

Обзорная статья

УДК 630*187

DOI: 10.37482/0536-1036-2024-4-49-67

Сравнительный анализ эколого-флористической классификации и лесных типологий России

Н.С. Иванова^{1,2}, *д-р биол. наук*; *ResearcherID: Q-3292-2017*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0845-9433>

В.В. Фомин^{1,2}, *д-р биол. наук, доц.*; *ResearcherID: J-3404-2017*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9211-5627>

С.В. Залесов¹, *д-р с.-х. наук, проф.*; *ResearcherID: H-2605-2019*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

А.П. Михайлович³, *ст. преподаватель*; *ResearcherID: AAN-5903-2020*,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8282-9431>

¹Уральский государственный лесотехнический университет, ул. Сибирский тракт, д. 37, г. Екатеринбург, Россия, 620100; i.n.s@bk.ru, fomval2011@yandex.ru[✉], zalesovsv@m.usfeu.ru

²Ботанический сад УрО РАН, ул. 8 Марта, д. 202 а, г. Екатеринбург, Россия, 620144; i.n.s@bk.ru

³Уральский федеральный университет, ул. Мира, д. 19, г. Екатеринбург, Россия, 620002; anna.mikhailovich@gmail.com

Поступила в редакцию 26.05.22 / Одобрена после рецензирования 18.09.22 / Принята к печати 21.09.22

Аннотация. В начале XX в. в Европе сформировалось научное направление, получившее название фитосоциология, родоначальником которой стал швейцарский ботаник и эколог Дж. Браун-Бланке. Разработанный им подход получил широкое распространение в мире и лег в основу большого количества классификаций растительности. В статье приведено описание эколого-флористического подхода к классификации растительности по следующим параметрам: объему понятия ассоциации, особенностям выделения ее границы, классификационным признакам для установления типа лесорастительных условий и для определения ассоциации, учету сукцессионной динамики, влияния антропогенных факторов, уровню внедрения в практику ведения лесного хозяйства, управления лесами и отчетности. Дан обзор современного состояния подхода и приведены результаты его сравнения с отечественными лесными типологиями. К преимуществам классификации Брауна-Бланке можно отнести ее универсальность, развитую методологию, гибкость классификационных критериев и тщательно продуманную номенклатуру. Разработка программного комплекса Turboveg для ввода, хранения и обработки данных о растительности способствовала росту объемов использования классификации. В настоящее время, кроме признаков растительности, обязательным становится учет климатических параметров, а при выделении синтаксонов и формировании картографических представлений о растительности используют современные достижения в области ГИС-технологий для оценки факторов, которые влияют на структуру растительности. Отражение сукцессионной динамики в синтаксономических единицах по-прежнему остается актуальной задачей как эколого-флористического подхода, так и отечественных лесных типологий. В рамках подхода Брауна-Бланке также активно прорабатываются аспекты, связанные с учетом антропогенных трансформаций

растительных ассоциаций. Об этом свидетельствует ряд успешных примеров оценки синантропизации лесов и моделирования функций отклика растительных сообществ на действие экологических факторов, включая антропогенные. Как и в лесных типологиях, при разработке эколого-флористических классификаций широко используются многомерные методы анализа данных (DCA, CCA, PCA с наложением на ординационные диаграммы векторов) для исследования структуры лесной растительности.

Ключевые слова: синтаксономия Брауна-Бланке, эколого-флористический подход, классификация типов леса, современное состояние классификаций типов леса, российские лесные типологии, растительная ассоциация, сукцессионная динамика, антропогенные факторы

Благодарности: Анализ эколого-флористической классификации Брауна-Бланке выполнен в рамках госзадания Ботанического сада УрО РАН. Часть исследований, связанных с анализом подхода европейских классификаций фитоценологических альянсов и местообитаний EUNIS, европейской классификации типов леса (EFT) и североамериканской биогеоклиматической классификации, выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ (проект № FEUG-2023-0002).

Для цитирования: Иванова Н.С., Фомин В.В., Залесов С.В., Михайлович А.П. Сравнительный анализ эколого-флористической классификации и лесных типологий России // Изв. вузов. Лесн. журн. 2024. № 4. С. 49–67. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-4-49-67>

Review article

Comparative Analysis of the Ecological-Floristic Classification and the Russian Forest Typologies

Natalya S. Ivanova^{1,2}, Doctor of Biology; ResearcherID: [Q-3292-2017](https://orcid.org/0000-0003-0845-9433),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0845-9433>

Valery V. Fomin^{1,2}, Doctor of Biology, Assoc.Prof.; ResearcherID: [J-3404-2017](https://orcid.org/0000-0002-9211-5627),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9211-5627>

*Sergey V. Zalesov*¹, Doctor of Agriculture, Prof.; ResearcherID: [H-2605-2019](https://orcid.org/0000-0003-3779-410X),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

*Anna P. Mikhailovich*³, Senior Lecturer; ResearcherID: [AAN-5903-2020](https://orcid.org/0000-0002-8282-9431),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8282-9431>

¹Ural State Forest Engineering University, Sibirskiy Trakt, 37, Yekaterinburg, 620100, Russian Federation; i.n.s@bk.ru, fomval2011@yandex.ru[✉], zalesovsv@m.usfeu.ru

²Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. 8 Marta, 202a, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation; i.n.s@bk.ru

³Ural Federal University, ul. Mira, 19, Yekaterinburg, 620002, Russian Federation; anna.mikhailovich@gmail.com

Received on May 26, 2022 / Approved after reviewing on September 18, 2022 / Accepted on September 21, 2022

Abstract. At the beginning of the 20th century in Europe, a scientific direction was formed, called phytosociology, the founder of which was the Swiss botanist and ecologist J. Braun-Blanquet. The approach he developed has become widespread throughout the world and has formed the basis for a large number of vegetation classifications. The article provides a description of the ecological-floristic approach to vegetation classification according



to the following parameters: the scope of the concept of association, the peculiarities of its boundary allocation, the classification criteria for establishing the type of forest conditions and for determining the association, consideration of the succession dynamics and the influence of anthropogenic factors, the level of implementation in forestry, forest management and reporting. An overview of the current state of the approach is given and the results of its comparison to the Russian forest typologies are presented. The advantages of the Braun-Blanquet classification include its versatility, developed methodology, flexibility of classification criteria and a carefully thought-out nomenclature. The development of the Turboveg software package for entering, storing and processing vegetation data has contributed to the increase in the use of this classification. Currently, in addition to vegetation features, it is becoming mandatory to take into account climatic parameters, and when identifying syntaxa and forming cartographic representations of vegetation, modern advances in the field of GIS technologies are used to assess the factors that influence the vegetation structure. The reflection of successional dynamics in syntaxonomic units still remains an urgent task for both the ecological-floristic approach and the domestic forest typologies. Within the framework of the Braun-Blanquet approach, aspects related to the consideration of anthropogenic transformations of plant associations are also being actively studied. This is evidenced by a number of successful examples of assessing forest synanthropization and modeling the response functions of plant communities to environmental factors, including anthropogenic ones. As in forest typologies, multidimensional methods of data analysis (DCA, CCA, PCA with superimposition of vectors on ordination diagrams) are widely used in the development of ecological-floristic classifications for studying the structure of forest vegetation.

Keywords: the Braun-Blanquet syntaxomy, ecological-floristic approach, forest type classification, current state of forest type classifications, the Russian forest typologies, plant association, succession dynamics, anthropogenic factors

Acknowledgements: The analysis of the Braun-Blanquet ecological-floristic classification was carried out within the framework of the state assignment of the Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Part of the research related to the analysis of the approaches of the European classifications of phytocenological alliances and habitats EUNIS, the European classification of forest types (EFT) and the North American biogeoclimatic classification was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project no. FEUG-2023-0002).

For citation: Ivanova N.S., Fomin V.V., Zalesov S.V., Mikhailovich A.P. Comparative Analysis of the Ecological-Floristic Classification and the Russian Forest Typologies. *Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal*, 2024, no. 4, pp. 49–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-4-49-67>

В первые десятилетия XX в. в Европе сформировалось научное направление, получившее название фитоценология. Ее родоначальником стал швейцарский ботаник и эколог Дж. Браун-Бланке [53, 88]. В прошлом столетии было опубликовано большое количество фитоценологической литературы и сформировалось множество научных школ, отличающихся разными подходами к классификации растительности, особенно в Южной и Восточной Европе [77, 82, 88, 89]. Есть примеры успешного применения эколого-флористического подхода к изучению растительности Японии [75]. В СССР подход Брауна-Бланке стал применяться с 1960 г. [27]. В настоящее время в Российской Федерации данный подход практикуется Уфимской [21], Дальневосточно-Сибирской [7, 9,

58, 59], Санкт-Петербургской [2, 23, 44], Московской [11, 31, 36], Тольяттинской [6] и Брянской [4] научными школами. Ведущие российские синтаксономисты активно обмениваются опытом [3, 8, 28, 63] и проводят инвентаризацию и систематизацию биогеоценозов, создают фитоценоотические базы данных и разрабатывают единую классификацию растительности России [32]. Несмотря на многочисленность исследований на тему инвентаризации и классификации растительности, остаются вопросы, решение которых необходимо для прогнозирования устойчивости биосферы в условиях нарастающего антропогенного воздействия, глобального и регионального изменений климата. В лесоведении данная проблема стоит так же остро [20, 61, 62], и различные лесотипологические школы ведут активную работу в этом направлении [60, 66]. Однако ввиду сложности и большого разнообразия лесных экосистем проблема до сих пор не решена и требуется не только получение новых данных о структуре и динамике растительности, но и дальнейшая разработка теоретических основ классифицирования природных комплексов. Для этого в первую очередь необходимо подвести итог деятельности различных школ, осуществляющих исследования в этом направлении как в фитоценологии, так и в лесоведении, выявить сильные (пригодные к использованию) и слабые (от которых следует уходить) стороны каждого из предлагаемых подходов.

Цель данной статьи – обобщение опыта использования эколого-флористической классификации в разных странах и сравнение ее характеристик с основными положениями российских лесотипологических подходов.

Основная классификационная единица. Основной единицей растительного покрова в фитосоциологических классификациях является растительная ассоциация (plant association, или coenotaxon) [88], которая, согласно Брауну-Бланке (см. таблицу), является фундаментальным уровнем в иерархической классификации биосферы. Это абстрактная единица, формируемая комбинацией видов, называемых характерными, которые могут быть определены по различным правилам [88]. Остальные виды, также присутствующие в растительной ассоциации, но не являющиеся характерными для нее, связывают эту ассоциацию с другими. Описание таких видов позволяет получить растительный континуум в пространстве и времени [89]. Это является одной из сильных сторон эколого-флористической классификации и отличает ее от лесных типологий: ни в одной отечественной лесной типологии видовой состав не анализируется на предмет связи с другими типами леса. В биогеоценотической типологии В.Н. Сукачева и динамической И.С. Мелехова для выделения типов леса используются только доминирующие виды древесного и подчиненных ярусов растительности, а также отдельные виды живого напочвенного покрова или положение в рельефе в качестве индикаторов условий местопроизрастания [24, 39].

В генетической типологии, как и в синтаксономии Брауна-Бланке, для выделения флористического комплекса типов леса или стадии дигрессивно-дедуктивных сукцессий могут использоваться, кроме доминантов, индикаторные виды (виды-маркеры) [42, 43]. В лесоэкологической типологии Е.В. Алексева – П.С. Погребняка применяется главным образом состав древостоя с учетом требовательности растений к трофности и влажности почв [25, 26, 33]. Следует также отметить классификации, разработанные Л.Г. Раменским [34], в которых среда обитания признается основным фактором дифференциации растительности, а экологическая оценка местообитаний дается на основе фитоиндикации, что сближает эти классификации с эколого-флористической классификацией Брауна-Бланке.

Эколого-флористическая классификация Брауна-Бланке
The Braun-Blanquet ecological-floristic classification

Характеристика	Особенности
Объем понятия ассоциации	Растительная ассоциация – это тип растительности, определяющий фундаментальный уровень в иерархической классификации биосферы. Ассоциация включает в себя комбинацию видов, называемых характерными, которые могут быть определены по различным правилам. Растительные ассоциации выделяют в пределах общего географического ареала характерных для них видов. Гиперобъем растительной ассоциации в многомерном экологическом пространстве определяет ее экологическую нишу. Другие виды, не относящиеся к характерным для ассоциации, в основном ответственны за связь между различными ассоциациями, которая дает растительный континуум в пространстве и во времени. Граница определяется по смене растительности. Нет четких границ. Понятие экотона хорошо разработано
Классификационные признаки, используемые для определения типа лесорастительных условий	Первоначально предложены только признаки растительности. В настоящее время в связи с необходимостью разработки карт растительности различных масштабов и использованием ГИС-технологий в основе классификаций начинает преобладать географический принцип. Обязательным становится учет климатических факторов, а выделение синтаксонов и картографические представления сочетают в себе биогеографию и оценку факторов, которые влияют на потенциальную и фактическую структуру растительности. Однако важность и степень детализации отдельного фактора различаются по иерархическим уровням классификации. Набор факторов и их роль в классифицировании растительности могут заметно различаться в зависимости от страны и региона, т. к. лимитирующие распространение растений факторы имеют региональную специфику
Учет сукцессионной динамики	Признан факт динамической совокупности видов в сообществах, которые подвержены флуктуациям, антропогенным трансформациям. Этот факт лег в основу методики анализа пространственно-временных закономерностей. Вводится понятие сукцессионной системы – совокупности климаксового типа растительности и всех формирующихся в дальнейшем вторичных сообществ, служащих стадиями ее восстановления. Есть примеры обсуждения возможности использования синтаксонов флористической классификации для анализа вторичных восстановительных сукцессий после рубок, подходов к выделению серий и стадий сукцессии, а также подходов к общей оценке сукцессионных серий, анализа сукцессии растительных сообществ на вырубках, исследования процессов дивергенции и конвергенции сукцессионных серий
Учет влияния антропогенных факторов	Анализ видового состава позволяет выявить исчезновения и инвазии видов и тем самым оценить антропогенное воздействие. Классификационные критерии растительных сообществ (характерное сочетание видов, специфические взаимоотношения с физической средой, хорологические и динамические особенности) придают фитосоциологическим единицам сильное индикаторное значение. Примеров такого анализа антропогенных трансформаций растительности достаточно много
Уровень внедрения в практику ведения лесного хозяйства, управления лесами и отчетности	Высокий. На общеевропейском уровне косвенно используется через кросс-связи в Европейской классификации типов леса EFT. Разработан программный комплекс Turboveg для ввода, хранения и обработки данных о растительности, составлено множество национальных и региональных баз данных, которые включают миллионы геоботанических описаний, доступных в Turboveg. Базы данных послужили основой для национальных и международных классификационных обзоров, а также научных исследований. Фитосоциологические таблицы широко доступны. В Северной Америке используется в Биоклиматической классификации экосистем ВЕС. В России в лесоустройстве и лесном хозяйстве практически не применяется, но широко распространена в сфере охраны природы

Ассоциация в подходе Брауна-Бланке крупнее типа леса в биогеоэцено- тическом и генетическом подходах к лесной типологии и более близка по объ- ему к группе типов леса. Хотя количество ассоциаций, которые могут быть идентифицированы, не ограничено, их значительно меньше, чем типов леса по В.Н. Сукачеву и Б.А. Ивашкевичу – Б.П. Колесникову. Выделение ассоциаций в соответствии с подходом Брауна-Бланке основано на достаточно поверхностном описании растительного сообщества, часто в терминах видового обилия, выра- женного долей покрытия или другой переменной [50]. В этом заключается отли- чие подхода от отечественных лесных типологий, в которых для характеристики типа леса обязательны количественные показатели, в т. ч. продуктивность древо- стоя, численность, возраст и высота подроста древесных растений [17, 18, 35, 38].

Для исследования ассоциаций выделяют пробные площади. Пробные площади (*relevés*, в терминах подхода Брауна-Бланке) – это субъективно ото- бранные объекты изучения с произвольной площадью [50]. Тем не менее проб- ная площадь здесь, как правило, значительно меньше, чем при лесотипологиче- ских исследованиях, где обязательным требованием является наличие не менее 200 деревьев основного элемента леса.

Сходные ассоциации включаются в набор более высокого иерархического уровня, называемый союзом (*alliance*), союзы объединяются в порядки (*order*) и да- лее в классы (*class*) [50]. В настоящее время такая классификация создается, в отли- чие от лесных типологий (которые также являются иерархическими), по правилам Международного кодекса фитосоциологической номенклатуры ICPN [56, 86, 87].

Классификационные признаки, используемые для определения синтак- сонов. Первоначально для выделения синтаксонов в эколого-флористической классификации применялись только признаки растительности. Однако в на- стоящее время в связи с необходимостью разработки карт растительности раз- личных масштабов и использованием ГИС-технологий происходит сближение эколого-флористического подхода с генетической лесной типологией [14]. В основе классификаций все чаще преобладает географический принцип [52]. Обязательным становится учет климатических факторов, а выделение синтак- сонов и формирование картографических представлений начинают сочетать в себе биогеографию и оценку факторов, обуславливающих особенности потен- циальной и существующей структур растительности. Географический принцип [29, 30] выходит на позицию одного из главных при выделении как ассоциаций, так и синтаксонов более высокого ранга. При этом важность и уровень детали- зации каждого фактора различаются по иерархическим уровням классифика- ции [52], как и в генетической лесной типологии. Так, например, для Италии в качестве иерархических уровней классификации используют подразделения, провинции, секции и подсекции [52]. Набор факторов и их роль в классифици- ровании растительности могут значительно различаться для стран и регионов, т. к. факторы, лимитирующие распространение растений, характеризуются ре- гиональной спецификой [46, 49, 64, 69]. Классификации становятся региональ- ными, хотя они и основаны на общих принципах. При этом правильная инте- грация социологии растений и экологического анализа понимается как ключ к иерархической классификации экосистем [55].

Происходит сближение подхода Брауна-Бланке и лесных типологий, в ко- торых классификационные схемы и определители типов леса строятся на основе скрупулезного экологического анализа и детального учета как климатических,

так и эдафических факторов [5, 25, 26]. Для целей экологического анализа в рамках эколого-флористического подхода [80, 85], как и в лесных типологиях [14, 40, 70, 71], получают распространение многомерные методы анализа (DCA – бестрендовый анализ соответствий, CCA – канонический анализ соответствий, PCA – анализ линейного уменьшения размерности) с наложением на ординационные диаграммы векторов (факторов), характеризующих среду обитания. Разработка новых многомерных методов анализа и появление доступа к международным базам данных стимулировали увеличение глубины и масштаба экологического анализа, который стал включать сравнение синтаксонов из различных географических регионов [57–59, 80] и интерпретацию результатов с международной точки зрения [78, 80]. Есть примеры успешного моделирования функций отклика растительных ассоциаций на градиенты окружающей среды, включая соленость почвы и грунтовых вод, pH почвы, температуру почвы и грунтовых вод, долю песка и колебание уровня грунтовых вод [48]. На основе теории нечетких множеств разрабатываются и успешно используются методики исследования реакции ассоциации (или любого другого синтаксона) на градиенты окружающей среды [48, 50], в т. ч. методика расчета функции отклика ассоциации на градиенты окружающей среды, которая представляет собой кривую совместимости ассоциации с градиентом окружающей среды. Кривые совместимости показывают возможность обнаружения при определенном значении фактора окружающей среды или комбинации факторов видовой комбинации, соответствующей растительной ассоциации. Этот метод используется для получения карт потенциального распределения ассоциации (карты пригодности) с помощью ГИС [50]. Карты пригодности могут быть подвергнуты многокритериальному анализу, чтобы присвоить вес различным факторам при установлении синтаксонов растительности. Такие карты важны для моделирования изменений почвенного покрова, например клеточными автоматами [50]. Развитие ГИС-технологий способствовало прогрессу в картографическом представлении растительности в рамках подхода Брауна-Бланке [51].

Учет сукцессионной динамики. Уже на этапе зарождения эколого-флористического подхода был признан факт динамической совокупности видов в сообществах, которые подвержены флуктуациям и антропогенным трансформациям [50, 53]. С результатами исследований В. Джакомини (V. Giacomini), Р. Туксена (R. Tuxen), Дж.-М. Геху (J.-M. Gehu), К. Бегуина (C. Beguin), О. Хегга (O. Hegg), С. Ривас-Мартинеса (S. Rivas-Martinez) и Ж.-Е. Дю Ритца (G.-E. Du Rietz) связана концепция синассоциаций [65]. С 1970-х гг. в фитосоциологии наблюдается активный переход от определения взаимоотношений между растительными ассоциациями, которыми формируются растительные элементы ландшафта, к сериям и цепочкам типов растительности, появляющихся (сменяющих друг друга) в пределах конкретной территории. Они включают как метастабильные стадии серий, так и экологически зрелое стабильное состояние – климаксовую стадию [54]. Данная концепция очень близка к использованной основоположником генетического подхода Б.А. Ивашкевичем [16].

Постулат о динамической совокупности видов в сообществах лег в основу методики анализа пространственно-временных закономерностей и масштабных зависимостей [47]. С целью разработки данной методики вводится поня-

тие растительного ряда (sigmetum) как сукцессионной системы – совокупности растительности климаксового типа и всех формирующихся в дальнейшем вторичных сообществ, служащих стадиями ее восстановления [51]. Есть примеры обсуждения возможности использования синтаксонов флористической классификации для анализа вторичных восстановительных сукцессий после рубок [21], серий и стадий сукцессии, а также для общей оценки сукцессионных серий: анализа динамики альфа-разнообразия и фитосоциологических спектров растительных сообществ, определения бета-разнообразия сукцессионной серии [76], анализа восстановительной сукцессии растительных сообществ на вырубках чернично-зеленомошных лесов союза *Dicrano–Pinion* центрально-возвышенной части Южного Урала [84], анализа сукцессионной системы сообществ, сформировавшихся после вырубки гемибореальных светлохвойных травяных лесов ассоциации *Vupleuro–Pinetum*, исследования процессов дивергенции и конвергенции сукцессионных серий [21]. Выявлено, что дивергенция происходит в результате снятия влияния эдификаторной роли доминантов и проявления различий увлажнения почв, а также вследствие их обогащения минеральными элементами вследствие сжигания порубочных остатков, при этом тренды изменения видового богатства в ходе восстановительных сукцессий имеют различный характер и зависят от особенностей экотопов [21]. Интересным является исследование сукцессионной системы ассоциации *Stachyo sylvaticae–Tilietum cordatae* на основе принципов флористической классификации. Анализируются особенности восстановительных сукцессий на вырубках при слабом и сильном нарушении напочвенного покрова, а также в культурах ценотически слабого вида *Pinus sylvestris* и ценотически сильного вида *Picea obovata*. Подчеркивается высокий самовосстановительный потенциал сообществ изученной ассоциации [22], при этом доказывается, что разные восстановительно-возрастные стадии относятся к одной ассоциации.

К настоящему времени разработана классификация растительности вырубок и выявлены основные закономерности ее формирования в ходе восстановительных сукцессий на месте вырубленных лесов классов *Quercu–Fagetea*, *Brachypodio–Betuletea*, *Vaccinio–Piceetea* и *Asaro–Abietetea* [45]. Причем в отличие от классификации вырубок И.С. Мелехова [19, 24], которая разработана на примере достаточно простых северных фитоценозов, в данной публикации анализируются вырубки со сложной структурой и динамикой, убедительно показаны сильные стороны флористического анализа для экологических оценок и классификации. В генетической лесной типологии вырубки объединены в один тип с исходным типом леса, т. е. сохраняется связь с коренным фитоценозом. Для сравнения, в синтаксономии Брауна-Бланке вырубки относятся не только к самостоятельным ассоциациям, но и к классам. При описании производных сообществ в генетической лесной типологии указывается коренной тип леса, производным от которого является исследуемый фитоценоз. Также фиксируется степень его трансформации (условно-коренной, коротко-, длительно- или устойчиво-производный), что является сильной стороной генетической лесной типологии по сравнению с подходом Брауна-Бланке. В целом формирование прогнозов по лесовосстановлению и возрастной динамике не является задачей эколого-флористической классификации, а само направление учета динамики растительности в этой классификации находится в стадии активной разработки.

Учет влияния антропогенных факторов. Учет антропогенных трансформаций в эколого-флористических классификациях возможен, т. к. анализ видового состава позволяет выявить исчезновения и инвазии видов и тем самым оценить антропогенное воздействие [51, 52, 64]. Результатов такого анализа достаточно много, например: оценка синантропизации лесов Республики Башкортостан [1], выявление факторов, обуславливающих изменение видового состава растений лесов [81], моделирование функций отклика растительных сообществ на действие внешних факторов, как природных, так и антропогенных [47, 48]. Тем не менее в лесотипологических исследованиях неоднократно отмечается, что внешние воздействия, в т. ч. антропогенные, в первую очередь приводят к изменению продуктивности (не только древостоя, но и подчиненных ярусов) и нарушениям процессов естественного возобновления растений, что непосредственно влияет на дигрессивно-демутационные смены фитоценозов [35, 37, 74]. При этом это может происходить на фоне еще стабильного флористического состава и выражаться в изменении соотношений видов и изменении ранговых распределений, что нельзя обнаружить, опираясь на глазомерное описание растительности в терминах обилия видов при использовании подхода Брауна-Бланке [14, 67]. Кроме того, смена флористического состава может выступать в качестве механизма адаптации растительных сообществ для сохранения продуктивности и функционирования [15, 68]. Поэтому важно оценивать трансформацию не только флористического состава, но и продуктивности. В синтаксономии Брауна-Бланке она не принимается во внимание, в то время как в отечественных лесных типологиях является одним из основных критериев.

Уровень внедрения. Подход Брауна-Бланке благодаря универсальности, развитой методологии, гибкости классификационных критериев и четкой системе номенклатуры приобрел большую популярность и используется в странах Европы и Северной Америки, а также в России и Японии. С целью создания всемирной базы данных геоботанических описаний разработан и широко применяется программный комплекс Turboveg. К настоящему времени уже составлено множество национальных и региональных баз данных, которые включают миллионы геоботанических описаний, доступных в Turboveg, и послужили основой для национальных и международных классификационных обзоров и научных исследований [64, 83]. Область применения эколого-флористической классификации – инвентаризация и систематизация биоразнообразия растительных сообществ с целью их сохранения и изучения, включая исследование биоклиматических закономерностей, оценку природоохранной значимости растительных сообществ [28, 32]. Для лесной типологии эколого-флористическая классификация представляет определенный интерес, есть многочисленные примеры ее успешного использования в европейских [77], североамериканских [72, 73, 79] и российских [10, 12, 13, 41] лесных типологиях.

В европейских классификациях подход Брауна-Бланке реализован в классификации фитоценологических альянсов, на основе которой была создана европейская классификация растительности EVS, и является связующим звеном между классификацией местообитаний EUNIS и международными научными экологическими исследованиями, использующими подход Брауна-Бланке [77].

При этом проводится детальный экологический анализ, учет не только состава и продуктивности древостоя, но и уровня биоразнообразия в типе леса, что делает классификацию более полезной для научных исследований и охраны природы.

В североамериканских лесных типологиях эколого-флористический подход наиболее полно реализован в биогеоклиматической классификации ВЕС, разработанной В.Й. Краиной [79] для Британской Колумбии (Канада). Основной единицей ВЕС является растительная ассоциация в понимании Брауна-Бланке, точнее ее кульминационная стадия развития (климакс), которая диагностирует биогеоклиматическую подзону. Ассоциации (в т. ч. антропогенно нарушенные и трансформированные) получают названия на основе видов растений, характерных для климаксовой стадии, что позволяет сохранить в классификации генетическую связь между коренными и производными фитоценозами. Биоклиматическая классификация нашла широкое применение в сфере землепользования и в настоящее время выступает в качестве общей основы для обширного спектра приложений в области управления земельными ресурсами, охраны природы и научных исследований в Британской Колумбии [72, 73].

В Российской Федерации подход Брауна-Бланке также привлекает внимание лесных типологов. Небольшой, но достаточно емкий обзор использования эколого-флористического подхода для классификации лесной растительности приводит Л.Б. Заугольнова [10]. К этому следует добавить, что с позиций И.С. Мелехова, В.Н. Сукачева, Б.П. Колесникова и Дж. Брауна-Бланке был проведен синтез классификаций растительности динамичных по составу и структуре фитоценозов вырубок в еловых лесах южной тайги [40]. Типология вырубок И.С. Мелехова хорошо зарекомендовала себя в северных районах, но использование ее принципов при характеристике южно-таежных, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов имеет ряд проблем. Для их решения и совершенствования классификационных схем в настоящее время привлекаются методы экологического анализа, разработанные в т. ч. в рамках эколого-флористического подхода [14].

Особо следует отметить определитель типов леса Европейской России, который находится в открытом доступе и удобен для практического применения [12]. Определитель основан на большом фактическом материале, объединенном в базу FORUS. В нем представлены типологическая схема основных синтаксонов, ключи для выделения секций и подсекций, а также продромусы синтаксонов в пределах ботанико-географических зон, характеристики типов леса с указанием ассоциации по Брауну-Бланке, справочники диагностических видов. Использование эколого-флористической классификации помогает установить наиболее крупные реперы, облегчающие отнесение древостоев к типам леса и их группам [12]. Данный определитель можно считать удачной реализацией комплексного подхода к классификации растительности на основе опыта отечественных лесных типологий и эколого-флористической классификации.

Выводы

1. К преимуществам классификации Брауна-Бланке можно отнести ее универсальность, развитую методологию, гибкость классификационных критериев и продуманную номенклатуру. Для использования классификации разработан программный комплекс Turboveg, позволяющий вводить, хранить и обрабатывать данные о растительности.

2. Подход Брауна-Бланке в настоящее время используется в ряде современных лесных типологий разных стран.

3. Первоначально для выделения синтаксонов в эколого-флористической классификации использовались только признаки растительности. Сегодня обязательным становится учет климатических факторов, а при выделении синтаксонов и формировании картографических представлений начинают сочетаться биогеография и оценка факторов, которые влияют на структуру растительности.

4. Отражение сукцессионной динамики в синтаксономических единицах – актуальная задача эколого-флористического подхода, как и отечественных лесных типологий.

5. Учет антропогенных трансформаций в эколого-флористической классификации возможен, и данное направление активно разрабатывается. Существует ряд успешных примеров оценки синантропизации лесов и моделирования функций отклика растительных сообществ на действие внешних факторов, в т. ч. антропогенных.

6. При экологическом анализе структуры лесной растительности в рамках эколого-флористического подхода, как и в лесных типологиях, получают распространение многомерные методы анализа данных – DCA, CCA, PCA с наложением на ординационные диаграммы векторов, характеризующих среду обитания и антропогенные факторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Абрамова Л.М., Мартыненко В.Б. Экологическая оценка уровня синантропизации лесов Республики Башкортостан // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2006. Т. 111, № 2. С. 97–103.

Abramova L.M., Martynenko V.B. Ecological Assessment of the Level of Synanthropism in Forests of the Republic of Bashkortostan. *Byulliten' Moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij* = Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series, 2006, vol. 111, no. 2, pp. 97–103. (In Russ.).

2. Боч М.С., Смагин В.А. Флора и растительность болот Северо-Запада России и принципы их охраны. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 224 с. (Тр. Ботан. ин-та им. В.Л. Комарова РАН; Вып. 7).

Boch M.S., Smagin V.A. *Flora and Vegetation of the Mires of the North-West of Russia and the Principles of Their Protection*. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1993. 224 p. (In Russ.).

3. Булохов А.Д., Соломещ А.И. Эколого-флористическая классификация лесов Южного Нечерноземья России. Брянск: БГУ, 2003. 359 с.

Bulokhov A.D., Solomeshch A.I. *Syntaxonomy of Forests of Russian South Nechernosemie*. Bryansk, Bryansk State University Publ., 2003. 359 p. (In Russ.).

4. Булохов А.Д., Харин А.В. Растительный покров Брянска и его пригородной зоны (синтаксономия и мониторинг) / под ред. Л.М. Ахромеева. Брянск: БГУ, 2008. 311 с.

Bulokhov A.D., Kharin A.V. *The Vegetation Cover of Bryansk and its Suburban Zone (Syntaxonomy and Monitoring)*. Ed. by L.M. Akhromeeva. Bryansk, Bryansk State University Publ., 2008. 311 p. (In Russ.).

5. Воробьев Д.В., Остапенко Б.Ф. Лесная типология и ее применение. Лекция 1. Харьков: ХСХИ, 1977. 53 с.

Vorob'ev D.V. Ostapenko B.F. *Forest Typology and its Application: in 5 Lectures*. Lecture 1. Kharkiv, Kharkiv Agricultural Institute Publ., 1977. 53 p. (In Russ.).

6. Голуб В.Б., Лысенко Т.М., Рухленко И.А., Карпов Д.Н. Внутриконтинентальные галофитные сообщества с преобладанием гемикриптофитов в СНГ и Монголии // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2001. Т. 106, № 1. С. 69–75.

Golub V.B., Lysenko T.M., Rukhlenko I.A., Karpov D.N. Intracontinental Halophytic Communities with a Predominance of Hemicryptophytes in the CIS and Mongolia. *Byulliten' Moskovskogo obschestva ispytatelej prirody. Otdel biologicheskij* = Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series, 2001, vol. 106, no. 1, pp. 69–75. (In Russ.).

7. Ермаков Н.Б. Высшие единицы сосновых лесов России в связи с общей концепцией классификации растительности Северной Евразии // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. № 4(157). С. 94–113.

Ermakov N.B. The Higher Units of Pine Forests of Russia in Connection with the General Concept of Vegetation Classification of Northern Eurasia. *Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovatsii* = Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation, 2020, no. 4(157), pp. 94–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-4-157-94-113>

8. Ермаков Н.Б., Абдурахманова З.И., Потапенко И.Л. К проблеме синтаксономии сосновых лесов (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) с участием бореальных флористических элементов в Дагестане (Северный Кавказ) // Turczaninowia. 2019. Т. 22, № 4. С. 154–171.

Ermakov N.B., Abdurakhmanova Z.I., Potapenko I.L. To the Problem of Syntaxonomy of Pine Forests (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) with the Participation of Boreal Floristic Elements in Dagestan (North Caucasus). *Turczaninowia*, 2019, vol. 22, no. 4, pp. 154–171. (In Russ.). <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.22.4.16>

9. Ермаков Н.Б., Королюк А.Ю., Лащинский Н.Н. Флористическая классификация мезофильных травяных лесов Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 96 с.

Ermakov N.B., Korolyuk A.Yu., Lashchinskiy N.N. *Floristic Classification of Mesophilic Herbaceous Forests of Southern Siberia*. Novosibirsk, 1991. 96 p. (In Russ.).

10. Заугольнова Л.Б. Подходы к оценке типологического разнообразия лесного покрова // Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы / отв. ред. А.С. Исаев. М.: Наука, 2008. С. 36–58.

Zaugolnova L.B. Approaches to the Assessment of the Biological Diversity of the Forest Cover. *Monitoring of the Biological Diversity of the Forests of Russia: Methodology and Methods*. Ed.-in-Chief A.S. Isaev. Moscow, Nauka Publ., 2008, pp. 36–58. (In Russ.).

11. Заугольнова Л.Б., Браславская Т.Ю. Анализ ассоциаций мезофитных широколиственных лесов в центре Европейской России // Растительность России. 2003. № 4. С. 3–28.

Zaugolnova L.B., Braslavskaya T.Yu. The Analysis of Mesophytic Broad-Leaved Forest Associations in the Center of European Russia. *Rastitel'nost' Rossii* = Vegetation of Russia, 2003, no. 4, pp. 3–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.31111/10.31111/vegus/2003.04.3>

12. Заугольнова Л.Б., Мартыненко В.Б. Определитель типов леса Европейской России. Режим доступа: <http://cepl.rssi.ru/bio/forest/index.htm> (дата обращения: 17.04.21).

Zaugolnova L.B., Martynenko V.B. The Guide to Forest Types of European Russia. (In Russ.).

13. Золотова Е.С. Лесотипологические особенности растительности и почв Зауральской холмисто-предгорной провинции: дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2013. 209 с.

Zolotova E.S. *Forest Typological Features of Vegetation and Soils of the Zauralskiy Hilly-Foothill Province*: Cand. Biol. Sci. Diss. Yekaterinburg, 2013. 209 p. (In Russ.).

14. Иванова Н.С. Лесотипологические особенности биоразнообразия и восстановительно-возрастной динамики растительности горных лесов Южного и Среднего Урала: дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2019. 304 с.

Ivanova N.S. *Forest Typological Features of Biodiversity and Restoration-Age Dynamics of Vegetation in Mountain Forests of the Southern and Middle Urals*: Doc. Biol. Sci. Diss. Yekaterinburg, 2019. 304 p. (In Russ.).

15. Иванова Н.С., Золотова Е.С. Адаптация лесных экосистем к фактору увлажнения в горах Среднего Урала // Уч. зап. Казан. ун-та. Сер.: Естеств. науки. 2019. Т. 161, кн. 2. С. 293–306.

Ivanova N.S., Zolotova E.S. Adaptation of Forest Ecosystems to the Humidity Factor in the Middle Urals. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennyye Nauki*, 2019, vol. 161, book 2, pp. 293–306. (In Russ.). <https://doi.org/10.26907/2542-064X.2019.2.293-306>

16. Ивашкевич Б.А. Типы лесов Приморья и их экономическое значение // Производительные Силы Дальнего Востока. Вып. 3: Растительный мир. Хабаровск; Владивосток: Кн. дело, 1927. С. 3–20.

Ivashkevich B.A. Types of Forests in Primorye and Their Economic Significance. *Productive Forces of the Far East. Iss. 3: The Plant World*. Khabarovsk, Vladivostok, Knizhnoye delo Publ., 1927, pp. 3–20. (In Russ.).

17. Колесников Б.П. Генетическая классификация типов леса и ее задачи на Урале // Вопросы классификации растительности: сб. ст. / отв. ред. проф. П.Л. Горчаковский. Свердловск, 1961. С. 47–59. (Тр. Ин-та биологии / АН СССР. Урал. фил.; Вып. 27).

Kolesnikov B.P. Genetic Classification of Forest Types and its Tasks in the Urals. *Vegetation Classification Issues: Collected Works (Proceedings of the Institute of Biology of the USSR Academy of Sciences)*. Ed.-in-Chief P.L. Gorchakovskiy. Sverdlovsk, 1961, iss. 27, pp. 47–59. (In Russ.).

18. Колесников Б.П. Генетический этап в лесной типологии и его задачи // Лесоведение. 1974. № 2. С. 3–20.

Kolesnikov B.P. The Genetic Stage in Forest Typology and its Tasks. *Lesovedenie = Russian Journal of Forest Science*, 1974, no. 2, pp. 3–20. (In Russ.).

19. Крышень А.М. Растительные сообщества вырубок: структура, динамика и классификация (на примере Карелии): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Петрозаводск, 2005. 42 с.

Kryshen' A.M. *Plant Communities of Cuttings: Structure, Dynamics and Classification (by the Example of Karelia)*: Doc. Biol. Sci. Diss. Abs. Petrozavodsk, 2005. 42 p. (In Russ.).

20. Кузьменко Е.И., Смолоногов Е.П. Лесные экосистемы средней и южной тайги Западно-Сибирской равнины (структура и пространственно-временная динамика). Новосибирск: СО РАН, 2000. 218 с.

Kuz'menko E.I., Smolonogov E.P. *Forest Ecosystems of the Middle and Southern Taiga of the West Siberian Plain (Structure and Spatiotemporal Dynamics)*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2000. 218 p. (In Russ.).

21. Мартыненко В.Б., Широких П.С., Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Синтаксономический анализ восстановительных сукцессий после вырубки светлохвойных лесов Южно-Уральского региона // Журн. общ. биологии. 2014. Т. 75, № 6. С. 478–490.

Martynenko V.B., Shirokikh P.S., Mirkin B.M., Naumova L.G. Syntaxonomic Analysis of Restorative Successions after Cutting Down Light Coniferous Forests of South Ural Region. *Zhurnal obshchej biologii = Biology Bulletin Reviews*, 2014, vol. 75, no. 6, pp. 478–490. (In Russ.).

22. Мартыненко В.Б., Широких П.С., Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Баишева Э.З., Мулдашев А.А. Синтаксономический анализ влияния инициальной стадии на вторичную автогенную сукцессию широколиственного леса // Журн. общ. биологии. 2016. Т. 77, № 4. С. 303–313.

Martynenko V.B., Shirokikh P.S., Mirkin B.M., Naumova L.G., Bayisheva E.Z., Muldashev A.A. A Syntaxonomic Analysis of the Initial Stage Effect on Secondary Autogenous

Succession of Broad-Leaved Forest. *Zhurnal obshchej biologii* = Biology Bulletin Reviews, 2016, vol. 77, no. 4, pp. 303–313. (In Russ.).

23. Матвеева Н.В. Растительность южной части острова Большевик (архипелаг Северная Земля) // Растительность России. 2006. № 8. С. 3–87.

Matveyeva N.V. Vegetation of the Southern Part of Bolshevik Island (Severnaya Zemlya Archipelago). *Rastitel'nost' Rossii* = Vegetation of Russia, 2006, no. 8, pp. 3–87. (In Russ.). <https://doi.org/10.31111/vegrus/2006.08.3>

24. Мелехов И.С. Основы типологии вырубок // Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве: сб. ст. / под ред. И.С. Мелехова. Архангельск, 1959. С. 5–34.

Melekhov I.S. Basics of Felling Typology. *Basics of Felling Typology and its Significance in Forestry*. Arkhangelsk, 1959, pp. 5–34. (In Russ.).

25. Мигунова Е.С. Лесотипологическая классификационная система как основа единой экологической классификации и факторов природной среды // Вестн. МГУЛ – Лесн. вестн. 2013. № 6. С. 173–182.

Migunova E.S. Forest Typological Classification System as Basis of Uniform Ecological Classification and Environmental Factors. *Lesnoy vestnik* = Forestry Bulletin, 2013, no. 6, pp. 173–182. (In Russ.).

26. Мигунова Е.С. Лесная типология Г.Ф. Морозова – А.А. Крюденера – П.С. Погребняка – теоретическая основа лесоводства // Лесн. вестн. / Forestry Bulletin. 2017. Т. 21, № 5. С. 52–63.

Migunova E.S. Forest Typology by G.F. Morozov – A.A. Kryudener – P.S. Pogrebnyak is Theoretical Basis of Forestry. *Forestry Bulletin*, 2017, vol. 21, no. 5, pp. 52–63. (In Russ.).

27. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Фиторазнообразие: факторы формирования, синтаксономия, система охраны // Аспекты биоразнообразия / сост. И.Я. Павлинов. Ч. 2. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. С. 456–477. (Сб. тр. Зоол. музея МГУ; Т. 54).

Mirkin B.M., Naumova L.G. Phytodiversity: Formation Factors, Syntaxonomy, Protection System. *Aspects of Biodiversity. Part 2 (Coll. of works of the MSU Zoological Museum)*. Comp. by I.Ya. Pavlinov. Moscow, KMK Publ. House, 2016, vol. 54, pp. 456–477. (In Russ.).

28. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Динамика активности синтаксономических центров России и процессы их интеграции // Растительность России. 2017. № 31. С. 119–124.

Mirkin B.M., Naumova L.G. Dynamics of Activity of Syntaxonomic Centres of Russia and Processes of Their Integration. *Rastitel'nost' Rossii* = Vegetation of Russia, 2017, no. 31, pp. 119–124. (In Russ.). <https://doi.org/10.31111/vegrus/2017.31.119>

29. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. Л.; М.: Гос. изд-во, 1925. 367 с.

Morozov G.F. *The Doctrine of Forest Types*. Leningrad, Moscow, State Publ. House, 1925. 367 p. (In Russ.).

30. Морозов Г.Ф. Учение о типах насаждений. М.; Л.: ОГИЗ, Гос. изд-во с.-х. и колхоз.-кооп. лит., 1931. 421 с.

Morozov G.F. *The Doctrine of the Types of Plantings*. Moscow, Leningrad, State Publ. House of Agric. and Coll. Farm-Coop. Literature, 1931. 421 p.

31. Морозова О.В., Заугольнова Л.Б., Исаева Л.Г., Костина В.А. Классификация бореальных лесов севера Европейской России. I. Олиготрофные хвойные леса // Растительность России. 2008. № 13. С. 61–81.

Morozova O.V., Zaugolnova L.B., Isaeva L.G., Kostina V.A. Classification of Boreal Forests in the North of European Russia. I. Oligotrophic Coniferous Forests. *Rastitel'nost' Rossii* = Vegetation of Russia, 2008, no. 13, pp. 61–81. (In Russ.). <https://doi.org/10.31111/vegrus/2008.13.61>

32. Плугатарь Ю.В., Ермаков Н.Б., Крестов П.В., Матвеева Н.В., Мартыненко В.Б., Голуб В.Б., Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю., Аненхонов О.А., Лавриненко И.А., Лавриненко О.В., Чепинога В.В., Синельникова Н.В., Морозова О.В., Белоновская Е.А., Тишков А.А., Черненко Т.В., Кривобоков Л.В., Телятников М.Ю., Лапина Е.Д.,

Онипченко В.Г., Королева Н.Е., Черосов М.М., Семенищенков Ю.А., Абрамова Л.М., Лысенко Т.М., Полякова М.А. Концепция классификации растительности России как отражение современных задач фитоценологии // Растительность России. 2020. № 38. С. 3–12.

Plugatar Yu.V., Ermakov N.B., Krestov P.V., Matveyeva N.V., Martynenko V.B., Golub V.B., Neshataeva V.Yu., Neshataev V.Yu., Anenkhonov O.A., Lavrinenko I.A., Lavrinenko O.V., Chepinoga V.V., Sinelnikova N.V., Morozova O.V., Belonovskaya E.A., Tishkov A.A., Chernenkova T.V., Krivobokov L.V., Telyatnikov M.Yu., Lapshina E.D., Onipchenko V.G., Koroleva N.E., Cherosov M.M., Semenushchenkov Yu.A., Abramova L.M., Lysenko T.M., Polyakova M.A. The Concept of Vegetation Classification of Russia as an Image of Contemporary Tasks of Phytocenology. *Rastitel'nost' Rossii = Vegetation of Russia*, 2020, no. 38, pp. 3–12. (In Russ.). <https://doi.org/10.31111/vegrus/2020.38.3>

33. *Погребняк П.С.* Основы лесной типологии. Киев: АН УССР, 1955. 456 с.

Pogrebnyak P.S. *The Basics of Forest Typology*. Kiev, Ukrainian SSR Academy of Sciences Publ., 1955. 456 p. (In Russ.).

34. *Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А.* Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472 с.

Ramenskiy L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. *Ecological Assessment of Forage Lands by Vegetation Cover*. Moscow, Selkhozgiz Publ., 1956. 472 p. (In Russ.).

35. *Санников С.Н.* Эколого-генетическая классификация типов леса на основе экодинамических рядов развития биогеоценозов // Сиб. лесн. журн. 2019. № 1. С. 3–15.

Sannikov S.N. Ecologic and Genetic Classification of Forest Types Based on Ecologic and Genetic Series of Development of Biogeocenoses. *Sibirskiy lesnoy zhurnal = Siberian Journal of Forest Science*, 2019, no. 1, pp. 3–15. (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SJFS20190101>

36. *Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г., Бобровский М.В., Торопова Н.А.* Популяционные и фитоценотические методы анализа биоразнообразия растительного покрова // Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Науч. и учеб.-метод. центр, 2002. С. 145–194.

Smirnova O.V., Zaugolnova L.B., Khanina L.G., Bobrovskiy M.V., Toropova N.A. Population and Phytocenotic Methods for Analysis of Biodiversity of Vegetation Cover. *Conservation and Restoration of Biodiversity*. Moscow, Scientific and educational-methodological centre Publ., 2002, pp. 145–194. (In Russ.).

37. *Смолоногов Е.П.* Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины (эколого-лесоводственные основы оптимизации хозяйства). Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 288 с.

Smolonogov E.P. *Ecological and Geographical Differentiation and Dynamics of Pine Forests in the Urals and the West Siberian Plain (Ecological and Forestry Foundations for Economic Optimization)*. Sverdlovsk, Ural Branch of the USSR Academy of Sciences Publ., 1990. 288 p. (In Russ.).

38. *Смолоногов Е.П.* Основные положения генетического подхода при построении лесотипологических классификаций // Экология. 1998. № 4. С. 256–261.

Smolonogov E.P. Main Principles of the Genetic Approach to the Typological Classification of Forests. *Ekologiya = Russian Journal of Ecology*, 1998, no. 4, pp. 256–261. (In Russ.).

39. *Сукачев В.Н.* Избр. тр.: в 3 т. Т. 1. Основы лесной типологии и лесной биогеоценологии. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. 417 с.

Sukachev V.N. *Selected Works: in 3 vol. Vol. 1. Fundamentals of Forest Typology and Forest Biogeocenology*. Leningrad, Nauka Publ. (Leningrad Department), 1972. 417 p. (In Russ.).

40. Уланова Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках Южной тайги (на примере европейской части России): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2006. 46 с.

Ulanova N.G. *Restorative Dynamics of Vegetation in Clear-Cuts and Massive Wind-falls in the Spruce Forests of the Southern Taiga (by the example of the European Part of Russia)*: Doc. Biol. Sci. Diss. Abs. Moscow, 2006. 46 p. (In Russ.).

41. Уланова Н.Г. Синтез классификации растительности вырубок в еловых лесах южной тайги с позиций И.С. Мелехова, В.Н. Сукачева, Б.П. Колесникова и Ж. Браун-Бланке // Генетическая типология, динамика и география лесов России: материалы Всерос. науч. конф. (с междунар. участием), посвящ. 100-летию со дня рождения Б.П. Колесникова. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 72–75.

Ulanova N.G. Synthesis of the Classification of Vegetation of Cleared Areas in the Spruce Forests of the Southern Taiga from the Perspectives of I.S. Melekhov, V.N. Sukachev, B.P. Kolesnikov and Zh. Brown-Blanke. *Genetic Typology, Dynamics and Geography of Russian Forests: Materials of the All-Russian Scientific Conference (with International Participation) Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of B.P. Kolesnikov*. Yekaterinburg, Ural Branch of the RAS, 2009, pp. 72–75. (In Russ.).

42. Фильрозе Е.М. Схема генетической классификации типов леса тайги восточного макросклона Южного Урала и северной лесостепи восточно-уральского пене-плена // Типы и динамика лесов Урала и Зауралья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1967. С. 119–155. (Тр. Ин-та экологии растений и животных; Вып. 53).

Fil'roze E.M. The Scheme of Genetic Classification of Taiga Forest Types of the Eastern Macroslope of the Southern Urals and Northern Forest-Steppe of the East Ural Peneplain. *Types and Dynamics of Forests in the Urals and Trans-Urals (Proceedings of the Institute of Plant and Animal Ecology, iss. 53)*. Sverdlovsk, Ural Science Centre of the USSR Academy of Sciences, 1967, pp. 119–155. (In Russ.).

43. Фильрозе Е.М. Схема генетической классификации типов леса Южного Урала // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С. 53–60.

Fil'roze E.M. The Scheme of Genetic Classification of Forest Types of the Southern Urals. *Ecological-Geographical and Genetic Principles of Forest Research*. Sverdlovsk, Ural Science Centre of the USSR Academy of Sciences, 1983, pp. 53–60. (In Russ.).

44. Холод С.С. Классификация растительности острова Врангеля // Растительность России. 2007. № 11. С. 3–135.

Kholod S.S. Classification of Wrangel Island Vegetation. *Rastitel'nost' Rossii = Vegetation of Russia*, 2007, no. 11, pp. 3–135. (In Russ.). <https://doi.org/10.31111/vegus/2007.11.3>

45. Широких П.С., Мартыненко В.Б., Баишева Э.З., Бикбаев И.Г. Динамика растительности на вырубках Южно-Уральского региона: основные итоги исследований Уфимской геоботанической школы // Фиторазнообразие Вост. Европы. 2018. Т. 12, № 3. С. 17–30.

Shirokikh P.S., Martynenko V.B., Baisheva E.Z., Bikbaev I.G. Vegetation Dynamics on Felling in the South Ural Region: Main Results of Studies of the Ufa Geobotanical School. *Fitoraznoobrazie Vostochnoy Evropy = Phytodiversity of Eastern Europe*, 2018, vol. XII, no. 3, pp. 17–30. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2072-8816-2018-10023>

46. Allegrezza M., Montecchiari S., Ottaviani C., Pelliccia V., Tesei G. Syntaxonomy of the *Robiniapseudoacacia* Communities in the Central Peri-Adriatic Sector of the Italian Peninsula. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 2019, vol. 153, no. 4, pp. 616–623. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1610108>

47. Anand M., Kadmon R. Community-Level Analysis of Spatiotemporal Plant Dynamics. *Écoscience*, 2000, vol. 7, pp. 101–110. <https://doi.org/10.1080/11956860.2000.11682578>

48. Andreucci F., Biondi E., Feoli E., Zuccarello V. Modeling Environmental Responses of Plant Associations by Fuzzy Set Theory. *Community Ecology*, 2000, vol. 1, iss. 1, pp. 73–80. <https://doi.org/10.1556/ComEc.1.2000.1.10>
49. Bailey R.G. Identifying Ecoregion Boundaries. *Environmental Management*, 2004, vol. 34, pp. 14–26. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0163-6>
50. Biondi E., Feoli E., Zuccarello V. Modelling Environmental Responses of Plant Associations: A Review of Some Critical Concepts in Vegetation Study. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2004, vol. 23, iss. 2, pp. 149–156. <https://doi.org/10.1080/07352680490433277>
51. Biondi E. Phytosociology Today: Methodological and Conceptual Evolution. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 2011, vol. 145, suppl. 1, pp. 19–29. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.602748>
52. Blasi C., Frondoni R. Modern Perspectives for Plant Sociology: The Case of Ecological Land Classification and the Ecoregions of Italy. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 2011, vol. 145, suppl. 1, pp. 30–37. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.602747>
53. Braun-Blanquet J. *Pflanzensoziologie*. Springer Vienna, 1964. 866 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>
54. Capelo J. Evidence of a Unique Association Between Single Forest Vegetation-Types and Seral Sequences: Praise for the Concept of ‘Vegetation Series’. *Geographical Changes in Vegetation and Plant Functional Types. Geobotany Studies*. Ed. by A. Geller, K. Fujiwara, F. Pedrotti. Springer, Cham, 2018, pp. 3–18. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68738-4_1
55. Capotorti G., Guida D., Siervo V., Smiraglia D., Blasi C. Ecological Classification of Land and Conservation of Biodiversity at the National Level: the Case of Italy. *Biological Conservation*, 2012, vol. 147, iss. 1, pp. 174–183. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.028>
56. Code of Phytosociological Nomenclature. *Vegetatio*, 1986, vol. 67, pp. 145–195. <https://doi.org/10.1007/BF00044842>
57. Dengler J., Jansen F., Glöckler F., Peet R.K., Cáceres De M., Chytrý M., Ewald J., Oldeland J., Lopez-Gonzalez G., Finckh M., Mucina L., Rodwell J.S., Schaminée J.H.J., Spencer N. The Global Index of Vegetation-Plot Databases (GIVD): A New Resource for Vegetation Science. *Journal of Vegetation Science*, 2011, vol. 22, iss. 4, pp. 582–597. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01265.x>
58. Ermakov N., Morozova O. Syntaxonomical Survey of Boreal Oligotrophic Pine Forests in Northern Europe and Western Siberia. *Applied Vegetation Science*, 2011, vol. 14, pp. 524–536. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2011.01155.x>
59. Ermakov N., Cherosov M., Gogoleva P. Classification of Ultracontinental Boreal Forests in Central Yakutia. *Folia Geobotanica*, 2002, vol. 37, no. 4, pp. 419–440. <https://doi.org/10.1007/BF02803256>
60. Fomin V.V., Zalesov S.V., Popov A.S., Mikhailovich A.P. Historical Avenues of Research in Russian Forest Typology: Ecological, Phytocoenotic, Genetic, and Dynamic Classifications. *Canadian Journal of Forest Research*, 2017, vol. 47, no. 7, pp. 849–860. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2017-0011>
61. Fomin V., Ivanova N., Mikhailovich A. Genetic Forest Typology as a Scientific and Methodological Basis for Environmental Studies and Forest Management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 609, art. no. 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/609/1/012044>
62. Fomin V., Mikhailovich A., Zalesov S., Popov A., Terekhov G. Development of Ideas within the Framework of the Genetic Approach to the Classification of Forest Types. *Baltic Forestry*, 2021, vol. 27, no. 1, art. no. 466. <https://doi.org/10.46490/BF466>

63. Golub V.B., Mirkin B.M. Grasslands of the Lower Volga Valley. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*, 1986, vol. 21, pp. 337–395. <https://doi.org/10.1007/BF02853244>
64. Ibáñez J.J., Pérez-Gómez R., Ganis P., Feoli E. The Use of Vegetation Series to Assess α and β Vegetation Diversity and Their Relationships with Geodiversity in the Province of Almeria (Spain) with Watersheds as Operational Geographic Units. *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 2016, vol. 150, iss. 6, pp. 1395–1407. <https://doi.org/10.1080/11263504.2016.1165755>
65. Ingegnoli V. *Landscape Ecology: A Widening Foundation*. Heidelberg, Springer Berlin, 2002. 357 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04691-3>
66. Ivanova N.S., Zolotova E.S. Development of Forest Typology in Russia. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management*, 2014, vol. 5, no. 2, pp. 298–303. <https://doi.org/10.5958/0976-4038.2014.00572.7>
67. Ivanova N., Petrova I. Species Abundance Distributions: Investigation of Adaptation Mechanisms of Plant Communities. *E3S Web of Conferences*, 2021, vol. 254, art. no. 02003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125402003>
68. Ivanova N.S., Zolotova E.S., Li G. Influence of Soil Moisture Regime on the Species Diversity and Biomass of the Herb Layer of Pine Forests in the Ural Mountains. *Ecological Questions*, 2021, vol. 32, no. 2, pp. 27–38. <https://doi.org/10.12775/EQ.2021.011>
69. Jalilian A.M., Shayesteh K., Danekar A., Salmanmahiny A. A New Ecosystem-Based Land Classification of Iran for Conservation Goals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2020, vol. 192, art. no. 182. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8145-1>
70. Krivobokov L., Zverev A., Mukhortova L., Sergeeva O., Rosbakh S. Typological Diversity and Ecological Features of the Middle Taiga Forests of Central Siberia. *BIO Web of Conferences*, 2020, vol. 24, art. no. 00044. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202400044>
71. Kusbach A., Friedl M., Zouhar V., Mikita T., Šebesta J. Assessing Forest Classification in a Landscape-Level Framework: An Example from Central European Forests. *Forests*, 2017, vol. 8, no. 12, art. no. 461. <https://doi.org/10.3390/f8120461>
72. MacKenzie W.H., Mahony C.R. An Ecological Approach to Climate Change-Informed Tree Species Selection for Reforestation. *Forest Ecology and Management*, 2021, vol. 481, art. no. 118705. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118705>
73. MacKinnon A., Meidinger D., Klinka K. Use of the Biogeoclimatic Ecosystem Classification System in British Columbia. *The Forestry Chronicle*, 1992, vol. 68, pp. 100–120. <https://doi.org/10.5558/tfc68100-1>
74. Maiti R., González Rodríguez H., Ivanova N.S. *Autoecology and Ecophysiology of Woody Shrubs and Trees: Concepts and Applications*. John Wiley & Sons, Ltd, 2016. 355 p. <https://doi.org/10.1002/9781119104452>
75. Miyawaki A. Phytosociology in Japan. The Past, Present and Future from the Footsteps of One Phytosociologist. *Braun-Blanquetia*, 2010, vol. 46, pp. 55–58.
76. Mirkin B.M., Naumova L.G., Martynenko V.B., Shirokikh P.S. Contribution of the Braun-Blanquet Syntaxonomy to Research on Successions of Plant Communities. *Russian Journal of Ecology*, 2015, vol. 46, no. 4, pp. 303–308. <https://doi.org/10.1134/S106741361504013X>
77. Mucina L. Classification of Vegetation: Past, Present and Future. *Journal of Vegetation Science*, 1997, vol. 8, iss. 6, pp. 751–760. <https://doi.org/10.2307/3237019>
78. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Pietro Di R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Guerra A.S., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: Hierarchical Floristic Classification System of Vascular Plant, Bryophyte, Li-

chen, and Algal Communities. *Applied Vegetation Science*, 2016, vol. 19, iss. 1, pp. 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>

79. Pojar J., Klinka K., Meidinger D.V. Biogeoclimatic Ecosystem Classification in British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 1987, vol. 22, iss. 1–2, pp. 119–154. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(87\)90100-9](https://doi.org/10.1016/0378-1127(87)90100-9)

80. Reczyńska K., Pech P., Świerkosz K. Phytosociological Analysis of Natural and Artificial Pine Forests of the Class *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 in the Sudetes and Their Foreland (Bohemian Massif, Central Europe). *Forests*, 2021, vol. 12, no. 1, art. no. 98. <https://doi.org/10.3390/f12010098>

81. Russo G., Pedrotti F., Gafta D. Typology and Synecology of Aspen Woodlands in the Central-Southern Apennines (Italy): New Findings and Synthesis. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 2020, vol. 13, iss. 3, pp. 202–208. <https://doi.org/10.3832/ifer3315-013>

82. Sánchez-Mata D. The Phytosociological Approach in North American Studies: Some Considerations on Phytosociological Nomenclature. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*, 1997, vol. 32, pp. 415–418. <https://doi.org/10.1007/BF02821949>

83. Schaminée J.H.J., Janssen J.A.M., Hennekens S.M., Ozinga W.A. Large Vegetation Databases and Information Systems: New Instruments for Ecological Research, Nature Conservation, and Policy Making. *Plant Biosystems*, 2011, vol. 145, suppl. 1, pp. 85–90. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.602744>

84. Shirokikh P.S., Martynenko V.B., Kunafin A.M. Experience in Syntaxonomic and Ordination Analysis of Progressive Succession in Cutover Areas of Boreal Light Conifer Forests in the Southern Urals. *Russian Journal of Ecology*, 2013, vol. 44, pp. 185–192. <https://doi.org/10.1134/S1067413613030120>

85. Tardella F., Vitanzi A., Sparvoli D., Catorci A. Syntaxonomy and Site Ecology of a Central Italy Forest Landscape. *Hacquetia*, 2011, vol. 10, iss. 1, pp. 5–40. <https://doi.org/10.2478/v10028-011-0001-y>

86. Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th Edition. *Applied Vegetation Science*, 2021, vol. 24, iss. 1, art. no. e12491. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>

87. Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd Edition. *Journal of Vegetation Science*, 2000, vol. 11, iss. 5, pp. 739–768. <https://doi.org/10.2307/3236580>

88. Westhoff V.E., Maarel Der Van E. The Braun–Blanquet Approach. *Classification of Plant Communities*. Ed. by R.H. Whittaker. Dordrecht, Springer, 1978, vol. 5-1, pp. 287–399. https://doi.org/10.1007/978-94-009-9183-5_9

89. Whittaker R.H. *Communities and Ecosystems*. 2nd ed. New York, Macmillan Publishing Co., 1975. 385 p.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest

Вклад авторов: Все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article