

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
озероведения Российской академии наук,
д.г.н., проф., академик РАН



/ Румянцев В.А. /

24 января 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации Шарафутдиновой Гульнары Феметдиновны на тему «Моделирование продукционно-деструкционных отношений в озерных экосистемах», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле)

Актуальность темы определяется тем, что наблюдающееся в промышленно развитых регионах усиление антропогенного воздействия на водные экосистемы неминуемо сопровождается изменением и нарушением эволюционно сложившихся биоценозов, уменьшением видового разнообразия, в результате чего снижается способность экосистемы к самоочищению и неизбежно наступает ее постепенная деградация. На примере США в международном проекте «Меняющийся мир: географический подход к изучению» (1991) было показано, что в 88 % штатов США в начале 1990 гг. уже были отмечены проблемы в изменении состава и свойств водных объектов. При этом проблема загрязнения биогенами природных вод была выявлена в 83 % штатов США, а проблема снижения содержания в воде кислорода – в 88,5 % штатов.

Естественное эвтрофирование водоемов выражается в переходе от малопродуктивного состояния их экосистем к высокопродуктивному и развивается чрезвычайно медленно (для озер - тысячелетиями). Обычно эвтрофирование начинается с увеличения притока биогенов в водоем. Известно, что за первые 40 лет XX века антропогенный приток фосфора в воду возрос в 2 раза, за последующие 40 лет - более чем в 4 раза. Повышение в среде содержания растворенных форм минерального фосфора играет решающую роль при

эвтрофировании внутриконтинентальных водоемов, азот же и другие элементы в меньшей степени ускоряют этот процесс. Конец XX века был отмечен поиском «границных» концентраций фосфора (и азота) для разделения водоемов по трофности, становлением и развитием «полуэмпирической теории эвтрофирования водоемов» и индексологии трофности, нахождением квалиметрических и нумерических шкал для оценочных критериев трофности (см. труды Б.Л. Гусакова, В.Г. Драбковой, Н.А. Петровой, И.А. Андрониковой, И.С. Копландикса, и др., ИНОЗ РАН).

Дополнительное поступление в водоем биогенов за счет антропогенной составляющей стока вызывает постепенное увеличение продукции и биомассы начальных звеньев трофической цепи. Такое эвтрофирование получило название «антропогенного эвтрофирования», а Ю. Одум назвал его «злокачественным увеличением первичной продукции в водоеме». Его, по мнению Г.Г. Винберга, нельзя отождествлять с загрязнением до тех пор, пока суммарное содержание азота и фосфора не превысит концентрацию углерода в водоеме.

В наши дни развиваются положения В.И. Вернадского «о биогенной миграции и иммобилизации химических элементов в биосфере», «об ускорении биогенной миграции химических элементов в биосфере»; «теория полифункциональной роли организмов в самоочищении воды», представления об «экологической хеморегуляции биосферы». Развиваются водно-экологическое нормирование и моделирование, которое нацелено на описание процессов динамики, массообмена и трансформации компонентов водных экосистем и получения прогнозов загрязнения и трансформации экосистем, антропогенного эвтрофирования, биохимического самоочищения экосистем.

В связи со сказанным избранная Г.Ф. Шарафутдиновой тема диссертации представляется достаточно актуальной.

Характеристика структуры и содержания исследования. Работа выполнена на кафедре Прикладной экологии Факультета экологии и физики природной среды Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Российский государственный гидрометеорологический университет и в НИЛ Моделирования

и диагностики геосистем Факультета географии и геоэкологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный университет.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 204 наименований. Общий объем работы – 192 страницы. Текст работы сопровождается 40 рисунками и 10 таблицами. Структура работы в полной мере раскрывает как теоретические положения проведенного исследования, так и основные результаты, полученные автором.

Целью диссертационной работы является количественная оценка формирования продуктивности и возможности самоочищения экосистем малых озер на основе математического моделирования и данных мониторинга. Для достижения поставленной цели автором решались следующие задачи:

1. Проведение натурных наблюдений в 2010-2012 гг. на четырех озерах Карельского перешейка, различающихся по режиму продуцирования органического вещества;
2. Формализация влияния факторов среды и биоты на продукционно-деструкционные отношения в малых озерах;
3. Селекция алгоритмов для представления факторного воздействия и разработка P/D-модели в целом;
4. Идентификация и верификация разработанной модели на озерах Карельского перешейка по натурным и литературным данным;
5. Апробация P/D-модели и оценка P/D-баланса органического вещества планктонного сообщества в водоемах различной трофности по результатам моделирования и натурным данным.

Основные разделы диссертации Шарафутдиновой Г.Ф. представлены 4 главами, введением и заключением.

Первая глава представляет собой обзор состояния проблемы, в котором освещена история вопроса изучения первичной продукции в озерах и отчасти в морях. В основном, это история вклада отечественных и зарубежных ученых в решение проблемы. В ней также обсуждается влияние основных факторов,

воздействующих на процессы трансформации органического вещества, их эффект и характер влияния. Основными воздействующими факторами, рассмотренными в работе, считаются температура воды, солнечная радиация, прозрачность воды, мутность, содержание биогенных элементов (фосфора, азота и кремния), содержание тяжелых металлов, активная реакция среды, глубина, ледовые условия, биомасса фито-, зоо- и бактериопланктона. Воздействие на процессы образования и разрушения органического вещества некоторых из представленных факторов, а именно поступления солнечной радиации, температуры воды и содержания биогенных элементов известны давно. Воздействие содержания тяжелых металлов и активной реакции среды известны только из экспериментов или натуральных наблюдений.

Во второй главе подробно представлены полевые исследования автора скоростей первичного продуцирования и деструкции органического вещества, а также воздействующих факторов в четырех озерах Карельского перешейка в 2010-2012 гг. Собран обширный литературный материал по составу и свойствам воды озер, в основном, по первичной продукции, исследованной в озерах Карельского перешейка с 1958 по 1989 гг. Выполнены обобщение и анализ всего полученного из литературных источников и собранного самостоятельно материала, оценен характер, природа, динамика и степень изменения продукции во времени и пространстве.

Автором сделана попытка типизировать все рассмотренные водоемы, но ввиду большого количества различных классификаций одно и то же озеро могло быть отнесено к разным типам эвтрофирования. Примерно с той же ситуацией сталкивается большинство исследователей, пытаясь оценить степень эвтрофирования по косвенным показателям, таким как прозрачность воды, содержание хлорофилла *a*, содержание биогенных элементов и т. д. Несмотря на удовлетворительные результаты гидрохимических анализов, проведенные гидробиологические наблюдения указывали на тенденцию ухудшения экологического состояния водного объекта, и наоборот. Как показано в работе, решение проблемы разрозненности методов и подходов оценки эвтрофирования водоемов лежит либо в натуральных измерениях скорости продуцирования и

деструкции органического вещества, либо в создании комплексной модели, где влияние всех этих важных для развития процесса факторов будет учтено. Такая модель предложена в данной работе.

Особо можно отметить несколько предложенных автором оригинальных методов, таких как метод определения количества поступающей солнечной радиации на различные горизонты под воду и метод оценки трат на обмен фитопланктона озер. В первом методе сходимость рассчитанных и измеренных значений оказалась очень хорошей, так коэффициент корреляции составил 0.99, критерий случайности – 0.048, а по известному критерию 0.674σ 97 % предсказанных значений оказались удовлетворительными.

Согласно второму методу в трех малых озерах в 2010 и 2011 гг. траты на обмен фитопланктона находятся в диапазоне 11-33 % от чистой продукции фитопланктона, что в среднем составило 22 %. Если считать процентное отношение трат на обмен к валовой первичной продукции, то в среднем оно составило 18 %, что не противоречит известным из литературных источников значениям.

В третьей главе диссертации рассмотрены теоретико-методологические основы моделирования первичной продукции и деструкции органического вещества в водных экосистемах: простейшие популяционные модели, Л и М-подходы; моделирование факторов среды, лимитирующих образование первичной продукции и скорость деструкции ОВ; модель экосистемы в целом.

Здесь сформулирована сама модель продукционно-деструкционных отношений, рассмотрен и обоснован выбор функций, описывающих влияние тех или иных факторов на скорость образования и разложения органического вещества.

В четвертой главе описана процедура апробации предложенной модели. Она проводилась в два этапа. На первом этапе – идентификации модели, производилась настройка модели по данным, полученным из натуральных исследований на четырех озерах Карельского перешейка путем многократного воспроизведения решения с возможностью изменения параметров модели с целью уменьшения невязки между натурными данными и модельным решением. На

втором – верификации модели, производилась проверка работы модели на независимом материале, полученном из наблюдений или из литературных источников. В этом случае параметры моделей не менялись.

Сходимость фактических и рассчитанных значений оценивалась с помощью критерия случайности, критерия 0.674σ и коэффициента корреляции. Согласно этим критериям идентификацию модели можно назвать успешной, а на этапе верификации удовлетворительной оказалась только сходимость скорости продуцирования органического вещества, но не модель в целом.

Эксперименты с моделью позволили получить интересные выводы о характере отклика продукционно-деструкционных процессов в озере на изменения факторов окружающей среды, воздействующих как по отдельности, так и в совокупности.

Автором работы предложена шкала кратности насыщения воды автохтонным органическим веществом, с помощью которой можно ответить на вопрос: справляется ли данный водоем с оказываемой на него биогенной нагрузкой, способен ли он при данном уровне производства и поступления органического вещества к самоочищению? В ней так же учтены поправки на поступление органического вещества через различную степень гумозности водоемов. «Злокачественным» предложено считать трехкратное и более превышение скорости продуцирования органического вещества над скоростью его утилизации планктонным сообществом, проинтегрированных за период открытой воды в водоеме.

В заключении рассмотрены основные выводы по работе.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в том, что автором впервые:

- сформулирована и реализована модель первичной продукции и деструкции органического вещества, отличающаяся одновременным учетом воздействующих факторов физической, химической и биологической природы;
- предложена методика оценки формирования первичной продукции и самоочищения в малых озерах по разработанной модели, учитывающей влияние различных факторов естественного и антропогенного воздействия;

- на основе модельных расчетов выполнена оценка изменения продукционных возможностей озер и их самоочищения при различных сценариях изменения физических, химических и биологических факторов;
- разработана методика оценки баланса процессов образования и разрушения органического вещества озерных экосистем с учетом степени насыщения воды аллохтонным органическим веществом и степени гумозности озер.

Обоснованность, достоверность и практическая значимость результатов исследования. Результаты исследования и выводы, приведенные в диссертационной работе, основываются на данных, полученных лично автором в полевых и лабораторных условиях и по литературным источникам. Вклад автора состоит в том, что в основу диссертации положен фактический материал, полученный в результате проведения экспедиционных работ и летних полевых практик РГГМУ и СПбГУ в течение 4 лет (с 2008 по 2012 гг.), из которых 4 проходили при непосредственном участии автора. Автором лично проведен комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований озер, а также серия пробоотборных работ.

Оценка полноты и достоверности результатов исследований выявила следующее:

1 - в работе использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, моделирования, компьютерной разноаспектной визуализации полученных результатов;

2 - идея работы базируется на обобщении многолетних исследований водных экосистем в СПбГУ, РГГМУ и других организациях, достоверность результатов работы подтверждается их внутренней непротиворечивостью и соответствием теоретическим положениям фундаментальных исследований в области закономерностей распределения факторов и компонентов в озерных экосистемах;

3 - применением принципов и методов системного анализа, математических, статистических и других современных научных методов, использовавшихся для

оценки адекватности и точности прогнозирования динамики компонентов водных экосистем;

4 - апробацией результатов исследований на научно-практических конференциях, отражением основных результатов диссертации в открытой печати. Автором опубликовано 9 работ по теме исследования, в том числе 2 - в изданиях, реферируемых ВАК.

5 - результаты работы апробированы в рамках выполнения темы гранта РФФИ 09-05-01000-а «Разработка и апробация моделей продукционно-деструкционных отношений, самоочищения и интегральной оценки продуктивности водных экосистем» в 2009-2010 гг. на базе НИЛ Моделирования и диагностики геосистем СПбГУ (научный руководитель проф. В.В. Дмитриев).

Практическое значение результатов работы определяется тем, что они могут найти применение в качестве основы для разработки точечных, блочных и непрерывных моделей водных экосистем, обоснования региональных ПДК и нормативов допустимых воздействий на водные экосистемы.

Замечания по результатам исследования. В целом диссертационная работа заслуживает высокой оценки. Однако, она не лишена недостатков и вопросов, к которым можно отнести следующие:

1. В тексте диссертации и автореферата отсутствует ссылка на «области исследования» паспорта специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле), по которым выполнялась диссертационная работа.

2. Интерпретация значений продукционно-деструкционных отношений уже существовала в классических работах известных лимнологов. Зачем нужны новые шкалы, в чем принципиальное отличие авторской шкалы от существующих.

3. Автору необходимо объяснить неудовлетворительную сходимость фактических и рассчитанных с помощью предложенной модели значений на этапе верификации модели.

4. Репрезентативная оценка трофности водоема предполагает анализ 3-5 летних рядов продуктивности водной экосистемы. Двухгодичное исследование - малый срок для адекватной идентификации полученной модели. Возможно, автору при исследовании адекватности модели следовало сделать выбор в пользу более

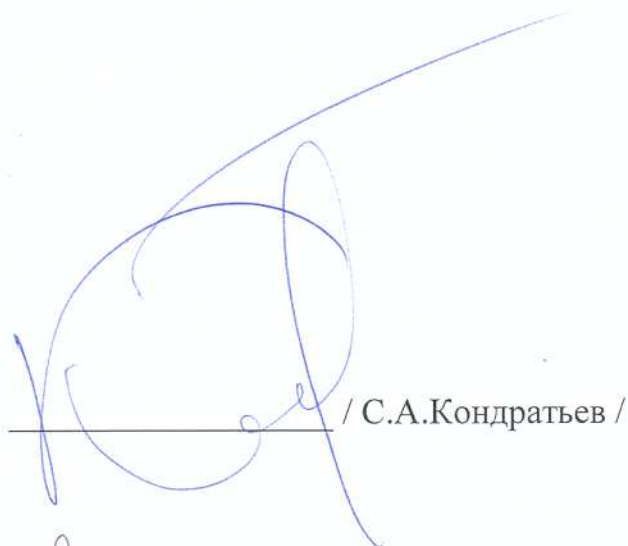
длительных исследований, данные по которым можно было бы получить из фондовых, каталожных, литературных источников и только потом переходить к данным собственных наблюдений.

Оценка соответствия диссертации требованиям ВАК. Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. №74 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. №475). Выводы и результаты работы в достаточной мере обоснованы. Работа отвечает требованиям и критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Шарафутдинова Гульнара Феметдиновна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (Науки о Земле).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании совместного семинара лабораторий гидрологии и математических методов моделирования Института озероведения РАН от 20 января 2014 г., протокол № 1. Отзыв составлен д.ф.-м.н. С.А. Кондратьевым.

Заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института озероведения Российской академии наук, заведующий лабораторией математических методов моделирования, д.ф.-м.н.

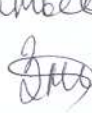
20.01.2014

 / С.А.Кондратьев /

Тадгисъ
Заверено



рукой С.А. Кондратьева
директор-референт

 М.Г. Зеленкова