

Отзыв

официального оппонента, профессора И.А. Шульгина
на диссертацию О.А. Куричевой на тему
«Вертикальные потоки тепла, влаги и углекислого газа
в тропическом муссонном лесу Южного Вьетнама»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата биологических наук по специальности 03.02.08-экология

Исследования функционирования экосистемы, как единого целого, особенно лесной, - важная научная задача, которую стали изучать сравнительно недавно благодаря новым подходам и использованию новых методов измерения биологических и метеорологических процессов.

Особенно трудно исследование влажных тропических лесов из-за их сложности как объекта, к тому же расположенных вне России. При этом трудность выявления климатообусловленных процессов в тропических лесах связана и с тем, что глобальные изменения климата коснулись тропиков и тропической зоны, причем в некоторых регионах (в том числе и в Юго-Восточной Азии) экстремальные проявления изменчивости климата весьма велики, что подтверждают, в частности, обширные пожары в тропических лесах Индонезии во время особо значительного Эль-Ниньо 1998-1999 гг.

Среди тропических лесов особый интерес представляют сезонно-влажные леса муссонного климата Вьетнама, тем более, что осталось мало лесов, не затронутых деятельностью человека. Поэтому изучение продукционных процессов и их обуславливающих гидротермических и радиационных условий в сохранившихся заповедных лесах актуально с научной и практической точек зрения.

Новизна диссертации и обусловлена детальным рассмотрением важных сторон субстратно-энергетического баланса муссонной тропической лесной экосистемы Ю.В. Вьетнама с его сезонностью климата в течение всего года.

Новизна и значимость диссертации заключается и в том, что представлена обширная и оригинальная экспериментально-теоретическая информация, позволяющая впервые, достаточно детально, увидеть своеобразие основных эколого-физиологических процессов муссонного леса, работающего в течение года во влажные и сухие сезоны.

Новизна и значимость диссертации заключается и в том, что представленная информация получена с использованием новых методов анализа потоков углекислого газа, влаги, позволяющих комплексно исследовать лесную экосистему.

При этом рассмотрены не только потоки испаряемой влаги над лесом, но проведена детализация таких потоков под пологом леса и в почве, что позволило автору косвенно определить вклад транспирации в суммарное испарение и вполне грамотно, в соответствии с литературой, рассмотреть тему ее физиологической регуляции в связи с процессом фотосинтеза.

Не менее значимо и то, что впервые делается попытка количественного сопоставления ЭМО сезонно-влажной лесной экосистемы Ю.-В. Азии с ЭМО континентальных, постоянно влажных тропических лесов Ю. Америки и Африки и на основе этой попытки (с учетом возможностей используемых методов) высказать предварительное, но очень значимое заключение об очень сходных или одинаковых годовых результатах продукционной деятельности обоих типов лесов, особенно во влажные периоды.

Из сказанного следует, что представленная работа заслуживает ее признания значимым научным достижением в экологии (фитоэкологии) биогеоценозов. Оппонент дает на работу положительный отзыв, признавая автора достойным присуждения ему ученой степени к.б. наук.

В отношении автора можно сказать добрые слова и о том, что ей периодически приходилось выполнять работу в трудных климатических условиях, к которым мы- жители умеренного пояса – не адаптированы.

Обратимся к рассмотрению самой диссертации. Она, с весьма большим объемом, изложена на 253 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения, двух приложений и содержит много таблиц. Цитируется 268 источников литературы по теме исследования, в том числе 228 на иностранных языках. Не уверен, что нужно было многие из них цитировать, если статьи небольшого объема имели 30-38 соавторов (напр. №85, 137, 207 и др.).

Во введении обоснована актуальность исследования, представлены необходимые разделы (цель, задачи, новизна, защищаемые положения, теоретическая и практическая значимость работы).

В Главе 1 приводится весьма краткий обзор литературы по существующим исследованиям, а так же затронуты темы, касающиеся существа работы и, в частности, состояния лесов и их нарушенности. К сожалению, основные ссылки на литературу перенесены в соответствующие главы.

В Главе 2 приводятся сведения об объекте и методах исследования. Рассмотрен, хотя и очень кратко, используемый метод пульсационных наблюдений, его достоинства и недостатки.

Отмечено, что значительной проблемой является получение суточных экспериментальных данных по потокам углекислого газа и приходится прибегать к ряду методов заполнения многочисленных пропусков измерений. Полученные данные по потокам

радиационного, теплового и водного обмена обладают лучшей точностью. Даются сведения о методике фотонаблюдений за состоянием листового покрова полога леса.

В Главе 3 рассматриваются погодные условия, а так же радиационный режим за 2,5 года измерений. Показана неоднородность трёх сухих сезонов, что позволило выявить специфику поведения леса в различном диапазоне условий увлажнения. Отмечен высокий приход КВР в течение дня за счет специфического хода облачности в муссонном регионе с сильным влиянием океана.

В Главе 4 по очереди рассматриваются структура теплового баланса, влаги и обмен CO_2 атмосферы с экосистемой. Структура трех разделов аналогична, включает вначале изложение общих положений, затем анализ сезонного и суточного хода, сравнение годовых сумм с таковыми для других тропических лесов и дается «ансамблевым» методом достаточно осторожная оценка точности полученных данных. Несмотря на очень существенную неопределенность потоков CO_2 над лесом показано существенное его поглощение лесом в течение длительных сроков, что обосновано как тщательной обработкой первичных данных, так и анализом точности оценок.

В Главе 5 рассматривается взаимосвязь потоков в экосистеме. В последнем разделе этой главы обобщены полученные результаты и дается заключительная гипотеза о связи нарушенности тропического леса с его ЭМО. Глава содержит, к сожалению, повторы результатов, имеющиеся в предыдущих главах.

Нет выводов из работы; есть обширное заключение на 5 стр. и оно шире, чем поставленные задачи, хотя и отражает основное содержание диссертации.

Теперь обратимся к положительному в целом балансу достоинств и недостатков диссертации и отметим последние. Разумеется, то, что будет сказано, не отрицает значимость выполненного исследования. Сразу же отмечу, что при прочтении диссертации и автореферата создается впечатление о некоторой переоценке сделанного, о некоторой категоричности высказываемых мнений и гипотез, не подкрепляемых убедительными доказательствами их справедливости.

Непосредственно не являются сутью работы некоторые моменты, но они симптоматичны.

Начнем с раздела «Введение», в котором, в разделе «благодарности» говорится об условиях работы «на высоком уровне». На каком? На высоте 50 метров, где находился газоанализатор?

Руководителю работы отведена скромная роль всего лишь «стартера» проекта, но не повседневного научного руководителя.

Высказывается благодарность нашему факультету, в том числе и кафедре, которые формировали автору «системный взгляд», а в диссертации – «системное мышление». Какой? Куда взгляд? И сформированы ли он и они? Кафедра (по моему мнению- лучшая кафедра) давала, главным образом, научное образование и учила объективности в использовании знаний. Кафедре, где училась О.А. Куричева – благодарность, а вот коллективу Лаборатории биоценологии, в которой выполнялась работа, ни одного доброго слова не нашлось.

Теперь обратимся к самой работе.

Сначала выскажем более общие замечания. В работе используется много иностранных переводных терминов (футпринт, физически адекватный диапазон, лимитация, лаиметр и др.)

В работе говорится о радиационном балансе, как о единственном источнике энергии для экосистемы (Глава 2), что некорректно, ибо только приходящая КВР Солнца и ее поглощение определяют энергетику. Это же говорится и в Главе 3, где обеспеченность системы энергией приравнивается к радиационному балансу.

Испаряемость (Глава 4) посчитана по уравнению Н.Н. Иванова и А.А. Молчанова, хотя в современных исследованиях принято использовать более сложные формулы.

Объемная влажность оценивается автором в верхних 5 см почвы, хотя нужны данные для глубинных слоев, где находится корневая система.

В главе 2 говорится достаточно жестко о нарушенности леса (хотя он, по автору, лишь затронут человеком и то ранее, при обработке гербицидами и дефолиации, а теперь является заповедным) согласно личным сообщениям А.А. Кузнецова и со ссылкой на него, хотя этого, как далее отмечает автор, явно недостаточно без анализа степени нарушенности, если таковая есть.

В разделе «Актуальность темы» отмечается значимость «существенного влияния тропических муссонных лесов на климат», но в чем оно, не показано. Да, действительно, в главе 1 говорится, на основе предоставленной автору метеоинформации, о повышении температуры воздуха и увеличении осадков в сухой сезон в период 1980-2010 гг., но при этом им не доказано, что эти изменения обусловлены именно лесными экосистемами, а не изменениями глобального климата.

Тем не менее, в разделе «Практическая значимость работы» сразу же высказано положение, которое «состоит в доказательстве значительного влияния первичных полулистопадных муссонных тропических лесов на климат в регионе». Но это влияние не доказано, и, вероятно, поэтому в разделе «научная новизна», как и в «задачи работы», «доказанность» отсутствует. Нет его и в самой работе, тем более, что автор работал всего 2 года и этой фундаментальной темой не занимался.

В этом же разделе («практическая значимость») говорится не о показе, а о доказательстве роли муссонного тропического леса как стока углерода из атмосферы. Тогда вопрос к диссертанту – действительно ли лес только сток и мог бы быть иной источник углерода (т.е. углекислого газа) для леса как такового? В ином виде это же звучит и в разделе «научная новизна»: «Впервые показано, что муссонный тропический лес может быть большим стоком углерода из атмосферы». Но это же не ново – автор ранее уже сказал, что лесные экосистемы, особенно тропические леса, интенсивно продуцируют биомассу. Более того, следовало бы говорить о значительном положительном балансе CO_2 , чтобы далее CO_2 и С не смешивать воедино. К сожалению, в ряде мест и в диссертации, и в автореферате говорится о нетто-обмене углерода, причем то леса, то лесной экосистемы.

С учетом названия работы, ее материалов, автору следовало бы четко разграничить, во-первых, баланс CO_2 леса (то есть разность между поглощенной и выделенной CO_2) во всей, в нем функционирующей, растительности, и, во-вторых, отграничить баланс CO_2 в лесной экосистеме, в которой выделение CO_2 осуществляется не только растениями и, в-третьих, отграничить баланс углерода, в котором приход углекислого газа к лесу тот же, а в расходную часть включен не только углерод в виде CO_2 дыхания, при выделении в виде разнообразных газообразных соединений типа метана, изопрена и т.д., независимо от того, велико или мало их количество, но и связанный в ряде соединений в почве, в лигнифицированной мертвой древесине, в растворимых органических соединениях в почве, в выносимом углероде из почвы со стоком влаги и т.д.

В работе рассматривается метод пульсационных измерений потоков (в частности CO_2), но ничего не говорится о других классических методах, в которых измерялись и измеряются входные и выходные параметры концентрации CO_2 (в листовой камере, камере на одно растение или на микроценоз). Не дается четкого описания физических принципов измерения разнонаправленных потоков – к лесу и из леса - в одной точке. Между тем, для читателей и будущих исследователей (биологов, экологов, фитометеорологов) это необходимо, тем более что закономерности физики турбулентности потоков известны, и они математически рассмотрены в работах академика А.Н. Колмогорова.

Автор справедливо отмечает, что данный метод плохо работает в ночной период из-за слабой турбулентности, во время дождей и поэтому не позволяет хорошо оценить дыхание системы – кроны, валежа, почвы, не говоря об их разграничении для оценки суточного газообмена самого живого леса и, тем самым, хорошо оценить собственно фотосинтез. К тому же, газообмен над лесом определяется сегодня днем, а затем ночью оценивается дыхание, чтобы его прибавить к

газообмену. Но это дыхание и почвы, и валежа может быть обусловлено их давнишним, причем разным состоянием, ибо дыхание «всегда запаздывает».

Говоря о дыхании, автор пишет: «на свету дыхание увеличивается (прибавляется фотодыхание – процесс сопутствующий фотосинтезу)» (дисс. с. 142). Насчет фотодыхания автор ошибается: оно не прибавляется к ночному, а всего лишь заменяет митохондриальное у автотрофных тканей листьев кроны, причем оно никогда и ни при каких условиях не может составлять большую часть общего дыхания экосистемы, которое трудно оцениваемо.

Наконец, считаю целесообразным сказать, о тропическом муссонном лесу и его специфическом или неспецифическом функционировании с учетом того, что автор постоянно напоминает и принимает положение, что лес первичен, но нарушен и, следовательно, еще способен наращивать свой потенциал в ходе интенсивного газообмена.

В диссертации написано (стр. 31): «Для данной работы вопрос нарушенности леса является важным» и далее «... из *возможной нарушенности возникает предположение о возможности леса по долгосрочному увеличению биомассы и депонированию углерода*» (курсив наш –И.Ш.) и основа всего этого принятое мнение других авторов в отношении нестационарности леса.

Так ли это? Читаем (дисс. с. 145): «В Кат-Тьене *действуют* сразу несколько факторов не стационарности: 1) по-видимому, лес восстанавливается после антропогенных нарушений; 2) как и на всей планете после двух столетий увеличивается концентрация углекислого газа в воздухе» отсюда, в достаточно категоричном ключе, автор отмечает : «Теоретически, первые два фактора *должны* (почему должны? – И.Ш.) работать на увеличение первичной продуктивности экосистемы и долгосрочное депонирование (поглощение) углерода экосистемы из атмосферы».

Автору, по-видимому, неважно, что далее пишется о том, что эксперименты показали, что со временем (около 10 лет) эффект («CO₂ - удобрений») нивелируется, т.е. отсутствует. Откуда же причины способности экосистемы увеличивать свою продуктивность, если судить по расчетным данным 2012-2013 гг.?

Причины этой способности озвучены в тех гипотезах («взглядах»), которые представлены в итоговой 5 главе диссертации, в которой четко сказано: «Причины функционирования экосистемы как источника или стока углерода *следует искать не в метеорологических условиях как таковых*, на чем ранее базировалось большинство работ ...» и т.д. и автор допускает, что причины следует искать в изменении климата, химического состава воздуха, в изменении корневого питания и т.д. В тоже время, с другой стороны, неоднократно озвучивается положение, что валовая первичная продукция сезонно-влажного тропического леса лежит в пределах современных оценок для постоянно-влажных тропических лесов. То же самое

пишется в главе 4: «На создание валовой первичной продукции во влажный сезон тратится ... энергии (как и в постоянно-влажных тропических лесах)». То же самое говорится и в главе 5: «Сравнение годовых величин ЭМО в Кат Тьене с другими тропическими лесами мира свидетельствует, что исследуемый тропический муссонный лес по интегральным показателям ЭМО приближается к тропическим вечнозеленым лесам».

Правда, в 2012-2013гг. валовая продукция муссонного леса была больше, чем у постоянно-влажных тропических лесов, но, во-первых, это по расчетам, и, во-вторых, автор вполне четко указал на ряд метеорологических условий, способствовавших этому.

Итак, согласно работе, по валовой продукции а) сезонно-влажный тропический лес может достигать, б) лес может иметь равную и в) лес может иметь большую расчетную величину, в которой еще не учтены многие компоненты расхода углерода в экосистеме.

Допустим, что валовая продукция у обоих типов лесов во влажные периоды и даже за год одинакова. Тогда, если муссонный лес нарушен и это сказывается на увеличении его валовой продукции, то и постоянно-влажные леса также можно считать нарушенными, и, следовательно, они могут и далее уплотняться. Однако, скорее всего, происходит обратное: оба типа леса способны работать очень продуктивно, но с определенными сезонными различиями в отдельные годы за счет погодно-климатических условий. В этом случае снимаются высказанные автором в диссертации «новые» антиметеоклиматические концепции и ссылки на позитивную роль повышенных концентраций CO_2 .

Есть ли еще иные, пусть косвенные, доказательства в пользу доминирующей роли климатических факторов в функционировании муссонного тропического леса, в пользу их естественной высокой продуктивности, прежде всего во влажный период? Такие доказательства могли бы быть связаны с оценкой эффективности использования лучистой энергии на фотосинтез и газообмен.

Действительно, КПД поглощённой лучистой энергии - единственный и главный критерий эффективности работы живых систем, т.е. использования энергии на ежесуточные приросты биомассы в ходе газообмена леса и системы в целом. Есть ли указания в работе на величины КПД фотосинтеза, газообмена? В работе отмечается, что «на создание валовой первичной продукции во влажный сезон тратилось до 3% радиационной энергии (как и в постоянно-влажных тропических лесах)». Это означает, что по отношению к суммарной КВР КПД может быть больше. Примем, что доля ФАР равна 46%. Тогда КПД приходящей ФАР для собственно фотосинтеза составил бы в сутки во влажный период года около 7%. По отношению к поглощённой ФАР (около 80-85%) и с учетом затрат энергии на все дыхание растений за сутки КПД газообмена (4,5-5,5%) близок к высоким возможным значениям для посевов ряда

высокопродуктивных с/х культур в период их роста с LAI около 5. Так, в частности, величина 5-6% КПД поглощённой ФАР на суточный газообмен и прирост массы была выявлена для риса, хлопчатника, кукурузы, сахарной свёклы и т.д. еще 1958-1964 гг., а также в условиях фитотронов в 1960-1978 гг., причём на обычном фоне CO_2 (0,03%), т.е. тогда, когда о повышенных концентрациях CO_2 в атмосфере и речи не было. Такие величины КПД сохраняются и сейчас для этих культур в наиболее оптимальных полевых условиях. Аналогичные значения КПД получали у растений, выращиваемых на гидропонике или аэропонике, где не было выноса углерода из «почвы». Этими данными, как и рядом других, снимается, по-видимому, вопрос роли повышенных концентраций CO_2 , как на возможную причину высокого газообмена как бы «нарушенного» муссонно-тропического леса.

Можно полагать, что во влажных тропиках и во влажный период, когда нет лимитирования газообмена растений влагой и корневым питанием, оба типа лесов работают с практически одинаковой и высокой эффективностью, а продукционные различия между ними заключаются в абсолютных величинах суточного фотосинтеза и дыхания, зависящих, главным образом, от метеоклиматических факторов, по отношению к которым всегда идёт оптимизация физиологических процессов.

Для диссертанта было бы очень значимым подчеркнуть, ^{на} основе своей же работы, что есть необходимость детальнее исследовать роль разных климатических условий в специфике функционирования сезонно-влажных тропических лесов с их высоким положительным газообменом во влажный сезон при повышенном приходе ФАР в течение дня, и сниженным газообменом в сухой период за счет недостаточной количества имеющейся влаги и тем самым слабой интенсивности транспирации.

«Системный взгляд» на стратегию адаптаций экосистем к эффективному использованию климатических ресурсов был бы важным и достаточным для хорошей кандидатской диссертации, какой я в целом вижу настоящую работу. Полученный материал и используемые методы экспериментальных исследований представляет собой основу для дальнейших исследований,

Итак, в целом диссертационная работа представляет оригинальное, законченное в соответствии с задачами, исследование, основанное на круглогодичных данных с высоким разрешением, собранных в течение 2, 5 лет при непосредственном участии диссертанта.

Работа представляет большой интерес для экологов, физиологов, фитометеорологов с позиций выявления механизмов функционирования тропических лесов как в сезонно-влажном, так и постоянно-влажном климате.

Автореферат и опубликованные работы передают содержание диссертации. Основные положения диссертации доложены на многочисленных научных конференциях, в том числе на 7 международных и опубликованы в 13 работах, включая два рецензируемых журнала, рекомендованных ВАК.

Таким образом, диссертационная работа соответствует пункту 9 главы II «Положения» о порядке присуждения ученых степеней, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биологические науки).

Шульгин Игорь Александрович,
доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры Метеорологии и климатологии
Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
119991, Москва, Ленинские Горы, 1
Тел. 8 – 495 -939-29-42
<http://www.geogr.msu.ru/cafedra/meteo/>
e-mail: ufarin@yandex.ru

28 ноября 2014г.

Подпись автора отзыва,
профессора И.А. Шульгина
заверяю:

Декан
Географического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова
Академик РАН



Н.С. Касимов