берга, с оценками обилия в массе в заливах Мохов Угол и Кипец, в оз. Рамза, дерновинки, обрастания водной растительности (водоемы Средней Азии, оз. Иссык-Куль, Аральское море); *Nematonostoc flagelliformis* (Berk. et Curt.) Elenk. – Нематоносток плетевидный, с оценками обилия в массе в заливах Мохов Угол и Кипец, обрастания водной растительности (встречен на сухих, содержащих известь почвах, в пустынях и в высокогорных областях, в водоемах окрестностей Астрахани и Красноармейска, в предгорьях Алтая, в Казахстане, Китае); *Mastigocladus laminosus* Cohn. – Мاستигокладус пластинчатый, с оценками обилия очень часто в заливе Кипец, в обрастаниях водной растительности (часто встречается в горячих источниках); *Anabaena viguieri* Denis et Fremy – Анабена Вигнера, с оценками обилия очень часто оз. Рамза, дерновинки (Украина, водоемы Винницкой области); *Merismopedia punctata* Meuyen – Мерисмопедия точечная, с оценками обилия очень часто в оз. Рамза, дерновинки (встречается в стоячих водах, в планктоне, а также в горячих источниках); *Spirulina meneghiniana* Zanard. – Спирулина Менегиниана, с оценками обилия в массе в оз. Рамза, обрастания водной растительности (соленые воды, а также горячие источники, Саратовская область, Крым).

В составе сообществ диатомовых водорослей в водоемах заповедника встречены таксоны, ранее в регионе не известные. Например, среди диатомей это *Neidium dubium* var. *constricta* Hust., *Caloneis ignorata* Skv., *Amphora costulata* Skv., *Gomphonema ventricosum* f. *curta* Skv., *Diatoma elongatum* var. *capitellata* Poretzky, *Pinnularia rangoonensis* Grun., *Stauroneis wislouchii* f. *parva* Poretzky et Anissimova. Среди синезеленых водорослей наблюдаются ранее неизвестные в водоемах территории России и центральных районов Европейской части такие виды как *Romeria chlorina* Bøcher, *Lyngbya majuscula* Harvey, *Spirulina curta* (Lemm.) Geitl. и другие таксоны.

По наблюдениям 2012 года список представителей диатомовых водорослей пополняют *Eunotia fallax* var. *gracillima* Krasske, *Cymbella ventricosa* var. *ovata* Grun., *Surirella didyma* Kütz. Среди представителей синезеленых водорослей это *Merismopedia elegans* A.Br., *Gomphosphaeria lacustris* f. *compacta* (Lemm.) Elenk., *Woronichinia*

*naegiliana* (Ung.) Elenk., *Spirulina labyrinthiformis* (Menegh.) Gom., *Spirulina minima* A. Wurtz., *Anabaena minima* Tschernov, *Ostillatoria ornata* f. *planctonica* Ehr., *Phormidium fragile* (Menegh.) Gom., *Stigonema hormoides* (Kütz.) Born. et Flah., *Beckia bella* (G. Bech) Elenk., *Microcoleus lacustris* (Rabenh.) Farl. Большой интерес вызывает распространение в оз. Кипец в массе вида *Ostillatoria coerulea* Gickl. Для обильного распространения его зеленых дерновинок, имеющих «голубой блеск», благоприятны условия существования в иле, при выделении сероводорода.

Итак, низшие водоросли водоемов заповедника «Воронинский» изучаются нами с 2007 года [2]. На их видовое богатство в экологически благополучных природных водных экосистемах влияет не только разнообразие биотопов. Так, в результате повторяющихся в течение ряда лет аномально высоких летних температур, в 2012 году произошло появление и массовое расселение представителей теплолюбивых видов синезеленых водорослей, ранее для водоемов региона не свойственных. В составе диатомей также найдены новые таксоны. Это способствовало расширению систематических списков синезеленых и диатомовых водорослей. По уточненным на 2012 год данным инвентаризации тип синезеленые водоросли (цианобактерии) насчитывает 176 видов и внутривидовых таксонов, принадлежащих 47 родам, а отдел диатомовые водоросли представлен 444 видами и внутривидовыми таксонами, принадлежащими 45 родам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферова Г. А. Биоиндикация в геоэкологии: об эвтрофировании межледниковых, голоценовых и современных поверхностных водных систем бассейна Верхнего Дона / Г. А. Анциферова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2005. – № 1. – С. 240-250.
2. Анциферова Г. А. Низшие синезеленые и диатомовые водоросли государственного природного заповедника «Воронинский» / Г. А. Анциферова, С. Н. Богатырева // Труды государственного природного заповедника «Воронинский». – Тамбов : Изд-во Першина Р. В., 2009. – Т. 1. – С. 52-106.
3. Анциферова Г. А. Озера долины реки Ворона как естественный современный рефугиум диатомовых водорослей центра Восточно-Европейской равнины / Г. А. Анциферова, Л. Е. Борисова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – Воронеж, 2009. – № 2. – С. 85-92.
4. Анциферова Г. А. Разнообразие биотопов и видовое богатство микрофитоценозов проточно-руслых озер р. Вороны / Г. А. Анциферова // Проблемы изуче-

*Г.А. Анциферова*

ния краевых структур биоценозов : материалы 3-й Международной научной конференции – Саратов : Изд-во

Саратовского государственного университета, 2012. – С. 16-22.

Анциферова Галина Аркадьевна  
доктор географических наук, профессор кафедры природопользования ф-та географии и геоэкологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)66-56-54, E-mail: [g\\_antsiferova@mail.ru](mailto:g_antsiferova@mail.ru)

Antsiferova Galina Arkad`yevna  
Doctor of Geography, Professor of the chair of management of nature of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8 (4732) 66-56-54, E-mail: [g\\_antsiferova@mail.ru](mailto:g_antsiferova@mail.ru)