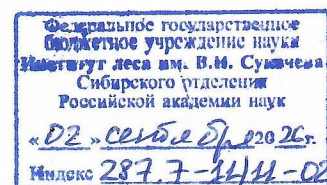


ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Гичана Дмитрия Владимировича на тему:
«ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПОТОКИ И ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПОСТАГРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация.

Актуальность темы исследования не вызывает сомнения. Изменения социально-экономической обстановки приводят к тому, что природные экосистемы вовлекаются в хозяйственный оборот, претерпевают радикальные изменения экологических свойств и характера функционирования. И, напротив, некоторые экосистемы выпадают из хозяйственного оборота и в определенном смысле остаются на волю естественных процессов. В последнем случае возникает два аспекта. Один позволяет рассматривать выведенные из оборота экосистемы как масштабные эксперименты, второй связан с практическими вопросами – как должна быть организована природопользовательская деятельность, направленная на сохранение природных ландшафтов и недопущение их деградации. И в том, и в другом случае внимание научной экологии к таким экосистемам весьма уместно.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в получении ряда новых экспериментальных данных, имеющих отношение к функционированию постагрогенных экосистем данного района исследований. Получены количественные оценки влияния качества растительного опада (содержания N) на вариацию запасов углерода в компоненте подстилки луговых и лесных экосистем. Дана временная (месячная) привязка уровня почвенного дыхания и потока растворенного органического углерода, когда данные процессы оказывают максимальное влияние на потоки и вариацию запасов углерода подстилки. Определены также временные параметры потока растворенного органического углерода, поступления углерода с растительным опадом и почвенного дыхания, оказывающих максимальное влияние на вариации запасов углерода в компоненте старопашатной толщи экосистем.



Теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования.

Проведенное исследование вносит вклад в понимание механизмов влияния лесной и луговой растительности на формирование запасов углерода в дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почвах постагрогенных экосистем. Полученные результаты подтверждают дивергенцию двух альтернативных типов постагрогенных экосистем – лугового и мелколиственного леса – по ключевым пулам и потокам углерода. Детально рассмотрен ключевой механизм-регулятор – продуцирование опада определенного качества и количества. Выявлена временная специфика влияния лесной и луговой растительности на запасы почвенного углерода.

Полученные результаты могут быть напрямую использованы в природно-климатической деятельности, в частности, для прогноза углероддепонирующего потенциала таких экосистем, т.к. создают основу для калибровки и верификации математических моделей. Предложена оптимальная климатическая стратегия, при которой лес и луг не противопоставляются друг другу, но осуществляется функциональное зонирование территории. Участки территории решают те задачи, для которых они объективно эффективнее.

Апробация результатов работы и публикации. Основные результаты работы докладывались на всероссийских научных съездах, конференциях и конференциях с международным участием. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе 3 из перечня ВАК (2 статьи в журналах 1 уровня «Белого списка», 1 статья в журнале 3 уровня «Белого списка», 8 тезисов докладов на всероссийских (с международным участием) и национальных научных конференциях). Зарегистрирована 1 база данных.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы. Общий объем диссертации 148 страниц, включая 12 таблиц, 28 рисунков, а также двух приложений, А и Б. Список использованной литературы содержит 297 наименований, в том числе 151 на иностранном языке.

Основное содержание диссертации. Во введении (стр. 5 – 13) автор обосновывает актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы. Сформулированы цель и задачи, представлены положения, выносимые на защиту.

Первая глава «Современное состояние исследований» (стр. 14 – 38) содержит обзор литературы, в котором освещены и проанализированы ряд вопросов, касающихся

разработанности темы диссертации. Приведен спектр работ, посвященных запасам углерода в почвах различных биogeоценозов, а также особенностям накопления углерода в почве в ходе постагрогенного развития биogeоценозов. В обзоре показано, что большая часть существующих исследований не учитывает значительные запасы ПОУ в нижних горизонтах. Отмечается, что древостои на постагрогенных территориях более продуктивны, чем древостои на землях лесного фонда, что приводит к накоплению большего количества углерода в фитомассе. Значительная часть обзора посвящена экосистемным механизмам влияния растительности на запасы почвенного углерода. В этом разделе дана общая картина биогeохимический цикла углерода в лесных и луговых экосистемах, который представляет собой многоуровневую систему взаимодействий между атмосферой, растительностью, животными, почвой и абиотическими факторами среды. В обзоре приведены литературные источники, описывающие ряд важных моментов современного понимания кругооборота углерода в таежных биogeоценозах средней тайги, а именно 1) влияние растительности на запасы почвенного углерода через опад, 2) регулирование растительностью потока растворенного органического углерода и 3) эмиссия CO₂ из почв как характеристика изменения запасов почвенного углерода. В целом, обзор, данный в главе, в достаточной степени обосновывает актуальность цели и задач диссертационного исследования.

Вторая глава «Объекты и методы исследований» (стр. 39 – 55) содержит сведения о географической области проведения исследования, а также о расположении объектов исследования и их общих характеристиках. Глава состоит из трех подразделов, описывающих район исследования, объекты и методы, в частности, дизайн исследования, способы определения запаса углерода в фитомассе, мортмассе, подстилке, минеральных слоях почвы. Даны описания методов измерения поступления и миграции углерода с опадом и в виде растворенного органического углерода, статистической обработки полученных данных. В целом, глава дает достаточно полное представление о методах проведенного исследования. Однако, по данной главе имеются замечания, о чем будет сказано ниже.

В третьей главе «Сравнительная оценка пулов углерода» (стр. 56 – 61) представлены собственные результаты, посвященные оценке текущих запасов углерода на экосистемном уровне, в фитомассе, в мортмассе и в почвенном компоненте. Массив приводимых данных сгруппирован в четырех подразделах, являющихся базой для дальнейшего анализа.

В четвертой главе «Поступление углерода с растительным опадом» (стр. 62 – 70) описываются результаты измерения потока углерода, источником которого является живая растительная биомасса биогеоценозов, постоянно продуцирующая растительный опад. Основное внимание уделяется качеству опада, которое выражается в соотношении в нем углерода и азота, и оценке того, насколько это качество различается в разных объектах исследования. Проводятся количественные данные о потоках углерода с опадом в разных объектах, древесных и луговых биогеоценозах, а также дается временная развертка поступления опада в древесных биогеоценозах по месяцам в течение календарного года.

В пятой главе «Эмиссия CO₂ из почв» (стр. 71 – 76) представлены результаты измерения баланса углерода, связанного с его потерей через дыхание почв. Материал главы разбит на два подраздела, посвященных объемам потери углерода через дыхание почв в течение вегетационного периода и условиям внешней среды, определяющим скорость данного потока, а именно, влажности и температуры почвы.

В шестой главе «Потоки растворенного органического углерода» (стр. 77 – 92) представлены результаты изучения потоков углерода в растворенной форме в биогеохимическом цикле рассматриваемых объектов. Данному вопросу посвящена значительная часть работы, и материал главы сгруппирован в пять подразделов. В них рассматриваются следующие экосистемные процессы: наблюдаемые объемы атмосферных выпадений и лизиметрических вод, концентрации растворенного органического углерода в атмосферных выпадениях и лизиметрических водах, сезонная динамика концентрации растворенного органического углерода в атмосферных выпадениях и лизиметрических водах, потоки растворенного органического углерода с атмосферными выпадениями и лизиметрическими водами. Рассмотрена также сезонная динамика потоков растворенного органического углерода.

Седьмая глава «Информативные показатели влияния растительности на запасы почвенного углерода» (стр. 93 – 101) служит своего рода обобщением и финальным анализом всего проведенного исследования – посредством того, что выделяются и обосновываются показатели, которые с точки зрения автора являются наиболее информативными. Материал главы разбит на пять подразделов, которые соответствуют процессам в системе потоков углерода в изучаемых биогеоценозах. В главе представлены следующие процессы, характеристику которых предполагается осуществлять с помощью выделяемых информативных показателей: поступление углерода с

растительным опадом и его качественные характеристики, поступление растворенного органического углерода посредством осадков, эмиссия CO₂ из почв и вынос растворенного органического углерода с лизиметрическими водами. Пятый подраздел посвящен оценке совместного влияния информативных показателей и их вклада в вариацию запасов почвенного органического углерода. Указанным процессам сопоставляется несколько показателей разной степени коррелированности.

Все упомянутые выше главы снабжены итоговыми подразделами, содержащими краткие итоги и выводы из изложенных в главах результатов.

Заключение (стр. 102 – 105) содержит краткие выводы из проведенного исследования, а также формулировку предлагаемых стратегий природопользования с целью максимизации депонирования углерода изученными объектами.

В **Списке используемой литературы** (стр. 106 – 140) приводится библиографический список публикаций, которые были использованы при написании диссертационной работы.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и отражает основные положения, выносимые на защиту.

К представленной диссертационной работе имеется ряд замечаний, часть из них носит содержательный характер, часть – более или менее касается оформления текста.

К содержательным замечаниям можно отнести следующие.

1. В подразделе Научная новизна не хватает указаний на те результаты, которые получены впервые, т.к. новизна это предполагает.
2. В тексте диссертации постоянно встречается выражение «поступление растворенного органического углерода с атмосферными выпадениями». К сожалению, данное выражение укоренилось в литературе, но оно вводит в некотором смысле в заблуждение. Собственно атмосферные выпадения, которые поступают сверху на полог леса, могут содержать только растворенные CO₂, возможно, метан и антропогенные загрязнители. В работе же речь идет о потоке углерода, который возникает в результате выщелачивания из поверхностных тканей растений, что и указано автором в подразделе 1.2. Вероятно, в этом случае было бы более корректно говорить о поступлении углерода с водами выщелачивания.

3. В таблицах А2 и А3 приводятся сведения о валовом содержании элементов в почвах, а также почвообразующих породах. Для почв даны шесть элементов, для почвообразующих пород – восемь элементов, что недостаточно информативно для конкретных объектов исследования. В этом пункте имеет смысл сделать разъяснение. Почему мы должны интересоваться более широким спектром элементов, когда исследование узко посвящено углеродному циклу? Дело в том, что Вологодская область имеет свои биогеохимические особенности, а именно – относится к биогеохимической провинции, для которой характерен резкий природный дефицит меди, йода, кобальта и бора при избытке марганца. В 1969 г. на материале почвоведческих исследований на Вологодчине была защищена диссертация (автор В.А. Макаров), в которой установлены упомянутые особенности района исследований. Через 30 лет, в конце 90-х годов, в работах С.И. Лукиновой было подтверждено, что почвы области бедны по содержанию многих микроэлементов и серы. Существенный процент почв характеризуется низким содержанием меди, бора, цинка, серы. Причина, почему мы должны интересоваться такими данными, состоит в том, что желательно удостовериться, что объекты исследования не находятся под влиянием какой-либо сильной геохимической аномалии. Это, в свою очередь, может способствовать сравнимости полученных результатов с другими исследованиями в зоне северо-западного нечерноземья. Дефицит микроэлементов связан с общей продуктивностью биогеоценозов, а через нее и с углеродным циклом. Тем более, что атомно-абсорбционные спектрофотометры (использованные автором) достаточно легко выдают концентрации более 30-ти различных элементов. К сожалению, данные возможности не были использованы в рамках проведенного исследования.
4. На стр. 61 приводится вывод следующего содержания «Смена типа биогеоценоза с лугового на мелколиственные приводит к снижению запасов...». Термин «смена» можно трактовать несколько двусмысленно. Действительно имеет место смена или это просто фигура речи?
5. При объяснении октябрьского уровня в эмиссии CO_2 автор пишет (стр. 73): «В сентябре поступает основная масса опада, что в последствии способствует активации почвенных микроорганизмов и разложению опада, поэтому к октябрю наблюдается рост почвенного дыхания». Если это так, то почвенное дыхание должно определяться количеством опада в предыдущий месяц. Однако, количество опада, например, в июле невелико (рис. 4.6), вместе с тем дыхание в

августе достаточно высоко (рис. 5.2), не отличимо от июльского. С другой стороны, средняя температура в районе исследований (рис. 2.1) существенно падает с прим. 10 град. С в сентябре до ниже 5 град. С в октябре, т.е. заметно ниже активных температур. Иными словами, температурный фактор должен работать против почвенного дыхания в октябре. К сожалению, этот вопрос недостаточно раскрыт, хотя здесь могли бы быть получены интересные наблюдения и эффекты.

6. На рисунке 5.3 указано, что коэффициенты корреляции значимы на уровне $p < 0,05$. Крайне сомнительно, чтобы такой уровень значимости относился ко всем приведенным коэффициентам. Среди них есть имеющие значения 0,04, -0,04, что для корреляции является практическим нулем. Следовало бы дать уровни значимости отдельно для каждого коэффициента корреляции.
7. На стр. 80 указано «Минимальные объемы почвенных вод на глубине 30 см для всех БГЦ отмечены в октябре и не превышают 0,2 л/(м² мес.)». Идет ли здесь речь об объемах или о потоках, о чем свидетельствуют единицы (м² мес)?

С точки зрения оформления, в тексте иногда не хватает перекрестных ссылок. Например, в формуле (2) (стр. 49) одна из переменных – концентрация углерода, но нет ссылки на подраздел, где указываются методы ее определения.

В тексте, к сожалению, имеют место опечатки, например, на странице 12, где указано 4 публикации и 147 страниц текста в то время, как в автореферате 3 публикации и 148 страниц. Опечатки имеют место также на страницах 33, 35, 40, 52, 53, 54, 58, 61, 63, 66, 73, 78, 93, 98, 102. Кроме того, имеют место технические дефекты текста, из-за которых нельзя прочитать предложение, стр. 61, 77, 95, 96.

Заключение

Высказанные замечания, хотя и осложняют местами восприятие текста, не являются критичными для оценки диссертации в целом. Очевидно, что проделана большая исследовательская и аналитическая работа в очень сложной области биогеоценологии, и эта работа заслуживает положительного отношения.

Таким образом, можно сделать вывод, что представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, содержащей значимые научные результаты по актуальной теме – исследование механизмов круговорота веществ в биогеоценозах и основного элемента круговорота – углерода. Сделанные выводы соответствуют поставленным задачам.

