

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Ботанического института им. В.Л. Комарова
Российской академии наук (БИН РАН)

д.б.н. Д.В. Гельтман
« 19 » марта 2025 г.

ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук (БИН РАН)
на диссертационную работу Груммо Дмитрия Геннадьевича
«Научные основы и методология оценки структурно-функциональной организации
растительного покрова Беларуси с использованием дистанционного зондирования Земли и
геоинформационных технологий», представленную на соискание ученой степени доктора
биологических наук по специальностям 03.02.01 – Ботаника, 03.02.08 – Экология

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки со ссылкой на область исследования паспорта соответствующей специальности, утвержденного ВАК

Диссертационная работа Дмитрия Геннадьевича Груммо посвящена актуальному для Республики Беларусь направлению исследований: изучению картографическими методами растительного покрова модельных территорий Беларуси, оценке его типологического разнообразия, структуры и динамики, разработке критериев оценки экологического состояния, изучению функциональной роли растительных сообществ, разработке прогностических подходов к формированию растительного покрова модельных территорий, составлению природоохранных карт и разработке на их основе практических вопросов сохранения и устойчивого использования растительных ресурсов этих территорий.

Объектом исследования стал растительный покров модельных территорий, занимающих более 54 % территории Республики Беларусь, основу которых составили особо охраняемые природные территории (ООПТ): заповедники, заказники, национальные парки. Данные территории отражают зональное положение растительности и ее ландшафтное разнообразие. Выбранная автором сеть модельных территорий репрезентативна для осуществлённых автором построений: изучения разнообразия растительности на видовом и ценотическом уровнях, исследования динамики растительности, в частности, установления стадий сукцессий, эпиассоциаций. Сеть ООПТ с полным основанием может служить для прогностических построений, которым в работе уделено значительное внимание.

Содержание диссертации соответствует:

паспорту специальности 03.02.01 – Ботаника по следующим пунктам областей исследования:

1. Теоретические проблемы происхождения и развития растительного мира, его разнообразия, классификации и номенклатуры разных групп растений и растительных сообществ.

3. Теоретические и прикладные проблемы географического распространения растительных организмов, особенности распространения видов растений и флор в прошлом и в настоящее время. Районирование и картографирование растительного покрова.

4. Взаимоотношения видов и сообществ растений со средой произрастания. Разработка научных основ фитоиндикации и мониторинга растительного покрова.

5. Структура и динамика растительного покрова и его составных частей – фитоценозов, в аспекте оптимизации, управления их продуктивностью. Формирование и жизнедеятельность искусственных растительных сообществ с заданными полезными свойствами (фитоценология и геоботаника). Оптимизация структуры и продуктивности естественно- и антропогенно-измененного растительного покрова.

7. Теоретические и прикладные вопросы сохранения, воспроизводства и устойчивого неистощительного использования естественного и антропогенно измененного растительного покрова;

паспорту специальности 03.02.08 – экология по следующим пунктам областей исследования:

3. Экология сообществ – исследование разнообразных типов межпопуляционных и межвидовых отношений. Структурная организация экосистем. Типизация экосистем. Концепция биоразнообразия, видовое разнообразие, таксономическое и экологическое разнообразие сообществ, закономерности их трансформации под воздействием природных и антропогенных факторов. Динамика экосистем, экологическая сукцессия.

7. Теоретические основы, модели и методы рационального экологически безопасного природопользования. Оценка ущерба, причиненного природной среде в результате антропогенного воздействия и стихийных бедствий. Оценка накопления и переноса по трофическим цепям поллютантов и радионуклидов и их токсического влияния.

8. Оценка экологического состояния сообществ и экосистем. Разработка критериев оценки экологического состояния природных объектов и территорий, включая особо охраняемые. Выявление и обоснование выбора видов-индикаторов и тест-критериев для оценки состояния биологических систем различного уровня и выявления негативного воздействия природных и антропогенных факторов среды на биоту. Биологические инвазии, их мониторинг и прогноз.

Актуальность темы диссертации

Диссертация Д. Г. Груммо «Научные основы и методология оценки структурно-функциональной организации растительного покрова Беларуси с использованием дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий» соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. в Республике Беларусь (Указ Президента Республики Беларусь № 156 от 07.05.2020: «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование: биологическое и ландшафтное разнообразие, особо охраняемые природные территории»).

Научный вклад соискателя в разработку научной проблемы с оценкой его значимости

Многогранная работа Д. Г. Груммо вносит значительный вклад в разработку научно-методологических основ геоботанического картографирования. Автором разработана методика геопространственного подхода к изучению растительного покрова, основанная на нескольких этапах геоботанического картографирования: инвентаризационном, оценочном, прогнозном и территориально-планировочном. Д. Г. Груммо отмечает, что эти этапы взаимосвязаны, что делает исследования растительного покрова системными. Подобный подход можно рассматривать как развитие специализированного картографирования, осуществляемого на основе универсальных геоботанических карт. Автор широко использовал этот подход для изучения растительного покрова Беларуси и разработал серию новых прикладных карт.

Автором разработаны научно-методические основы составления карт растительности на основе синтеза результатов наземных полевых исследований, обработки материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и ГИС-технологий, лесотаксационных, землеустроительных и других фондовых материалов.

Д. Г. Груммо на протяжении всей диссертационной работы оперирует комплексом алгоритмов, методов и технологий, используемых для картографирования растительности и оперативного выявления изменений растительного покрова на разных иерархических уровнях: локальном, региональном, национальном. Им разработаны методы синтеза результатов обработки данных ДЗЗ, схем сукцессий и геопространственных моделей при прогнозе динамики растительного покрова.

Практически все алгоритмы, приводимые автором, и использованные для исследования растительного покрова и составления карт на разных иерархических уровнях, находят отражение в рекомендациях природоохранного характера.

В целом можно отметить, что автором проведена исключительно большая работа по комплексному картографированию растительного покрова, которая именно в силу своего системного характера, безусловно, может рассматриваться как новое направление в картографировании растительности.

**Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена
искомая ученая степень**

Соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук за новые научные и практические результаты в области ботаники и экологии, включающие:

- внедрение в практику составления крупномасштабных карт растительности довольно строгого алгоритма, включающего несколько обязательных этапов: подготовку обучающей выборки с гистограммной фильтрацией и ГИС-анализом, выполнение предварительной и итоговой классификации изображения на основе контролируемой классификации с предварительной сегментацией, экспертный анализ, оценку достоверности проведенной классификации и как результат этого – получение итоговой тематической карты. Также алгоритм приводится для обработки спутниковых снимков, состоящий из нескольких самостоятельных этапов: предварительной обработки изображений, включающей радиометрическую, геометрическую коррекцию, подавление шумов, создание синтезированных цветных изображений, расчет нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI), создание единого многоканального растрового изображения. Такой же алгоритм разработан автором диссертации для создания практически всех инвентаризационных карт (подготовка производных спутниковых, тематических и картографических продуктов, комплексная пространственная и статистическая их обработка средствами ГИС, составление инвентаризационных ведомостей, анализ полученных результатов, формирование выводов, практические рекомендации). При этом для каждой тематической карты предлагается свой вариант алгоритма, который может состоять из 5–6 этапов (например, картографирование и анализ динамики пахотных земель);

- использование нескольких подходов к классификации растительности при составлении легенд карт, а затем объединение их в единую карту на заключительном этапе;

- использование большого диапазона инструментов интерполяции видового богатства: обратно взвешенные расстояния, кригинг, сплайн и др. Необходимо отметить, что автор почти не использует усредненные показатели параметров, особенно для больших территорий, справедливо полагая, что таковые являются упрощенными. Именно поэтому предлагается поконтурный метод оценки воздействия неблагоприятных факторов, например, когда речь заходит о классах пожарной опасности и многих других показателей;

– разработку методологии составления карт видового разнообразия растительного покрова с использованием показателей теоретического (ожидаемого) значения видового богатства и флористической насыщенности и построение на этой основе карт. При этом такие карты составляются как для сообществ, так и для ландшафтов. При анализе разнообразия растительности автор не ограничивается одним или двумя индексами: в ряде случаев приводится целый набор таких индексов-индикаторов, которые позволяют с разных точек зрения достаточно полно оценить уровень разнообразия. Для определения состояния экосистем на региональном уровне приводится семь индикаторов: лесистость, доля сельскохозяйственных земель, фрагментация лесных массивов, соотношение площадей коренных и производных лесов и др.; при этом по особенностям распределения каждого из этих индикаторов создана своя карта;

– создание алгоритма геопространственного моделирования с целью вероятностной оценки пространственного распределения ключевых биотопов. Здесь заслуживает внимания процедура преобразования вероятностной модели в тематический растровый слой с использованием формулы КВА – суммы вероятностных оценок встречаемости ключевых биотопов модельной выборки в пикселе;

– разработку классификации сукцессионных процессов: всего выделено 26 таких процессов. Указаны их направления (регрессия, дегенерация, демутация и др.), для модельного участка рассчитано распределение площадей с преобладанием того или иного сукцессионного процесса. Представляет интерес карта оценки современных сукцессионных процессов для сохранения биологического разнообразия (положительный или отрицательный эффект) и карта направлений динамических тенденций. Заслуживают внимания ряд карт, созданных с использованием вегетационного индекса NDVI, в частности, карта распределения изменения линейного тренда NDVI, карта-схема распределения значений коэффициента R^2 в линейной модели изменения NDVI;

– использование исключительно большого набора различных показателей, индексов, коэффициентов, позволяющих охарактеризовать и оценить современное состояние растительного покрова. Особенно необходимо упомянуть применение автором двух классов показателей: эмпирических, полученных в результате полевых исследований, снятых со спутниковых снимков, прочитанных на материалах земле- и лесоустройства – с одной стороны, и теоретических (ожидаемых) или прогнозных, рассчитанных в результате применения тех или иных статистических подходов – с другой. Именно такой подход и положен в основу построения подавляющего большинства карт; каждая такая карта – это не только отражение современного состояния растительного покрова, но и прогноз развития растительности на некоторую перспективу;

– рекомендации природоохранного характера, основанные на большом числе алгоритмов, на картах, составленных на разных иерархических уровнях, и для разных территориальных природных и хозяйственных единиц (лесхозов, охраняемых природных территорий, ландшафтов, единиц геоботанического районирования).

Замечания по диссертации

На стр. 75–76 автор полагает, что крупномасштабные карты, созданные на основе флористического подхода к классификации, малоинформативны, так как часто они отражают крупные единицы иерархической классификации, не передают географической специфики растительности, повторяют продромус и т.д. В то же время, говоря о гетерогенной растительности, автор пишет, что он смог (с помощью единиц флористической классификации) разделить растительность гряд и мочажин, что не типично для европейских авторов. Конечно, можно согласиться с тем, что для этого нужно использовать иерархические единицы, которые подчинены ассоциации. Тогда не совсем понятно, почему карта, основанная на флористическом подходе к классификации,

отличается «упрощенностью и меньшей детальностью». Но нельзя согласиться с тем, что карта, созданная на доминантном подходе, ближе всего подходит к «моделированию растительного покрова ... на объективной основе» (стр. 76). Тогда, следуя этому утверждению, получается, что карта, созданная на другой классификационной основе, лишена такого преимущества. Но так ли это?

В то же время автор успешно использует флористическую классификацию при составлении карты наземной растительности национального парка «Беловежская пуща», а также карт динамического состояния растительности, формировании представлений о сукцессионных и трансформационных рядах (раздел 4.2.4, стр. 213-214). В данном случае эта классификация служит для выявления «ядерных» ассоциаций, которые необходимы для составления представлений об эпиассоциации, а значит флористическая классификация лучше всего подходит для этой цели и, таким образом, ее можно рассматривать как отражающую объективные закономерности растительного покрова?

Можно не согласиться с автором относительно применимости шкал широкого значения в фитоиндикации (стр. 262–263), а автор, судя по тексту, высказывается именно за использование таких широких шкал. При фитоиндикационных исследованиях исследователь имеет дело с двумя параметрами вида: шириной его экологической амплитуды (или ниши) и оптимумом, и с этим вполне можно согласиться. Но, если ширина амплитуды – это очень устойчивый признак вида (таксона), который не меняется на протяжении всего его ареала (и часто используется даже в систематике наряду с морфологическими признаками), то оптимум амплитуды на протяжении ареала испытывает сдвиги – под влиянием либо абиотических параметров, либо ценотического окружения. Можно предположить, что даже в пределах Европы оптимум экологической амплитуды вида будет испытывать некоторые изменения.

В главе 4.2. «Оценка динамики растительности Беларуси на основе методов цифровой картографии и аэрокосмической информации» с подразделами оценки динамики лесной растительности, растительности болот и пахотных земель говорится не о динамике растительности, а об изменении структуры земель, занятых разными типами растительности и сельскохозяйственными угодьями.

Трудно согласиться с утверждением автора о том, что высокий уровень ценотического разнообразия отражает низкий уровень антропогенной нагрузки. Часто на нарушенных территориях за счет производных сообществ ценотическое разнообразие возрастает и, наоборот, на не затронутых нарушениями участках сохраняется более однородная условно коренная растительность.

При определении сукцессионных процессов на болотах образование комплексов растительных сообществ отнесено к флуктуациям. Так ли это? Кроме того, неправильно относить к сукцессионным процессам флуктуации и стабильное состояние сообществ.

Не совсем понятно что такое "материнское ядро" синтаксона, и что такое "коренные ядерные ассоциации" ? (Глава 4). Как их выделяли? По типу лесорастительных условий? Или это более широкое понимание типа леса, как это принято в динамической типологии лесов, когда тип леса объединяет все динамические состояния насаждений одного ЛРУ. Тогда как учитывается сукцессионный статус сообществ конкретных синтаксонов?

Что такое "экологическая направленность сукцессии растительности"? Сукцессия – динамический процесс, а экологические ряды – это совсем другое.

Автор часто использует регрессионные зависимости с соответствующими трендами (чаще всего – линейными). В то же время, коэффициент множественной детерминации – R^2 – достаточно хорошо характеризует тесноту связи эмпирического распределения с какой-либо теоретической функцией. В связи с этим нужно отметить, что не всегда тренды, которые приводит автор в соответствующих диаграммах, могут говорить о той или иной зависимости, в частности: на рис. 4.83 приведен ряд таких зависимостей, где этот коэффициент составляет всего 0.15 или меньше (в некоторых диаграммах – 0.05 и еще

меньше!). По-видимому, говорить в данном случае о какой-либо зависимости довольно проблематично.

Не совсем понятна зависимость, отображенная на рис. 4.132: получается, что увеличение показателей загрязнения лишайника-индикатора *Hypogymnia physodes* сопровождается таким же увеличением (линейным) загрязнения индикаторов-мхов? Тем более возникает этот вопрос, поскольку на диаграмме выведены биологические объекты только с атмосферной стратегией питания, в отличие, например, от рис. 4.135, где есть объекты лесной подстилки – с одной стороны, и с атмосферной стратегией питания – с другой.

Рекомендации по практическому применению результатов

Построенные автором карты открывают исключительно большие возможности для прогноза развития растительности – и в этом отношении они являются незаменимыми для планирования природоохранных мероприятий, оценки толерантности растительности к тому или иному виду хозяйственного воздействия и в целом – территориального планирования устойчивого и сбалансированного экономического развития территории.

Ниже приведены основные типы карт, которые могут послужить основой для планирования и организации системы рационального природопользования:

- карты флористической насыщенности, количественной оценки фитоценотического разнообразия, редких и эталонных растительных сообществ, разнообразия местообитаний, редких и типичных биотопов, динамических тенденций в растительном покрове – для планирования новых ООПТ, создания системы дистанционного мониторинга, территориального планирования устойчивого и сбалансированного развития территорий;
- цифровые карты потери лесов, изменения лесной растительности, неучтенных лесов – для лесовосстановительных мероприятий, включения в гослесфонд;
- карты пожаров (пирологической устойчивости), рубок леса, изменения гидрологического режима, техногенного загрязнения и др. – для выявления угроз и тенденций их развития;
- карты биологических (растительных) ресурсов – для оценки любого хозяйственно-ценного объекта;
- карты рекреационных функций и схема рекреационного зонирования – для выявления рекреационного потенциала территорий и планирования рекреационных мероприятий;
- карты плана действий по сохранению ключевых местообитаний – для систематизации всех природоохранных мероприятий;
- карты растительности современных болот, динамики растительности и нарушенных торфяников – для рекультивации болот и восстановления гидрологического режима.

Системный подход автора к картографированию растительности может послужить базовой основой для научных тем институтов, а также для разработки и чтения учебных курсов и спецкурсов ВУЗов по специальностям «Биология» и «Экология».

Работа может быть использована для написания учебного пособия по основам применения ГИС-технологий, методов обработки дистанционных материалов, анализа пространственных данных.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация и автореферат, текст и иллюстративный материал которых отвечает их содержанию, оформлены в соответствии с требованиями действующей инструкции ВАК.

Диссертация состоит из перечня сокращений и обозначений, введения, общей характеристики работы, семи глав, заключения, библиографического списка и 38 (тридцати восьми) приложений. Работа изложена на 1174 страницах машинописного текста. Основной текст (528 страниц) содержит 257 рисунков, 105 таблиц. Список использованных источников включает 519 наименований, из них 169 – на иностранных языках. Приложения изложены на 646 страницах, содержат 269 рисунков, копии актов внедрения, акты о практическом использовании результатов исследования, свидетельство о государственной регистрации информационного ресурса и др.

Автором опубликовано 100 научных работ в том числе: в 6 коллективных монографиях (147,89 авторских листа, лично соискателя – 47,45), 31 статья в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь и соответствующих пункту 18 Положения ВАК о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (16,52 авторских листа, лично соискателя – 9,17), 17 статей в других рецензируемых изданиях, 42 статьи в материалах научных конференций, 4 публикации в сборниках тезисов докладов.

Основные положения диссертации представлены на 30 международных конференциях, симпозиумах, семинарах, в том числе международных (в странах ближнего зарубежья – Россия, Украина, или в Беларуси и России с международным участием).

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Диссертационная работа Д. Г. Груммо представляет собой завершенное оригинальное и актуальное научное исследование и содержит новые научно обоснованные данные по типологическому составу, видовому и биотопическому разнообразию, эколого-географическим и динамическим особенностям растительного покрова Беларуси.

Представленная работа Д. Г. Груммо «Научные основы и методология оценки структурно-функциональной организации растительного покрова Беларуси с использованием дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий» соответствует специальностям 03.02.01 – Ботаника, 03.02.08 – Экология и отвечает требованиям ПП. 20, 21 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, предъявляемых к докторским диссертациям».

Рассмотрение содержания диссертационной работы и автореферата, анализ примененных в работе методов исследований, анализ и интерпретация литературных источников по теме исследования, научная и практическая значимость полученных результатов, их апробация на научных конференциях свидетельствуют о соответствии квалификации Д. Г. Груммо ученой степени доктора биологических наук по специальностям 03.02.01 – Ботаника, 03.02.08 – Экология.

Заключение

Отзыв составлен на основании обсуждения диссертационной работы Д. Г. Груммо «Научные основы и методология оценки структурно-функциональной организации растительного покрова Беларуси с использованием дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий», устного доклада соискателя, отзыва эксперта и одобрен на семинаре геоботанических лабораторий Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН от 18 марта 2025 г. (протокол № 4).

Эксперт оппонировавшей организации – доктор биологических наук Холод С.С.

В работе семинара приняло участие 22 человека, в том числе 13 человек, имеющих ученую степень, из них: докторов биологических наук – 4 (Н.В. Матвеева, В.Ю. Нешатаева, И.Н. Сафронова, С.С. Холод), кандидатов биологических наук – 9 (Е.А. Волкова, О.В.,

Галанина, И.А. Горяев, А.П. Кораблев, И.А. Лавриненко, О.В. Лавриненко, М.Ю. Пукинская, В.А. Смагин, К.В. Щукина).

В голосовании приняли участие специалисты, имеющие ученую степень – всего – 13 человек, в том числе 4 доктора наук, 9 – кандидатов наук.

Результаты голосования: «за» – 13 человек, «против» – нет, «воздержались» – нет
Отзыв принят открытым голосованием единогласно.

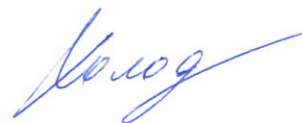
Выражаем согласие на размещение отзыва оппонировавшей организации на диссертационную работу Груммо Дмитрия Геннадьевича «Научные основы и методология оценки структурно-функциональной организации растительного покрова Беларуси с использованием дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий» на официальном сайте государственного научного учреждения «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси» в глобальной компьютерной сети Интернет.

Председатель научного семинара,
доктор биологических наук



В. Ю. Нешатаева

Эксперт, доктор биологических наук, главный
научный сотрудник с возложением обязанностей
руководителя Лаборатории географии
и картографии БИН РАН



С. С. Холод

Секретарь научного семинара, кандидат
биологических наук



К. В. Щукина

Подпись руки В. Ю. Нешатаева
ЗАБЕРЯЮ Натальи Ок. Ш.

ОТДЕЛ КАДРОВ
Ботанического института
им. В.Л. Комарова
Российской академии наук



К. В. Щукина