

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Комаровой Анны Федоровны «Разнообразие темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа и закономерности их пространственного распределения», представленную в диссертационный совет Д 501.001.46 при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника

Актуальность темы, цель и задачи исследования. Диссертационная работа А.Ф. Комаровой посвящена характеристике состава и распространения горных темнохвойных лесов российской части Северо-Западного Кавказа, имеющих важное средообразующее значение для редких, реликтовых и эндемичных видов, и требующих особых мер охраны согласно Бернской конвенции. Вместе с тем, эти леса не исключены из хозяйственного использования: страдают от вырубок, размещения рекреационных объектов и т.п. Разработка рекомендаций по сохранению наиболее ценных участков темнохвойных лесов невозможна без их инвентаризации и картографирования. Содержание диссертационного исследования актуально как с фундаментальной (установление экологических факторов распространения видов, закономерностей формирования сообществ темнохвойных лесов), так и с практической (мониторинг и сохранение биоразнообразия на всех уровнях, планирования хозяйственных мероприятий и т.д.) точек зрения, а также с позиции развиваемых методических подходов к инвентаризации лесов на основе сочетания наземных описаний и дистанционных данных.

Сформулированные соискателем задачи соответствуют поставленной цели исследования:

- провести полевые обследования темнохвойных лесов модельного региона;
- разработать эколого-флористическую классификацию темнохвойных лесов и сформулировать диагнозы синтаксонов;
- выявить параметры дистанционной многозональной съемки, отражающие наиболее значимые факторы распространения растительных сообществ на

уровне субассоциаций/вариантов; на основе синтеза полевых и дистанционных данных охарактеризовать ареал, экотопическое и синэкологическое разнообразие, определить типичные местообитания каждого из рассматриваемых вариантов растительного покрова;

- установить ареал темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа и выявить определяющие его физико-географические факторы;
- определить в пределах ареала темнохвойных лесов территории, минимально измененные деятельностью человека, перспективные для охраны.

Научная новизна. В диссертационной работе А.Ф.Комаровой решена задача картографирования растительных сообществ на разных синтаксономических уровнях. Разработан продромус растительности темнохвойных лесов до уровня варианта. Сформулированы диагнозы синтаксонов, показано, что выделенные синтаксоны имеют четкий географический ареал. Показана связь параметров, определяемых на основе данных дистанционного зондирования, с синтаксономической принадлежностью участка.

Практическая значимость. Результаты работы могут быть использованы для территориального планирования природоохранных мероприятий, применимы в качестве рекомендаций при проведении сертификации лесопользования по международному стандарту FSC на Северо-Западном Кавказе. Установленные закономерности позволяют разработать детальную методику выделения ключевых биотопов для сохранения биологического разнообразия при лесопользовании на Северо-Западном Кавказе, а также применять ее на других лесных территориях. Создана геоинформационная база данных точек встреч редких и охраняемых видов растений, карта малонарушенных лесных массивов.

Общая оценка работы и полученных результатов. Диссертационная работа изложена на 171 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложения. Список литературы содержит 364 источника, больше половины из которых на иностранном языке. Работа содержит 35 рисунков, 25 таблиц и 1 приложение на 3 страницах. Структура диссертации традиционна и соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению кандидатских диссертаций.

В первой главе дана характеристика физико-географических особенностей Северо-Западного Кавказа – подробно перечисляются особенности его орографического и геологического строения, климата, почвообразующих пород и почв, положение района исследования в системе геоботанического и ботанико-географического районирования. Важное место в главе занимает характеристика видов-лесообразователей темнохвойных лесов (кавказской пихты *Abies nordmanniana* и восточной ели *Picea orientalis*), особенностей их ареала и флористического состава, современного природоохранного статуса, дается сравнение существующих представлений о классификации темнохвойных лесов в рамках доминантного и эколого-флористического подходов.

Во второй главе дается подробный разбор общей схемы исследования и описание использованных методов – полевых геоботанических описаний на временных пробных площадях и их синтаксономического анализа, принципов и методов автоматизированного дешифрирования космических снимков и способов оценки точности результатов, пространственного моделирования распространения видов с использованием геоморфометрического и статистического анализов.

Третья глава посвящена синтаксономическому и флористическому анализу состава темнохвойных лесов Российской части Северо-Западного Кавказа. Для темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа предложен продромус, включающий две ассоциации, четыре субассоциации и пять вариантов; сформулированы диагностические описания синтаксонов. Существующие на основе доминантного и эколого-флористического подхода классификации сведены в единую схему, демонстрирующую их высокую сопряженность. Показано, что состав синтаксонов темнохвойных лесов изменяется вдоль Главного Кавказского хребта, а распространение субассоциаций коррелирует с распространением видов, сопутствующих пихте в формировании основного полога. Охарактеризовано распределение редких и охраняемых видов.

В четвертой главе приводится экологическая характеристика синтаксонов по спектральным параметрам космической съемки и морфометрическим характеристикам земной поверхности. Показана высокая точность диагностики растительных сообществ как на уровне субассоциаций, так и на уровне вариантов. Самые важные

индикационные переменные – высота над уровнем моря, экспозиция склона и отражательная способность в синей части спектра. Для каждой субассоциации выделены «универсальные» переменные, которые позволяют отделить каждую из них от двух других.

В пятой главе приведены результаты дистанционной диагностики ареала темнохвойных лесов (сомкнутость более 0,4 и доля крон темнохвойных пород в пологе более 50%) с общей точностью 95,9%. Общая площадь темнохвойных лесов составила 236,9 тыс. га или 12% общей площади лесов территории исследования. Приводится описание наиболее характерных для темнохвойных лесов экотопов.

Шестая глава посвящена описанию методики и результатам выделения малонарушенных массивов темнохвойных лесов, потенциально обладающих высокой природоохранной ценностью. В целом к малонарушенным лесным территориям отнесено 56,6% общей площади темнохвойных лесов.

Диссертационная работа А.Ф. Комаровой представляет собой ценное научное исследование, хорошо продуманное и логично обоснованное, выполненное на высоком научно-методическом уровне. Методическая глава демонстрирует высокий уровень и культуру синтаксономического анализа геоботанических описаний, владение принципами и современными методами дешифрирования многозональных космических снимков и морфометрического анализа цифровых моделей рельефа. Выводы четко и логично сформулированы. В каждом тематическом разделе приводится сопоставление полученных результатов с выводами, полученными другими исследователями. Диссертация не содержит некорректно заимствованных материалов, имеются все ссылки на использованные сведения других авторов. Личное участие автора на всех этапах выполнения диссертационной работы не вызывает сомнений. Содержание диссертации в полной мере отражено в автореферате. Результаты исследований доложены на международных научных конференциях и опубликованы в 21 печатной работе, в том числе 6 – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК для публикации основных положений диссертаций на соискание степени кандидата биологических наук. Материалы диссертационного исследования использованы в

лекционно-практическом курсе на кафедре геоботаники биологического факультета МГУ, тренинге «ГИС и ДЗЗ для охраны природы».

Замечания и пожелания.

1. Имеется целый ряд замечаний к перечню морфометрических характеристик земной поверхности, использованных при анализе экотопических предпочтений синтаксонов. В четвертой главе на основе ансамбля деревьев решений показано, что свойства рельефа (экспозиция и абс. высота) играют большую роль в объяснении пространственной изменчивости субассоциаций и вариантов темнохвойных лесов, чем спектральные признаки космической съемки (стр. 99). Вместе с тем экспозицию склонов без дополнительных преобразований некорректно использовать для подобного анализа, поскольку эта мера инсоляционных различий представлена циклической шкалой, в которой «холодные» склоны имеют одновременно минимальные и максимальные значения (рис. 4.7). Вместо экспозиции целесообразно использовать дозу прямой солнечной радиации за год, либо за вегетационный период. В дальнейшей работе стоит расширить перечень морфометрических величин.
2. Из текста диссертации непонятно обоснование некоторых положений, принятых при анализе дистанционных материалов: а) с чем связан выбор сентябрьского срока снимков для автоматизированного дешифрирования темнохвойных лесов? особенно в сравнении с зимними снимками, на которых темнохвойные леса четко отделяются от листопадных? Тем более что зимние снимки использованы в работе для верификации результатов автоматического дешифрирования темнохвойных лесов. б) каково влияние на результаты дешифрирования темнохвойных лесов оказала неравномерная освещенность склонов разных экспозиций?
3. В тексте при сравнении экотопических характеристик синтаксонов часто используются относительные категории (склоны большей/меньшей крутизны, высокая сомкнутость и относительно большая биомасса), в то время как полученные результаты позволяют давать абсолютные приержки морфометрических (покатый/сильнопокатый/крутой склоны) и спектральных (альбеда 3-5/5-7/7-10%) величин по каждому синтаксону (рис. 4.5-4.7).

4. По неясным причинам не доведено до картографического воплощения второе защищаемое положение диссертационной работы «Распространение синтаксонов ранга субассоциаций и вариантов может быть спрогнозировано по данным дистанционного зондирования»? В четвертой главе показано, что «Синтаксоны достоверно различаются между собой на основании спектральных и топографических признаков», что действительно может служить основанием для прогноза наиболее вероятной субассоциации и варианта для каждого пикселя на основе его морфометрических и спектральных характеристик. Пакет Random Forest, с помощью которого были получены эти результаты в вычислительной среде R, позволяет автоматически выполнить такой прогноз.
5. Поверхностной выглядит исключительно качественная интерпретация результатов дискриминантного анализа делимости растительных сообществ в пространстве спектральных признаков (стр. 97). Полезно расширить данный раздел и сравнить результаты этого классического метода статистического анализа с результатами, полученными на основе ансамбля деревьев решений – представителя относительно новой группы методов машинного обучения или интеллектуального анализа данных (data mining).
6. Более подробной интерпретации требует анализ делимости сообществ в пространстве спектральных признаков и особенно раздел 4.4 «Характеристика субассоциаций и вариантов на основе данных дистанционного зондирования. Экологический портрет синтаксонов». В частности, не до конца понятны значимые различия значений вегетационных индексов NDVI и EVI между субассоциациями и вариантами. Связаны они с составом и структурой сообществ или исключительно с сентябрьским сроком использованных снимков? Например, с какими особенностями флористического состава или вертикальной структуры сообщества связаны наименьшие значения (рис. 4.5) вегетационных индексов и отражательной способности разнотравных пихтарников (*A. – F. o. piceetosum orientalis* Belonovskaja et al 1990) в сравнении с кустарниковыми (*I. c. – A. n. vaccinietosum arctostaphyli* Belonovskaja et al 1990) и папоротниково-разнотравными (*A. – F. o. athyrietosum filici-feminae* Belonovskaja et al 1990)?

Заключение

Научные положения и выводы, изложенные в диссертации и автореферате А.Ф.Комаровой «Разнообразии темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа и закономерности их пространственного распределения» соответствуют критериям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Отмеченные недостатки не снижают высокой научной и практической ценности работы. Диссертация А.Ф.Комаровой является законченной научно-квалификационной работой, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника.

Отзыв составил Козлов Даниил Николаевич, заместитель директора по научной работе и инновациям ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», кандидат географических наук,

Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2,

тел. (495) 951-09-25 (раб.); +7 (903) 741-62-72 (моб.),

эл. почта: daniilkozlov@gmail.com



Подпись руки Козлова Д.Н.
заверяю Зав. канцелярией

Туз (Тузжанко З.М.)

Сведения об официальном оппоненте на диссертационную работу Комаровой Анны Федоровны «Разнообразие темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа и закономерности их пространственного распределения», представленную в диссертационный совет Д 501.001.46 при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника

ФИО	Место основной работы – полное наименование организации (с указанием полного почтового адреса, телефона, адреса электронной почты, должность)	Ученая степень	Ученое звание
Козлов Даниил Николаевич	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», заместитель директора по научной работе и инновациям 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2 Тел./факс: 8(495) 951-50-37 эл. почта: secretary@agro.geonet.ru Официальный сайт: http://www.esoil.ru	Кандидат географических наук по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов	нет

Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Писарчук Н.М., Новенко Е.Ю., **Козлов Д.Н.**, Шилов П.М. Влияние климатических изменений на лесные экосистемы и процессы заболачивания в Центральном-лесном заповеднике // в журнале Вестник Московского университета. Серия 5: География, издательство Изд-во Моск. ун-та (М.), 2016, № 5, с. 73-82
2. Климанова О.А., **Козлов Д.Н.** Формализованные подходы к оценке неопределенности географического районирования // в журнале Вестник Московского университета. Серия 5: География, издательство Изд-во Моск. ун-та (М.), 2015, № 3, с. 3-11
3. Kurbatova J., Tatarinov F., Molchanov A., Varlagin A., Avilov V., **Kozlov D.**, Ivanov D., Valentini R. Partitioning of ecosystem respiration in a paludified shallow-peat spruce forest in the southern taiga of European Russia // в журнале Environmental Research Letters, издательство Institute of Physics Publishing (United Kingdom), 2013, том 8, № 4, с. 1-9 DOI 10.1088/1748-9326/8/4/045028
4. Разнообразие и динамика лесных экосистем России. Книга 1, глава 8 / Т. В. Черненькова, Н. Н. Левицкая, Д. Н. Козлов и др. — Центр по проблемам

экологии и продуктивности лесов РАН. М.: Товарищество научных изданий КМК Москва, 2012. — С. 461. Монография "Разнообразие и динамика лесных экосистем России" Кн. 1. Гл. 8. Оценка состояния и динамики биоразнообразия лесов Московской области с использованием наземных и дистанционных методов. // А.С. Исаев (ред).

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Комаровой Анны Федоровны «Разнообразие темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа и закономерности их пространственного распределения», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника.

Работа посвящена изучению ценотического разнообразия и особенностей пространственного распределения сообществ еловых и пихтовых лесов Северо-Западного Кавказа.

Актуальность работы обусловлена тем, что растительный покров российской части Кавказа до сих пор изучен недостаточно полно, а в некоторых труднодоступных районах детальных геоботанических исследований ранее не проводилось. Выявление общих закономерностей пространственного распределения растительного покрова необходимо для целей моделирования распространения темнохвойных лесов на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ).

Научная новизна работы заключается в том, что впервые разработана методическая схема картографирования растительных сообществ по данным ДЗЗ. Проведенное картографирование темнохвойных лесов СЗ Кавказа позволило выявить основные закономерности их распределения, в зависимости от положения в рельефе (высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона и др.). Дополнена эколого-флористическая классификация темнохвойных лесов Западного Кавказа, в пределах существующих синтасонов выделено 5 новых вариантов ассоциаций, приведены их экотопические характеристики.

Теоретическая и практическая значимость. Работа является существенным вкладом в изучение растительного покрова Северного Кавказа, получены новые оригинальные данные по растительности темнохвойных лесов, охарактеризована структура растительного покрова, выявлены основные факторы, влияющие на видовой состав и структуру растительных сообществ темнохвойных лесов, проанализированы закономерности их пространственного распределения. Полученные результаты будут востребованы при выявлении малонарушенных лесных территорий на Северном Кавказе, планировании природоохранных мероприятий, развитии экологического туризма.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из Введения, 6 глав, Заключения, списка литературы и Приложения. Текст диссертации включает 171 страницу, 34 рисунка и 25 таблиц. Работа содержит Приложение на 3 страницах, включающих мелкомасштабные карты распространения темнохвойных лесов на территории исследований (м 1: 5 000 000). Список литературы включает 364 источника, в том числе 176 – на иностранных языках. Работа изложена хорошим русским языком, в тексте имеются опечатки.

Введение. В разделе охарактеризованы актуальность темы исследования, цели и задачи работы, методы исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, перечислены положения, выносимые на защиту, описана апробация результатов исследований.

В Главе 1 (с. 11–45) автор рассматривает природные условия территории исследований. Приведена подробная характеристика рельефа, геологического строения, климата, почв, флоры и растительности Северо-Западного Кавказа. Отмечено, что для растительного мира Кавказа характерны особые черты, обусловленные его географическим положением, климатическими особенностями и историей развития флоры и растительности. Кроме того, важной особенностью горного рельефа является наличие высоких хребтов и узких межгорных долин, с чем связаны различные варианты поясности на северных и южных склонах. В связи с этим, на разных высотах и склонах различной экспозиции и крутизны формируются неодинаковые условия местообитания, что усложняет задачу выявления закономерностей распределения растительных сообществ.

Далее автор приводит общую характеристику растительного покрова (по литературным данным) и подробную характеристику лесообразующих пород (в основном, пихты Нордманна; о ели восточной упоминается очень кратко), рассматривает существующие классификации темнохвойных лесов Кавказа, обсуждает их синтаксономический статус в пределах эколого-флористической классификации. В следующих разделах автор приводит взгляды разных авторов на особенности географического распространения видов темнохвойных лесов, различные мнения о том, являются ли некоторые виды реликтами или нет, а также обсуждает природоохранный статус темнохвойных лесов Кавказа и редкие растительные сообщества. Глава представляет собой довольно подробный обзор литературы по теме исследования.

Замечания. 1) в разделе 1.2. автор рассматривает различные схемы районирования Северо-Западного Кавказа: геоботаническое, ботанико-географическое, флористическое, предложенные разными авторами. При этом не приведены монографии «Геоботаническое районирование СССР» под ред. Е.М. Лавренко (1947) и «Растительность Европейской части СССР» (1980), согласно которым территория исследований относится к 2-м геоботаническим областям: Северо-Кавказской степной и Средиземноморской (Эвксинской);

2) целого ряда литературных источников, упомянутых в тексте, нет в списке литературы.

3) при использовании литературных источников различных лет (например, Лесков, 1932) следует приводить современные названия видов, а не устаревшие синонимы (стр.25).

4) при цитировании старых литературных источников (например, Буш, 1915) следует использовать метрическую систему мер, в частности, переводить футы в метры (1 фут = 30,48 см). В одних случаях этого не сделано (стр. 28), а где-то переведено, но неверно (стр. 33).

5) что такое «дериваты видов»? (стр. 39)

б) в разделе 1.3. при рассмотрении типов темнохвойных лесов СЗ Кавказа, выделенных в рамках т.н. «доминантного» подхода автор не видит различий между лесной типологией и эколого-фитоценотической классификацией растительности. Между тем, эти подходы используют различные принципы выделения классификационных единиц. В табл. 2 (стр. 36) приведены 5 различных классификаций пихтовых или буково-пихтовых лесов. При этом, одни авторы выделяют группы типов леса, а другие – классы ассоциаций и ассоциации.

В работе А.Я. Орлова (1951) детально охарактеризованы типы темнохвойных лесов Северного Кавказа, причем он отдельно рассматривает типы пихтовых лесов, еловых лесов и буково-пихтовых лесов. Он выделяет группы типов по преобладающим видам травяного яруса, а типы – по положению в рельефе. Для пихтарников он выделяет 7 групп типов, для ельников – 4 группы типов, для буково-пихтовых лесов – 2 группы типов леса (т.е. всего для темнохвойных лесов – 13 групп типов леса).

Л.В. Бицин, А.И. Ильин и М.П. Мальцев (1966) также рассматривают типы темнохвойных лесов Северного Кавказа. Они выделяют для пихтарников 4 группы типов леса, для ельников – 2 группы типов, для буково-пихтовых лесов – 1 группу типов леса (т.е. всего 7 групп типов леса).

Л.Б. Махатадзе (1966) выделяет 3 формации темнохвойных лесов: пихтарники, ельники и темнохвойно-буковые леса, в пределах которых он выделяет типы леса, причем не только для Северного Кавказа, но и для Южного склона Большого Кавказа (Туапсе, Сочи, Абхазию и Грузию). Из них только 3 района относятся к Северо-Западному Кавказу, для них выделены те же основные типы пихтовых лесов (мертвопокровные, вейниковые, ожиковые и овсяницевые, а также кочедыжниковые, страусниковые и высокотравные субальпийские). Остальные же приведенные в табл. 1.2. типы леса Махатадзе и Гулисашвили и др. (1975) не относятся к территории исследований. Для ельников Махатадзе выделяет следующие группы типов леса: сухие (мертвопокровные), овсяницевые, зеленомошные. Для елово-пихтовых лесов – кочедыжниковые и субальпийские. В работе К.Ю. Голгофской для темнохвойных лесов Кавказского заповедника также выделены 3 формации темнохвойных лесов (пихтовая, еловая и буково-пихтовая), в пределах которых выделены группы типов леса, которые соответствуют классам ассоциаций: ельники (4 группы типов), пихтарники (10 гр. типов), буково-пихтовые леса (5 групп типов леса).

Г.С. Нахуцришвили (Nakhutsrishvili, 2013) для темнохвойных лесов Грузии также выделяет 3 формации (ельники, пихтарники и буково-пихтовые леса), 4 группы ассоциаций (зеленомошные, овсяницевые, высокотравные и папоротниковые) и 6 ассоциаций.

Таким образом, ценотическое разнообразие темнохвойных лесов Кавказа выявлено достаточно полно подробно, при этом все указанные авторы различают еловые, пихтовые и буково-пихтовые леса, рассматривая их отдельно.

Однако автор в настоящей работе использует эколого-флористический подход к классификации темнохвойных лесов Кавказа, при котором все темнохвойные леса (включая

еловые, пихтовые и буково-пихтовые) отнесены к трем ассоциациям союза *Abieti-Fagion orientalis* Korotkov et Belonovskaja 1987 класса *Carpino-Fagetea sylvatica* Jakucs ex Passarge 1968., одна из которых в районе исследований не встречена. В пределах двух ассоциаций были выделены 4 субассоциации (с черникой кавказской, рододендром понтийским, кочедыжником и с участием ели). Автор полагает, что синтаксоны ранга субассоциации и варианта эколого-флористической классификации примерно соответствуют группам типов леса в типологической схеме пихтовых лесов С.М. Бебии (2012). Однако это утверждение спорно и его следовало бы доказать.

По нашему мнению, использование этого классификационного подхода, не позволяющего разделить сообщества с разными лесообразующими породами, не способствует выявлению ценотического разнообразия темнохвойных лесов Северо-Западного Кавказа, скорее, наоборот.

Кроме того, остается неясным, каким классификационным единицам соответствуют приведенные в **таблице 1.2.** синтаксоны разных авторов, а также какого ранга единицы, приведенные в «принятой схеме» (столбец б), которую автор далее использует в работе? При этом автор не разделяет пихтовые, еловые, елово-пихтовые и буково-пихтовые леса, понимая их обобщенно, как «темнохвойные леса», с чем вряд ли можно согласиться.

В главе 2 (с. 46–71) рассмотрены различные методы, использованные автором при проведении исследований. Основным является иерархический подход и использование данных ДЗЗ в качестве основного источника информации, наряду с полевыми данными.

Раздел 2.2. Полевые данные представлены 224 геоботаническими описаниями, выполненными на временных пробных площадях (ПП) различного размера (10×10 м или 20×20 м), что затрудняет сравнение полученных данных. Кроме того, размер ПП 100 кв. м. (10×10 м) явно недостаточен для полного выявления видового состава и характеристики структуры лесного сообщества. На наш взгляд, использование в одном исследовании ПП различного размера является не совсем корректным (стр. 52). Далее в таблицах (глава 3) проанализированы 116 описаний.

Кроме того, было использовано 626 кратких маршрутных описаний без закладки ПП с указанием основных характеристик рельефа и привязкой по GPS-навигатору. Также использовали фотосъемку склонов долин с привязкой фотографий по GPS для целей дешифрирования ДДЗЗ. Полученные на ПП данные о вертикальной и горизонтальной структуре сообществ, возрасте древостоя и подроста, нигде далее в работе не используются, и остается неясным, зачем они были собраны? Поскольку это – излишние затраты времени и труда, не отвечающие целям и задачам настоящей работы.

Использованные в работе полевые методы и методы табличной обработки данных широко используются в геоботанических исследованиях. Синоптическая таблица, приведенная в главе 3 (стр. 72-76) построена с использованием программы TWINSPAN. К сожалению, автор не

приводит в приложении фитоценотические таблицы (как это принято в геоботанических работах), что не дает нам возможности оценить корректность синтаксономических построений.

В разделе 2.3. приведен обзор существующих методов анализа ДДЗЗ и подробно обсуждаются методы, использованные в настоящей работе. В качестве основного источника ДДЗЗ использованы снимки спутников Landsat 5 и Landsat 8 (пространственное разрешение 30 м). Для картографирования темнохвойных лесов использованы методы автоматизированного дешифрирования и визуальной интерпретации ДДЗЗ, метод нейронных сетей, картографический метод, пространственный анализ цифровой модели рельефа и др. В работе использованы специализированные ГИС-приложения (ArcView, ArcGIS, Erdas, ScanEx Image Processor) и др. Обработка геоботанических описаний проведена в программах PC-Ord 5.0; Juice 7.0. Для статистической обработки данных использованы также программы Statistica 6.0 и R.

При этом, на наш взгляд, достоверно спрогнозировать состав подчиненных ярусов фитоценозов и проективное покрытие видов по ДДЗЗ можно лишь в том случае, если картируемые единицы (в данном случае субассоциации и варианты) хорошо различаются по составу древостоя, сомкнутости крон, запасам фитомассы, увлажнению, почвам, содержанию гумуса, почвообразующим породам, высотной приуроченности, экспозиции и крутизне склона.

В главе 3 (с. 72–92) проведен синтаксономический анализ темнохвойных лесов СЗ Кавказа. Приведен продромус синтаксонов, включающий 2 ассоциации, 4 субассоциации и 6 вариантов. Все предложенные автором новые варианты выделены по преобладающим видам травяного яруса (*Luzula sylvatica*, *Calamagrostis arundinacea*, *Petasites alba*, *Salvia glutinosa*, *Galeobdolon luteum*, *Sanicula europaea*), т.е. в основном соответствуют известным группам типов леса или ассоциациям эколого-фитоценотической классификации.

Замечания. 1) К сожалению, в синоптической таблице не приведены средние проективные покрытия видов для каждого фитоценона, что не позволяет оценить состав и структуру травяного яруса; к тому же фитоценотические таблицы в работе отсутствуют. В тексте также нет достаточно подробной характеристики состава и структуры выделенных синтаксонов. В большинстве случаев отсутствует информация о составе древостоя, его высоте, диаметре, возрасте, наличии подроста и возобновления. Кратко обсуждается лишь флористический состав травяного яруса.

2) Мохообразные в синоптической таблице 3.1. не приводятся, и при характеристике синтаксонов тоже не упоминаются. Их вообще не учитывали?

3) Рис. 3.1. , вероятно, был выполнен в цвете, но черно-белом варианте он не читается; и остается непонятным, что чему соответствует.

4) Кроме того, в **таблице 3.1.** приведены номера фитоценонов (1–8), но в примечании не указано, чему они соответствуют, что значительно затрудняет понимание таблицы. То же самое относится к **таблице 3.2.**, к которой также отсутствует примечание. Из этой таблицы не очевидно, как утверждает автор, что «доминантная и эколого-флористическая классификации хорошо соотносятся между собой» (стр. 83-84). Наиболее хорошо соотносятся с флористическими синтаксонами колхидско-кустарниковые, рододендроновые, вейниковые, овсяницевые, папоротниково-разнотравные темнохвойные леса. Но это не ассоциации эколого-фитоценотической классификации, и не группы типов леса, а циклы ассоциаций (поскольку не учитывается лесообразующая порода (эдификаторная синузия). Остальные принятые автором единицы попадают в разные синтаксоны эколого-флористической классификации.

Далее (**раздел 3.4.**) проанализировано географическое распределение выделенных синтаксонов, их экотопическая и экологическая характеристика (**разд. 3.5**); В **таблице 3.4.** приведены характеристики выделенных синтаксонов по ярусам, но без расшифровки обозначений. Глава завершается диаграммами, отражающими распределение видов, занесенных в Красную книгу РФ и региональные КК, по сообществам, отнесенным к различным синтаксонам.

Замечания. В **табл. 3.3.** показано распределение синтаксонов по «участкам» (т.е. районам полевых исследований), как на **рис. 1.** Но на **рис.1** номера этих участков не приведены.

На **рис. 3.5** и **3.6** приведены схемы распределения выделенных единиц по элементам рельефа, склонам различной крутизны и экспозиции, но в черно-белом изображении они не читаются, т.к. условные обозначения непонятны.

Глава 4 (с. 93–108) посвящена характеристике выделенных синтаксонов по морфометрическим и спектральным параметрам, полученным на основе анализа ДДЗЗ. В качестве источников информации выбраны спектральные данные (зеленый, красный, ближний инфракрасный и средний инфракрасный каналы снимка Landsat 8), вегетационные индексы NDVI и EVI, радарные данные (цифровая модель рельефа SRTM и ее производные), готовый продукт высокого пространственного разрешения (30 м) «Treecover», отражающий сомкнутость древостоя. На основе ДДЗЗ получили переменные–предикторы: 1) спектральные характеристики (основанные на отражательной способности в разных каналах); 2) по цифровой модели рельефа определяли параметры рельефа (высоту над ур. моря, экспозицию и крутизну склона, а также кривизну склона (курватуру) – общую, в плане и в профиле. Значения всех использованных ДДЗЗ приведены в соответствии с пространственным разрешением снимка Landsat (30 м).

Данные проанализированы с помощью дискриминантного анализа и методом Random Forest (ансамблей деревьев решений). В результате выявлены наиболее значимые переменные (на уровне субассоциаций и на уровне вариантов). В обоих случаях наиболее значимыми явились параметры рельефа: высота над ур. моря и экспозиция склона, а из спектральных переменных –

отражение в синем канале (неясно, чем это можно объяснить?). Обычно при картографировании растительности синий канал не используют, т.к. он совершенно не информативен.

В разделе 4.3. рассмотрены статистические различия между отдельными синтаксонами (субассоциациями и вариантами), выявленные по комбинации переменных. В табл. 4.5. и 4.6. приведены переменные, которые достоверно различаются для каждой пары субассоциаций и вариантов. При этом варианты между собой различаются довольно слабо. Например, вар. *Salvia glutinosa* и вар. *Calamagrostis arundinacea* вообще достоверно не различаются между собой ни по одному массиву данных. Некоторые варианты отличаются друг от друга, в основном, по параметрам рельефа. Напротив, субассоциации 1 и 2 (рододендроновая и кавказско-черничная) по факторам рельефа не различаются, а только по отражению в синей части спектра (непонятно, с чем это связано?).

Замечание. К сожалению, к таблицам 4.5. и 4.6. нет примечаний, а все обозначения в них приведены по-английски. Например, что такое «*crv_pl*», «*curv_pr.*», «*curv, aspect*»? Об этом можно только догадываться. То же самое относится к рис. 4.4, 4.5, 4.6, 4.7. Достаточно было бы привести одно примечание для всех.

В разделе 4.4. на основании ДДЗЗ приведены т.н. «экологические портреты синтаксонов» - т.е. уточнены характеристики местообитаний выделенных субассоциаций и вариантов. Например, темнохвойные леса с черникой кавказской и подлесником наиболее характерны для южных склонов; рододендроновые и белокопытниковые пихтарники – для плакорных местообитаний и вершин хребтов. Вариант с преобладанием зеленчука приурочен к нижним частям пологих склонов, а варианты вейниковый и шалфейный – наоборот, к наиболее крутым северным и западным склонам, встречаясь в разных высотных диапазонах.

Глава 5 (с. 109–125) посвящена картографированию темнохвойных лесов и анализу их пространственного распределения на СЗ Кавказе, в зависимости от параметров рельефа и географического положения (с З на В вдоль Главного Кавказского хребта). Для анализа распределения темнохвойных лесов по высоте над ур. моря, экспозициям и склонам различной крутизны использовали цифровую модель рельефа SRTM. Массив данных о распространении темнохвойных лесов получен методом классификации космических снимков с помощью нейронной сети Кохонена.

В разделе 5.1. подробно описан алгоритм создания массива данных о распространении темнохвойных лесов, который был применен ко всем четырем снимкам («сценам»), покрывающим территорию исследований. В качестве основы для калибровки использовали геоботанические описания на модельном участке в верховьях р. Зеленчук. Общая точность выделения темнохвойных лесов составила 95,9 %. Наибольшие их площади на СЗ Кавказе выявлены в Карачаево-Черкесии (Карачаевский р-н).

В разделах 5.3–5.5. проанализированы общие закономерности распространения темнохвойных лесов на СЗ Кавказе, по бассейнам важнейших рек, на склонах различной крутизны и экспозиции, по градиенту высот над уровнем моря. Наибольшие площади темнохвойных лесов выявлены в диапазоне 1600–1900 м над ур. моря, наиболее для них благоприятном. При продвижении с СЗ на ЮВ средние значения высотной приуроченности темнохвойных лесов увеличиваются.

В разд. 5.6. приведен т.н. «экопический портрет» темнохвойных лесов. Отмечено, что в целом темнохвойные леса предпочитают склоны северных и западных экспозиций крутизной свыше 20°. На склонах Ю и ЮВ экспозиций они тяготеют к более пологим склонам. Ниже и выше своего оптимального диапазона 1600–1900 м они замещаются на Ю и ЮВ склонах лиственными или сосновыми лесами. В северо-западных р-нах средняя высота их приуроченности – 1500 м над ур. моря, в восточных р-нах – около 2000 м. Высказано предположение, что распространение темнохвойных лесов на крутых С и З склонах связано с повышенной влажностью воздуха и отсутствием антропогенного пресса.

В главе 6 (с. 126–132) показана область практического применения результатов исследования для целей выделения малонарушенных лесных территорий (МЛТ), малонарушенных лесных массивов (МЛМ) а также лесов высокой природоохранной ценности – ЛВПЦ. Описана методика выделения МЛМ на СЗ Кавказе, с учетом его региональных особенностей – сильно расчлененного рельефа и антропогенной освоенности речных долин. Выявлены полигоны МЛМ, по площади превышающие 1000 га, отнесенные к шести категориям ценности. Составлена обзорная мелкомасштабная карта распространения малонарушенных лесных массивов на СЗ Кавказе. Наибольшую площадь занимают МЛМ 1-й категории ценности, относящиеся к МЛТ (56,6 % от общей площади темнохвойных лесов). Сделан вывод о приуроченности темнохвойных лесов к территориям наиболее низкой антропогенной нарушенности.

В **Заключении** (с. 133–135) автор кратко перечисляет важнейшие результаты настоящей работы, соответствующие цели и задачам исследований, перечисленным во **Введении**. В конце сформулирован интересный вывод о том, что ДДЗЗ применимы не только для картографирования растительного покрова, но и для изучения растительных сообществ на разных синтаксономических уровнях (от союзов до вариантов), но для этого необходимы качественные опорные полевые данные. При этом использование ДДЗЗ дает возможности для достоверной экстраполяции данных геоботанических описаний и уменьшает трудозатраты при полевых исследованиях.

Общее заключение по работе.

Проведенное исследование выполнено вполне профессионально и тщательно, основано на обширном фактическом материале и всестороннем анализе массива полевых и дистанционных данных. Автор проявила широкую эрудицию и знание обширного пласта научной литературы, как по теме исследования и изучаемому региону, так и по проблемам геоинформатики, картографии, фотограмметрии и дистанционного зондирования.

Автором использованы современные методы анализа геоботанических данных и ДДЗЗ. Сочетание материалов полевых исследований и ДДЗЗ позволило автору получить достоверные результаты: выявить темнохвойные леса, определить их спектральные характеристики и особенности их распространения на территории исследований, что позволило экстраполировать относительно небольшое число полевых данных на обширную территорию Северо-Западного Кавказа. Установлено, что наиболее значимыми переменными являются высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склона, а также отражательная способность в синей части спектра.

По материалам диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 6 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. Материалы исследования были доложены на Всероссийских и международных конференциях и семинарах. Имеющиеся замечания и дискуссионные положения не умаляют основных достижений диссертанта. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Диссертационная работа А. Ф. Комаровой соответствует требованиям пунктов 9–11 постановления Правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней» № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Комарова Анна Федоровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.01. – Ботаника.

Нешатаева Валентина Юрьевна, доктор биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника, старший научный сотрудник, Зав. Лабораторией общей геоботаники ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН; почтовый адрес: 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2. e-mail: vneshatayeva@binran.ru, тел. (812) 372-54-18

«29» марта 2017 г.

В.Ю. Нешатаева

В. Ю. Нешатаева
Подпись руки В.Ю. Нешатаевой
И.о. директора БИН РАН *А.Е. Ковалева*
1 А.Е. Ковалева

Нешатаева Валентина Юрьевна, доктор биологических наук по специальности 03.02.01 – Ботаника, ученое звание: старший научный сотрудник; Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, почтовый адрес: 197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2; занимаемая должность – Заведующий Лабораторией общей геоботаники.

Список основных публикаций **В.Ю. Нешатаевой** в рецензируемых изданиях
за последние 5 лет (2012–2016 гг.)

1. **Нешатаева В.Ю., Пестеров А.О.** Структура растительного покрова кальдеры Узон (Восточная Камчатка) // Известия Самарского Научного центра РАН. **2012.** Т. 14. № 1 (4). С. 1080-1083.
2. **Кораблев А.П., Нешатаева В.Ю.** Геоботаническое картографирование вулканогенной динамики растительного покрова (на примере плато Толбачинский дол, Камчатка) // Известия Самарского Научного центра РАН. **2012.** Т. 14. № 1 (6). С. 1618-1621.
3. **Кузьмина Е.Ю., Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю., Кораблев А.П.** К бриофлоре юго-западной оконечности Корякского нагорья (Камчатский край, Пенжинский район) // Новости систематики низших растений. **2012.** Т. 46. С. 256-268.
4. **Neshataeva V., Pesterov A., Golubev S.** Boreal vegetation of the Kamchatka Peninsula and adjacent areas and its geobotanical mapping // Conservation of Arctic Flora and Fauna Series. **2012.** № 8. P.35-41.
5. **Нешатаева В.Ю., Пестеров А.О., Кораблев А.П.** Растительность термальных полей кальдеры вулкана Узон (Восточная Камчатка) // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Биогеография. **2013.** Вып. 14. № 2. С. 22–38.
6. **Коротеева Т.И., Потемкин А.Д., Нешатаева В.Ю.** К флоре печеночников вулканов Бурлящий, Центральный Семячик и кальдеры Узон (Кроноцкий заповедник, Восточная Камчатка) // Новости систематики низших растений. СПб. **2013.** Т. 47. С. 318-326.
7. **Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю., Кузьмина Е.Ю.** О находке *Splachnum luteum* (Splachnaceae) на Парапольском доле (Камчатский край) // Новости систематики низших растений. **2013.** Т. 47. С. 327-333.
8. **Öpik M., Zobel M., Cantero J., Davison D., Facelli J., Hiiesalu I., Jairus T., Kalwij J., Koorem K., Leal M., Liira J., Metsis M., Neshataeva V., Paal J., Phosri Ch., Põlme S., Reier Ü.** Global sampling of plant roots boosts the described molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi // Mycorrhiza. **2013.** Vol. 23. P. 411-430.

9. **Нешатаева В.Ю.**, Нешатаев В.Ю., Кораблев А.П., Кузьмина Е.Ю. Растительность приморских маршей побережья залива Корфа (Олюторский район Камчатского края) // Ботанический журнал. **2014**. Т. 99. № 8. С. 868-894.
10. **Нешатаева В.Ю.**, Пестеров А.О., Гимельбрант Д.Е., Федосов В.Э. Особенности формирования растительного покрова на лавовых потоках вулкана Крашенинникова (Восточная Камчатка) // Ботанический журнал. **2014**. Т. 99. № 3. С. 282-302.
11. Пестеров А.О., Овчаренко М.С. **Нешатаева В.Ю.** Горные тундры вулканических районов Кроноцкого заповедника (Восточная Камчатка) // Фиторазнообразии Восточной Европы. **2015**. Т.9. №1. С. 121–137.
12. **Абдурахманова З.И.**, **Нешатаев В.Ю.**, **Нешатаева В.Ю.** Лесорастительные условия сосняков Дагестана // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. **2015**. Вып. 210. С. 6–24.
13. **Кузьмина Е.Ю.**, **Овчаренко М.С.**, **Нешатаева В.Ю.** Ценотическая роль мохообразных в горно-тундровых сообществах урочища Синий Дол (Кроноцкий государственный заповедник, Восточная Камчатка) // Новости систематики низших растений. СПб, **2015**. Т. 49. С. 345–359.
14. **Korablev A.P.**, **Neshataeva V.Yu.** Primary Plant Successions of Forest Belt Vegetation on the Tolbachinskii Dol Volcanic Plateau (Kamchatka) // Biology Bulletin. **2016**. № 4. С. 366–376.
15. **Кораблев А.П.**, **Нешатаева В.Ю.**, Первичные вулканогенные сукцессии растительности лесного пояса на плато Толбачинский дол (Камчатка) // Известия РАН. Серия Биологическая. **2016**. № 4. С. 366–376.
16. **Абдурахманова З.И.**, **Алиев Х.У.** **Нешатаева В.Ю.** Сосновые леса из *Pinus kochiana* с участием *Taxus baccata* в Мушулинском ущелье (Внутригорный Дагестан) и вопросы их охраны // Ботанический журнал. **2016**. Т. 101. № 2. С. 227–236.
17. **Нешатаева В.Ю.**, **Кораблев А.П.**, **Нешатаев В.Ю.** Каменноберезовые леса юга Корякского нагорья (Камчатский край) на северном пределе распространения // Ботанический журнал. **2016**. Т. 101. № 12. С. 1410–1429.
18. **Нешатаева В.Ю.**, **Нешатаев В.Ю.**, **Бельдиман Л.Н.**, **Якубов В.В.** Новые флористические находки в Кроноцком природном биосферном заповеднике (Камчатский край) // Комаровские чтения. Вып. 64. Владивосток: Дальнаука, **2016**. С. 198–203.

Верно:

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]
 Подпись
 ЗАВЕРЯЮ
 ОТДЕЛ
 КАПРОВ
 Ботанический институт
 им. В.Л.
 Российской академии наук

