

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

ШАРАФУТДИНОВОЙ ГУЛЬНАРЫ ФЕМЕТДИНОВНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННО-ДЕСТРУКЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ В ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология

1. Актуальность избранной темы. В автореферате заявлена следующая цель, достижению которой посвящено диссертационное исследование: «количественная оценка формирования продуктивности и возможности самоочищения экосистем малых озер на основе математического моделирования и данных мониторинга». Разумеется, тема работы весьма своевременна и актуальна. Северо-запад России имеет огромное количество малых озёр. Очевидно, что определение экологически обоснованных норм антропогенного воздействия на экосистемы водоёмов требует учёта особенностей функционирования их экосистем, а продуктивность водоёмов и способность к самоочищению являются важнейшими экологическими параметрами. При этом очевидна невозможность скрупулёзного исследования всех водных объектов. Следовательно, нормы воздействия следует определять на основе математических моделей, отражающих общие черты функционирования водных экосистем. Поэтому тема работы весьма своевременна и актуальна.

2. Новизна и достоверность полученных результатов. Автором самостоятельно проведены важные и своевременные исследования ряда малых озёр Карельского перешейка; созданы информационная база данных и геоинформационная система, содержащие как результаты собственных полевых исследований автора, так и обобщённые материалы исследований по 40 озерам Карельского перешейка за период с 1958 по 2012 год. Также автором было выполнено экспериментальное определение параметров используемых в модели функциональных зависимостей и разработан и апробирован метод определения подводной освещённости на основе измерений оптической плотности воды. Ею была разработана и реализована компьютерная модель первичной продукции и деструкции органического вещества, на которой был выполнен ряд численных экспериментов по оценке: формирования первичной продукции и самоочищения в экосистемах малых озер; изменения продукционных возможностей озер и их самоочищения при различных сценариях изменения физических, химических и биологических факторов; баланса процессов образования и разрушения органического вещества озерных экосистем с учётом степени насыщения воды аллохтонным органическим веществом и степени гумозности озер. Достовер-

ность полученных результатов была проверена с помощью ряда статистических критериев. Очевидно, что объём автореферата не позволяет подробно осветить этот важнейший этап построения модели, но в докладе следует разъяснить алгоритмы идентификации и верификации.

Основные положения диссертации прошли апробацию на научных форумах регионально-го, российского и международного значения. Главные результаты исследований отражены в 10 публикациях.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

В автореферате не приводятся названия глав работы. Вероятно, это сделано для экономии места, однако не способствует пониманию сущности работы. В первой главе рассматриваются основные понятия и термины, используемые в работе, методы, применяемые для определения величины первичной продукции и деструкции. Здесь же приводится перечень фамилий исследователей, занимавшихся проблемой определения продукции, однако отсутствуют ссылки на литературные источники. Также приводится перечень факторов, определяющих в модели уровень продукции. На рисунке 1 приводится общая схема воздействия абиотических и биотических факторов среды на продукционно-деструкционные отношения в водной экосистеме на «планктонном» уровне. Однако схема нуждается в коррекции: логичнее было бы в подрисуночной подписи разъяснить обозначения, а так неясно, что обозначают символы «W», «Δ» и «Д», так как выше в тексте объяснения отсутствуют.

Вторая глава содержит обсуждение проблемы нехватки репрезентативных параметров при составлении схем государственного мониторинга поверхностных вод и результаты натурных исследований автора. Возможно, составление схем мониторинга может являться темой отдельной диссертационной работы и не вписывается органично в данную работу. К сожалению, в автореферате не объясняется методика расчёта величины первичной продукции по данным натурных исследований. Вероятно, автор применяла метод светлых и тёмных сосудов. Однако в тексте автореферата размерность первичной продукции – «мг сух.веса/л•сут», в то время размерность продукции и деструкции, получаемая в результате метода тёмных и светлых сосудов – «мгО/л•сут». Возможно, следовало бы привести формулу пересчёта. На основании натурных данных сделан вывод, что пространственная изменчивость величины первичной продукции больше временной изменчивости. К сожалению, в тексте автореферата нет сведений о том, применялись ли какие-либо методы статистического анализа для подтверждения данного вывода. В качестве причины этого феномена приводится утверждение о существенном повышении значений солнечной радиации и

температуры при перемещении с севера на юг Карельского перешейка, однако сами величины не приводятся. На рисунке 2 представлено формальное подразделение исследованных озёр на 4 группы по расположению. Из текста непонятно, учитывалось ли только географическое расположение озёр, или в расчёт принимались ещё какие-либо признаки? На этом рисунке отмечена принадлежность экосистем озёр к мезотрофной или эвтрофной стадии развития, но отсутствует разъяснение, по какому признаку или группе признаков выполнено отнесение. Название таблицы 1 «Диапазоны и трехсредние значения $A_{\text{макс}}$ для выделенных групп озёр Карельского перешейка» недостаточно понятно, т.к. обозначение $A_{\text{макс}}$ не имеет объяснения в тексте. Также не приводятся размерности представленных значений. В автореферате нет информации о том, проводился ли статистический анализ однородности значений, относящихся к разным группам озёр.

Далее рассказывается о проведении уникальных экспериментов с прибором «Li-COR», позволивших уточнить распространение солнечной радиации в водной толще. Однако непонятно, применяется ли термин «суммарная радиация» к абсолютно всему спектру, или всё же только к его фотосинтетически активной части. Распределение относительной освещённости представлено на рисунке 3, логарифмическая горизонтальная ось которого содержит ошибку: на ней нулевое значение расположено дважды. Далее приводится очень важный вывод, что в среднем для исследованных озёр глубина фотической зоны составляет 1.5 глубины прозрачности по белому диску, а не 2 или 2.5, как в классических работах. К сожалению, объём автореферата не позволил привести описание методики получения данного соотношения. Затем приводится следующий важный результат исследований: траты на обмен составили от 11 до 33 % от чистой продукции фитопланктона, также без описания алгоритма расчёта значений.

В третьей главе рассмотрены теоретико-методологические основы моделирования первичной продукции и деструкции органического вещества в водных экосистемах и описана разработка авторской модели продукционно-деструкционных отношений в водной экосистеме. К описанию модели есть ряд замечаний. Упоминается, что на первом этапе рассчитывалась валовая первичная продукция фитопланктона. При этом в качестве одного из параметров используется биомасса фитопланктона. К сожалению, в автореферате отсутствует описание методики отбора проб и определения биомассы фитопланктона. Набор факторов делится на две категории: ресурсные – свет, биогенные элементы и физиологические – температура, тяжелые металлы и pH. Принимается, что законы толерантности относятся в первую очередь к физиологическим факторам, а законы лимитирования – исключительно к ресурсным. Получается, что ингибирование фотосинтеза высокими значениями солнечной радиации исключается. В качестве обоснования этого положения указывается

высокая цветность исследованных озёр. Однако рецензент также неоднократно проводил исследования озера Суури, цветность которого не превышала 20 градусов по платиново-кобальтовой шкале. Из текста автореферата непонятно, почему влияние температуры на скорость биосинтеза моделируется по линейному закону со значением коэффициента, равным 0.023, так как в тексте нет ссылки на значение оптимальной температуры. Получается, что специфика видов задаётся только с помощью параметра t_0 , т.е. температуры воды, при которой биосинтез отсутствует, а оптимальная температура фотосинтеза для всех видов принимается одинаковой, что не соответствует действительности. В качестве недостатка приходится отметить отсутствие нумерации формул, что затрудняет их обсуждение. Непонятно, почему формула лимитации первичной продукции дефицитом ресурса Михаэлиса-Ментен в форме Моно применяется к значению рН, хотя утверждается, что этот параметр рассматривался в качестве физиологического фактора, к которому относятся законы толерантности. Очевидно, что в этом случае логичнее было бы применить куполообразную зависимость, с равным 1 максимумом в диапазоне оптимума, и двумя нисходящими ветвями в областях пессимума.

В четвёртой главе описываются процедуры идентификации и верификации разработанной модели. В таблице 2 автореферата приводятся результаты проверки сходимости рассчитанных и фактических данных двух показателей: скорости продукции органического вещества и отношения «продукция/деструкция». Вызывает удивление крайне низкое значение коэффициента корреляции (-0.005) между модельными и литературными значениями отношения «продукция/деструкция».

Далее приводятся результаты анализа временной изменчивости продукционно-деструкционных отношений в водных экосистемах по результатам моделирования и проведённых с моделью экспериментов. Спорным представляется использование автором отношения «продукция/деструкция» в качестве показателя трофического статуса водной экосистемы. Рассматривается принадлежность водоема к тому или иному трофическому классу по P/D-отношению в любой момент его определения. Вероятно, в качестве основного показателя трофического статуса следует рассматривать годовую величину первичной продукции. Очевидно, что в период пика вспышки фитопланктона содержание биогенных элементов в фотическом слое близко к 0, и, соответственно, первичная продукция также близка к 0.

Обобщённые выводы работы содержат некоторые спорные положения. Так, утверждается, что введено определение P/D-отношения, хотя это отношение рассматривалось ещё в классических работах Ю. Одума. Термин P/D-баланс также представляется спорным, т.к. термин баланса обыкновенно используется к результату алгебраического уравнения,

состоящего из положительных и отрицательных членов, например, «водный баланс». Здесь же можно говорить о P/D-отношении для экосистемы в целом. Вывод, что в олиготрофных водоемах P/D-баланс является отрицательным при всех заданных сочетаниях факторов также является дискуссионным. Это могло бы наблюдаться в экосистемах, в которых велика роль редуцентов, перерабатывающих аллохтонное органическое вещество. Однако допущением модели является тезис, что «аллохтонное органическое вещество не влияет на кормность системы». Объяснение этого феномена следующее: в олиготрофной водной экосистеме период интенсивного продуцирования нового органического вещества приходится на короткий период весенней вспышки фитопланктона. Только в этот период P/D-отношение положительно. Поэтому алгебраическая сумма P/D-отношений, рассчитанных через определённые промежутки времени внутри вегетационного периода будет отрицательной. Вывод, что «для сохранения трофического состояния и P/D-режима водной экосистеме необходимо поступление аллохтонного органического вещества с водосбора» также вызывает вопросы. Вероятно, в первую очередь необходимо поступление биогенных элементов в минеральной форме, а уже потом в органической, причём легкоразлагаемой. Вероятно, для озёр с длительным периодом условного водообмена и, соответственно, низкой степенью проточности основным условием сохранения трофического состояния является внутренняя нагрузка, т.е. возможность возврата биогенных элементов из донных осадков в водную толщу. Автор рекомендует считать «злокачественным» 3-х кратное превышение интегральной продукции над интегральной деструкцией, однако в тексте автореферата не объясняется, почему именно это значение принимается в качестве порогового.

В целом основные научные положения, выводы и рекомендации диссертации представляются доказательными и правомерными, а отдельные замечания, отмеченные в отзыве, не ставят под сомнение главные научные результаты диссертационной работы.

4. Заключение об автореферате.

Диссертация Шарафутдиновой Гульнары Феметдиновны является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой в результате исследования автором решены важные научные задачи по разработке методологии моделирования продукционно-деструкционных отношений в озёрных экосистемах.

Диссертационная работа Шарафутдиновой Гульнары Феметдиновны «МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННО-ДЕСТРУКЦИОННЫХ ОТНОШЕНИЙ В ОЗЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ» по содержанию, научному уровню и завершённости исследования соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслужи-

вает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности
25.00.36 – Геоэкология.

Доцент кафедры геоэкологии
и природопользования ФГБОУ
ВПО «Санкт-Петербургский
государственный университет»



к.г.н. Третьяков Виктор Юрьевич

