

ИСТОРИЯ НАУКИ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.
2020. – Т. 29. – № 3. – С. 157-163.

УДК 01+09.2

DOI 10.24411/2073-1035-2020-10347

Л.Г. РАМЕНСКИЙ: ОЦЕНКА ОБИЛИЯ РАСТЕНИЙ ПО ИХ ПРОЕКТИВНОМУ ПОКРЫТИЮ

© 2020 В.Б. Голуб

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (Россия)

Поступила 21.06.2020

Голуб В.Б. Л.Г. Раменский: оценка обилия растений по их проективному покрытию. – Статья продолжает публикации, посвященные научной биографии Л.Г. Раменского и его вкладу в развитие фитоценологии. Рассматриваются усилия Раменского по внедрению в практику геоботаники оценки обилия растений по их проективному покрытию, а также обзор современного состояния этого подхода.

Ключевые слова: история науки, шкала Друде, шкала Браун-Бланке, ярусное перекрытие, суммирование проективного покрытия.

Golub V.B. L.G. Ramensky: estimating the ability of plants using their projective cover. –

This paper continues the series of publications devoted to the scientific biography by L.G. Ramensky and his contribution to the development of phytocenology. Among the various considerations of methods for studying the vegetation, Ramensky was focused on the assessment of plant abundance using their projective cover (later cover).

As a geobotanist, Ramensky began working in the first decade of the last century. In the course of this period, the scale of plant abundance according to Drude [32] became widespread. This scale has no quantitative values: there is a mixture of abundance, occurrence, and quantity values as well as the spatial distribution of plants within communities. As a result, data are difficult to compare, and abundance values cannot be processed using mathematical methods.

Drude' scale did not satisfy Ramensky, and in 1915 he proposed assessing the abundance of plants as a percentage of their foliage cover on the sample plot, because he believed that this value «*has important biological significance, approximately characterizing the relative area of light use of the plant*» [9, p. 106]. Fundamental to the sample-plot description according to Ramensky' method was the summing the cover of each species. This sum could exceed the total foliage cover by layer closeness value, which according to Ramensky [11, p. 16] was «*the covering of the foliage of some plant species by other species that are taller*». Layer closeness sometimes is up to 40–50 % in dense grass meadows. Where the sum of that of individual species is 140 % or more, it can be significantly larger in scrubs and forests. In order to summarize the cover of each species, is necessary to assess and record this value in percent cover for each plant. The geobotanists of Ramensky' school recorded percent cover in the field [20], and where required, the data in percentages were transcribed into ranks. Ramensky also recommended summing the cover values of each physiognomic groups like narrow-leaved (sedges, cereals) and broad-leaved (forbs) herbs, paying most attention to species that were difficult to distinguish.

In the past decade, significant progress has taken place in the remote sensing of plants and the evaluation of their top visible cover. However, in many cases the plant overlap («canopy coverage») makes difficult to identify all species and assess the foliage cover especially understorey species.

Phytocenology is benefiting from the proliferation of huge international electronic databases (archives) of geobotanical relevés [30, 31, 47]. These databases include relevés in which the abundance is shown in ordinal ranks of different scales (Drude, Hult-Sernander, Norrlin, Braun-Blanquet, and other authors). For the first three scales, algorithms for their transformation into percentages have recently been proposed [44].

To solve a number of issues in phytocenology and ecology, evaluation of the abundance of various plant groups are often necessary. For example, estimating the total cover of a single species across in

different layers, or summing the cover of invasive species or summing cover of plants belonging to various functional, taxonomic or growth form groups. However, the ordinal rank values are not possible to be summarized, therefore these should be converted to a continuous scale, namely, a continuous percentage, which is widely used in plant ecology. This is often the midpoint of the ordinal class range. However, converting data into the midpoint of the class ranges assumes that data are distributed symmetrically within each class, yet individual plant species cover, productivity and biomass typically have a right-skew asymmetric pattern. Converting to the midpoint of the class ranges leads to in gross overestimation of summed cover for aggregated properties of plant communities. Therefore, before summing the midpoints of the classes their adjustment is necessary taking into account the life forms of plants [41].

Thus, when combining relevés by numerous authors into large databases, as well as to simplify using the information about individual plant species cover in ecological studies, it is necessary to assess abundance in field not in ranks, but in percentage (like it was done by the Ramensky' geobotanical school), entering these observations into electronic databases.

Key words: history of science, Drude scale, Braun-Blanquet scale, layers overlap, summation of cover individual plant species.

Среди разнообразных вопросов методики изучения растительного покрова, занимавших Л.Г. Раменского, был один, о котором он упоминал почти на всем протяжении своей творческой жизни. Это был вопрос об оценке обилия растений с помощью их проективного покрытия. Как геоботаник Раменский начал работать в начале прошлого века. В этот период получила распространение шкала обилия растений О. Друде [32]. Впервые в России ее применили в своих работах А.Я. Гордягин [4] и В.Н. Сукачев [17]. Рекомендации пользоваться этой шкалой вошли в ряд российских руководств по изучению растительного покрова. Представим её в том виде, в котором она приведена в «Программе для ботанико-географических исследований», подготовленной Н.А. Бушем и его соавторами [1, с. XIII].

«Soc. (sociales). Сюда принадлежат растения, образующие фон, и надземные части, которых в значительной части сомкнуты.

Gr. (gregariae) – указывает, что растения встречаются группами, причем прибавка sor. (sor. gr.) показывает, что группы встречаются обильно, sp. (sp. gr.), что группы встречаются рассеянно и sol. (sol. gr.), что группы лишь в числе немногих штук, единичны.

Sor. (soriosae) – обозначает, что растение встречается обильно, но не сближается своими надземными частями.

Sp. (sparsae) – обозначает, что растение встречается редко, рассеянно, но не единично.

Sol. (solitariae) – обозначает, что растение найдено в одном экземпляре или встречается единично».

Такая же шкала, в качестве рекомендации для применения в геоботанических исследованиях, была опубликована в двух других «Программах» [18, 19]. В последней работе, как и в книге О. Друде [32], обилие, обозначенное значком *sor.*, предлагалось разбить «еще на несколько градаций: *sor1, sor2, sor3, по убывающей распространенности*» [19, с. 18].

Следует обратить внимание, что значок *gr.*, фигурирующий в шкале Друде, отражает не обилие растений, а особенность их роста и показателя их агрегированности. Его используют в сочетании с другими значками.

Как видно, баллы шкалы Друде не имеют каких-либо количественных границ: в них смешаны вместе оценки обилия растений и встречаемость, количество и характер распределения растений в сообществе. Это делало плохо сопоставимым данные разных авторов, фактически лишало возможности их математической обработки. Раменского, окончившего 2 курса технического Горного института, автора одной из первых статей по моделированию биологических процессов [7], выступившего с идеей непрерывности растительного покрова [8], которая была насыщена математической терминологией, не могли удовлетворить такие весьма расплывчатые оценки обилия. В 1915 г. он предложил оценивать его в процентах их проективного покрытия поверхности учетной площадки. Раменский считал, что эта величина «имеет важное биологическое значение, приблизительно характеризуя относительную площадь светопользования растения» [9, с. 106].

Надо сказать, что Раменский был не первым, кто применил величину проективного покрытия для оценки обилия растений. Ещё в 1867 г. это предлагал шведский натуралист Н. von Post [45]; такой подход использовали Н.Л. Shantz

Голуб Валентин Борисович, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией фитоценологии, vbgolub2000@mail.ru

[48, 49], S.F. Armstrong [22] и T. Lagerberg [37]. Но в России, а потом и в СССР, Раменский с наибольшим упорством в течение нескольких десятилетий пропагандировал этот метод, убеждая, что им надо заменить шкалу обилия Друде [10-16¹, 46].

В своих первых работах [9, 10], посвященных оценке обилия растений с помощью проективного покрытия, Раменский оперировал непосредственно числами, выраженными в процентах. Позже, начиная с публикации 1929 г., у него появились рекомендации о переводе процентов проективного покрытия в баллы, интервалы обилия в которых были разные в зависимости от вида исследований. Для экологических шкал, разработанных Раменским на основе экспертных оценок отношения видов к факторам среды и обобщения большого объема разнородного материала [3], классы обилия очень огрублены: m (более 8%), c (2.5–8%), n (0.3–2.5%), p (0.1–0.3) и s (единично). Чем обусловлено выделение интервалов обилия в таких границах, разъяснено не было. Для обычных геоботанических работ Раменский предлагал дробную шкалу покрытия из 19 рангов.

То, что сейчас мы обозначаем как общее проективное покрытие, Раменский называл «общей полнотой покрытия». Обязательным элементом описания растительности по его методике было суммирование проективного покрытия отдельных видов растений. Эта сумма должна превышать общее проективное покрытие на величину ярусного покрытия. Под последним Раменский понимал «*покрытие листьев одних видов растений другими видами, более рослыми, опуская самопокрытие растений*» [11, с. 16]. На лугах с густым травостоем с развитым подседом ярусное покрытие иногда достигает 40–50%, а сумма обилий – 140% и более. Очевидно, что в кустарниковых и лесных сообществах ярусное покрытие может быть гораздо большим.

Самопокрытие тоже бывает очень большим, но его учет сильно осложняет работу, поэтому Раменский [16] считал возможным учитывать эту величину только, когда необходима большая точность учета.

Ярусное покрытие, как и покрытие отдельных видов растений, определялось глазомерно, в процентах. «*Проверка суммированием является обязательным заключительным действием каждого учета: складываем, с одной стороны, проекции всех видов растений, с другой – общую полноту и ярусное покрытие. Обе суммы должны совпасть, в противном случае ищем ошибку в каких-либо оценках (или в подсчете) и вводим нужные исправления*» [13, с. 566]. Ранее Раменский писал: «*Необходимо всегда непосредственно на месте производить проверку оценок и увязку сумм до полного их согласования. В беглой работе допустима небольшая невязка сумм в 1–2%*» [11, с. 19]. Для определения ярусного покрытия на лугу следовало руками или с помощью палки раздвигать растения и оценивать покрытие тех растений, которые были прикрыты другими.

Для выполнения требования о суммировании покрытия отдельных видов растений нужно было записывать покрытие растений во время полевых работ не в баллах, а в процентах для всех растений, что и делалось геоботаниками школы Раменского [20]. При необходимости, данные в процентах переводили в баллы. Автор данной статьи, учившийся в аспирантуре во Всесоюзном научно-исследовательском институте (ВНИИ) кормов под руководством И.А. Цаценкина,² как и все геоботаники этого учреждения, поступал таким же образом: в бланке геоботанического описания отмечал обилие растений в процентах проективного покрытия.

Раменский рекомендовал дополнительно для контроля суммировать покрытия отдельных физиономических групп: узколистных (осок, злаков) и широколистных, сосредотачивая внимание на всё более трудно учитываемых видах растений.

В последнее десятилетие достигнут значительный прогресс в методах дистанционного распознавания растений [24, 34, 36, 43, 50] и оценки их видимого сверху покрытия [21, 23, 38]. Но перекрытие растений друг другом («ярусное покрытие») во многих случаях делает невозможным полностью определить все растения и оценить реальное покрытие отдельных видов новейшими техническими средствами.

Раменского и его последователей упрекали в ложной точности проективного учета расти-

¹ Статью [16] Раменский считал незаконченной. Она хранилась в его личном архиве. Была опубликована спустя 13 лет после его смерти в 1966 г. Ее рукопись сейчас находится в архиве Ботанического института им. В.Л. Комарова (Ф. 7. Оп. 1. Д. 214).

² Цаценкин Иван Афанасьевич (1905–1973) – ученик Раменского. С 1930 г. до конца жизни его деятельность была связана с ВНИИ кормов. Подробнее о И.А. Цаценкине см. [2, 6]

тельности [5]. Раменский дал ответ на этот упрек более 90 лет тому назад *«Учет не претендует на точность и представляемые проценты второстепенных растений не должны приниматься буквально, а лишь как сравнительная характеристика обилий разных видов. В последующей обработке списков ступени обилий свободно могут быть округлены. Тонкое нюансирование обилий выражает невольное стремление наблюдателя выразить во всей полноте подмечаемые им тонкие соотношения, например, изменения обилий одного и того же вида в смежных списках, при прослеживании экологического ряда; в этом последнем случае тонкое различие обилий имеет полное объективное оправдание. С другой стороны, выражение обилий в процентах, хотя бы и недостоверных, хорошо, как требование от работающего некоторой дисциплины и четкости в работе, чтобы его оценки не сбивались в чисто субъективное „общее впечатление“, лишенное проективной поддержки»* [11, с. 25].

Для большей точности и объективности оценки проективного обилия растений Раменский предложил использовать сеточку и вилочку, а также фотоэталоны. Сеточка — пластинка с прорезанным в ней прямоугольным оконцем, разделенным нитями или проволокой на 10 квадратных ячеек (2 ряда, по 5 ячеек в ряду). Глядя на травостой через неё сверху вниз, можно на глаз определить общую полноту и проекцию отдельных растений в процентах. Эталонами проективного покрытия, созданными Раменским и его сотрудниками, служит серия фотографий, которые нередко представлены в различных отечественных руководствах по геоботанике. Как вспоминает Л.Н. Соболев,³ в одном из шкафов в ВНИИ кормов долгое время сохранялись образцы таких эталонов. Они были сделаны из листов красной бумаги с наклеенными на них белыми бумажными «листьями» разнообразной формы, которые были вырезаны с учетом отношения их проективного веса, выраженного в процентах, к площади целого листа. Для учета полноты древесного яруса и высоких травостоев Раменский сконструировал зеркальную сеточку. С её помощью наблюдатель мог оценивать полог, отраженный в зеркале. Вилочку для учета проективного по-

крытия отдельных видов применяли преимущественно при стационарных работах.

Раменский считал, что надо упражнять глазомер на контрольных участках, особенно весной, когда за зиму глаз отвыкает от определения проективного покрытия растений (рис.). По воспоминаниям Л.Н. Соболева, он проводил и зимние тренировки, раскладывая на полу изготовленные из бумаги фигуры листьев, предлагая определять их проективное покрытие. В настоящее время такой тренинг можно было бы выполнять на компьютерных моделях.

Как было уже отмечено, учет покрытия растений при оценке их обилия использовали фитосоциологи и за рубежом, но, как правило, это были ранговые шкалы. К таким принадлежит широко известная шкала Браун-Бланке [25, 26]. 1 — очень редко (покрывает менее 1/20 поверхности земли); 2 — покрытие от 1/20 до 1/4 поверхности; 3 — покрытие от 1/4 до 1/2 поверхности; 4 — покрытие от 1/2 до 3/4 поверхности; 5 — покрытие от 3/4 до 4/4 поверхности. Если перевести эту шкалу в проценты проективного покрытия, то она будет выглядеть так: балл 1 — покрытие менее 5%, 2 — от 5 до 25%, 3 — от 26 до 50%, 4 — от 51 до 75%, 5 — от 76 до 100%.



Рис. Тренировка глазомера. 1932 г. Территория ВНИИ кормов

Слева направо по кругу стоят: Ш.М. Агабабян, Т.А. Работнов, неизвестный, И.И. Поляков, А.Н. Антипин (держит сеточку для определения проективного покрытия), Л.Г. Раменский; сидят — И.Г. Андреев, Л.Н. Соболев, А.А. Юнатов (Трегубенко). Фото из личного архива М.В. Работновой (внучки Т.А. Работнова).

Для современное состояние фитоценологии характерно создание больших

³ Соболев Леонид Николаевич (1902–1986) — геоботаник, географ. С 1930 г. по 1934 г. работал во ВНИИ кормов под руководством Раменского. Воспоминания Л.Н. Соболева хранятся в музее Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса.

интернациональных электронных баз данных геоботанических описаний [30, 31, 47]. В такой базе данных как sPlot содержится более 1.1 млн. описаний [27]. Описания, включенные в эту базу, сделаны многими фитоценологами, начиная с 1885 г. В них чаще всего (в 66%) использована шкала обилия Браун-Бланке. Но в базу sPlot включены описания, в которых применяли и другие шкалы обилия. Для унификации данных, в которых использовались баллы обилия шкал Хульта-Сернандера, Норрлина, Друде, предложены алгоритмы их пересчета в проценты проективного покрытия [44].

В целях решения ряда вопросов фитоценологии и экологии часто необходимы суммарные оценки обилия отдельных групп растений, например, общее покрытие одного вида, расположенного в разных ярусах, или общее обилие инвазивных видов, различных функциональных, таксономических групп, видов, или объединенных по их жизненным формам. Но индивидуальные балловые оценки обилия растений не могут быть суммированы и должны быть преобразованы в значения непрерывной шкалы, в рассматриваемом случае – в проценты проективного покрытия. Перевод баллов в непрерывную шкалу широко применяется в экологии растений [28, 33, 35, 52, 53]. Для баллов 2–5 выше приведенной шкалы Браун-Бланке – это обычно – середина интервала, выраженного в процентах. Балл 1 разные авторы переводят в проценты по своему усмотрению.

Однако преобразование баллов (не только шкалы Браун-Бланке) в среднюю их точку диапазона предполагает, что данные симметрично распределены внутри каждого класса обилия. А это не так. Во многих работах было доказано, что продуктивность, биомасса, проективное покрытие растений имеют правостороннее асимметричное распределение [29, 39, 40, 42, 51]. Простое суммирование средних значений классов приводит к завышенным оценкам в сравнение со сделанными прямыми измерениями агрегированных показателей растительных сообществ. Поэтому перед суммированием средних значений классов обилия необходима их корректировка, причем с учетом жизненных форм растений [41].

Таким образом, чтобы не усложнять работу при объединении геоботанических описаний разных авторов в большие базы данных, а также, для того, чтобы сведения об обилии растений было проще использовать в различных экологических исследованиях, лучше всего от-

казаться от балловой характеристики этого показателя. Следует оценивать проективное покрытие растений при полевых работах так, как это делается в геоботанической школе Раменского – непосредственно в процентах, и в таком виде вводить их в персональные электронные базы данных, не переводя их предварительно в какие-либо баллы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает признательность Н.В. Матвеевой и М.Ж. McNellie за обсуждение содержания статьи и помощь в ее редактировании, а также М.В. Работновой за предоставленную фотографию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буш Н.А., Прохоров Н.И., Доктуровский В.С. Общая методика изучения растительных формаций // Программы для ботанико-географических исследований. Вып. 1. СПб., 1909. С. I-XX.
2. Голуб В.Б. Л.Г. Раменский — преподаватель Воронежского университета и его студенты // Растительность России. 2017. № 31. С. 139-148. <https://doi.org/10.31111/vegrus/2017.31.139>.
3. Голуб В.Б., Шитиков В.К. Леонтий Григорьевич Раменский: Методика разработки экологических шкал // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2019. Т. 124, вып. 4. С. 61-68.
4. Гордягин А.Я. Материалы для познания почв и растительности Западной Сибири // Тр. Общества естествоиспытателей при Казанском университете. 1901. Т. 35, вып. 2. 528 с.
5. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: Гилем, 2012. 488 с.
6. Работнов Т.А. К 60-летию со дня рождения Ивана Афанасьевича Цаценкина // Бот. журн. 1965. Т. 50, № 11. С. 1654–1659.
7. Раменский Л.Г. О возможности количественного применения закона Бергмана–Лейкарта // Рус. бот. журн. 1908. № 5-6. С. 203-219.
8. Раменский Л.Г. О сравнительном методе экологического изучения растительных сообществ // Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей в Москве с 28 декабря 1909 г. по 6 января 1910 г. № 9. М., 1910. С. 389-390.
9. Раменский Л.Г. К вопросу о количественном учете травяного покрова // Обследование лугов и болот. Материалы по организации и культуре кормовой площади. Вып. 12. Тр. совещ., созданного Департаментом Земледелия в 1914 г. Петроград, 1915. С. 105-140.
10. Раменский Л.Г. К методике учета растительности // Тр. совещ. геоботаников-луговедов 17-22 марта 1927 г. при Гос. луговом институте. 1927. С. 105-111.
11. Раменский Л.Г. Проективный учет и описание растительности (краткое наставление) // Бюл.

- Института луговой и болотной культуры им. проф. В.Р. Вильямса. 1929. № 1. С. 3-55.
12. **Раменский Л.Г.** Учет и описание растительности (на основе проективного метода). М., 1937. 100 с.
 13. **Раменский Л.Г.** Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
 14. **Раменский Л.Г.** О статье Б.А. Быкова «Из практики геоботанических работ в Прикаспии» // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1952. Т. 57, № 5. С. 51-52.
 15. **Раменский Л.Г.** К методике изучения растительности и населяемой ею среды // Бот. журн. 1952. Т. 37, № 2. С. 202-211.
 16. **Раменский Л.Г.** Прямые и комбинированные методы количественного учета растительного покрова. Тр. МОИП. 1966. Т. 27. С. 17-45.
 17. **Сукачев В.Н.** Очерк растительности юго-восточной части Курской губернии // Изв. Лесного института. 1903. Т. 9. С. 3-226.
 18. **Сукачев В.Н.** Программа для исследования лесных формаций // Почвоведение. 1909. Т. 11, № 2. Приложение. С. 40-47.
 19. **Сукачев В.Н., Арапов Б.А., Короткий М.Ф., Филатов С.М., Юрьев М.М.** Программа для ботанико-географических исследований. Леса, луга и болота. Псков, 1909. 55 с.
 20. **Цаценкин И.А., Савченко И.В.** К вопросу о проективном покрытии растений // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1973. № 2. С. 111-113.
 21. **Ancin-Murguzur F.J., Munoz L., Monz C., Hausner V.H.** Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas // Remote Sensing in Ecology and Conservation. 2020. V. 6. P. 105-113. <https://doi.org/10.1002/rse2.127>.
 22. **Armstrong S.F.** The botanical and chemical composition of the herbage of pastures and meadows // The Journal of Agricultural Science. 1907. V. 2, No 3. 283-304. <https://doi.org/10.1017/S0021859600000599>.
 23. **Baena S., Moat J., Whaley O., Boyd D.S.** Identifying species from the air: UAVs and the very high resolution challenge for plant conservation // PLoS ONE. 2017. V. 12 (11): e0188714. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188714>. (date of access 04.05.2020).
 24. **Bao T.Q., Kiet N.T.T., Dinh T.Q., Hiep H.X.** Plant species identification from leaf patterns using histogram of oriented gradients feature space and convolution neural networks // Journal of Information and Telecommunication. 2019. V. 4 (2). P. 140-150. <https://doi.org/10.1080/24751839.2019.1666625>.
 25. **Braun-Blanquet J.** Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Berlin: Verlag von Julius Springer, 1928. 330 S. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-02056-2>.
 26. **Braun-Blanquet J.** Plant Sociology: The Study of Plant Communities. New York; London: McGraw-Hill Book Company, 1932. 439 p.
 27. **Bruehlheide H., Dengler J., Jiménez-Alfaro B., Purschke O., Hennekens S. M., Chytrý M., Pillar V. et al.** sPlot – a new tool for global vegetation analyses // J. Veg. Sci. 2019. V. 30. P. 161-186. <https://doi.org/10.1111/jvs.12710>.
 28. **Cawsey E.M., Austin M.P., Baker B.L.** Regional vegetation mapping in Australia: a case study in the practical use of statistical modelling // Biodiversity and Conservation. 2002. V. 11. P. 2239-2274. <https://doi.org/10.1023/A:1021350813586>.
 29. **Chiarucci A., Wilson J.B., Anderson B.J., De Dominicis V.** Cover versus biomass as an estimate of species abundance: does it make a difference to the conclusions? // J. Veg. Sci. 1999. V. 10. P. 35-42. <https://doi.org/10.1023/A:1025142106292>.
 30. **Chytrý M. et al.** European Vegetation Archive (EVA): an integrated database of European vegetation plots // Appl. Veg. Sci. 2016. V. 19. P. 173-180. <https://doi.org/10.1111/avsc.12191>.
 31. **Dengler J., Jansen F., Glöckler F., Peet R.K., De Caceres M., Chytrý M., Ewald J., Oldeland J., 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 // J. Veg. Sci. 2011. V. 22. P. 582-597. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01265.x>.
 32. **Drude O.** Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart: J. Engelhorn, 1890. 582 S.
 33. **Faber-Langendoen D., Aaseng N., Hop K., Lew-Smith M., Drake J.** Vegetation classification, mapping, and monitoring at Voyageurs National Park, Minnesota: an application of the U.S. National Vegetation Classification // Appl. Veg. Sci. 2007. V. 10. P. 361-374. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2007.tb00435.x>.
 34. **Fassnacht F.E., Latifi H., Stereńczak K., Modzelewska A., Lefsky M., Waser L.T., Straub C., Ghosh A.** Review of studies on tree species classification from remotely sensed data // Remote Sensing of Environment. 2016. V. 186 (1). P. 64-87. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.08.013>.
 35. **Fill J.M., Forsyth G.G., Kritzing-Klopper S., Le Maitre D.C., van Wilgen B.W.** An assessment of the effectiveness of a long-term ecosystem restoration project in a fynbos shrubland catchment in South Africa // Journal of Environmental Management. 2017. V. 185. P. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.053>.
 36. **Kattenborn T., Eichel J., Fassnacht F.E.** Convolutional Neural Networks enable efficient, accurate and fine-grained segmentation of plant species and communities from high-resolution UAV imagery // Scientific Reports. 2019. V. 9. 17656. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53797-9>. (date of access 04.05.2020).
 37. **Lagerberg T.** Markflorans analys på objektiv grund // Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt. 1914. Häftet 11. P. 129-200.
 38. **Lopatin J., Fassnacht F.E., Kattenborn T., Schmidtlein S.** Mapping plant species in mixed grassland communities using close range imaging spectroscopy // Remote Sensing of Environment. 2017. V. 201. P. 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.08.031>.

39. **MacArthur R.** On the relative abundance of species // *The American Naturalist*. 1960. V. 94. P. 25-36. <https://doi.org/10.1086/282106>.
40. **McGill B.J. et al.** Species abundance distributions: moving beyond single prediction theories to integration within an ecological framework // *Ecology Letters*. 2007. V. 10. P. 995-1015. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01094.x>.
41. **McNellie M.J., Dorrrough J., Oliver I.** Species abundance distributions should underpin ordinal cover-abundance transformations // *Appl. Veg. Sci.* 2019. V. 22 (3). P. 361-464. <https://doi.org/10.1111/avsc.12437>.
42. **Morlon H. et al.** Taking species abundance distributions beyond individuals // *Ecology Letters*. 2009. V. 12 (6). P. 488-501. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01318.x>.
43. **Pan X., Gao L., Zhang B., Yang F., Liao W.** High-Resolution Aerial Imagery Semantic Labeling with Dense Pyramid Network // *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2018. V. 18 (11). 3774. <https://doi.org/10.3390/s18113774>. (date of access 04.05.2020).
44. **Pätsch R., Jašková A., Chytrý M., Kucherov I.B., Schaminée J.H.J., Bergmeier E.** Making them visible and usable — vegetation-plot observations from Fennoscandia based on historical species-quantity scales // *Appl. Veg. Sci.* 2019. V. 22. P. 465-473. <https://doi.org/10.1111/avsc.12452>.
45. **Post H. von.** Försök till iakttagelser i djur- och växt-statistik // *Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-akademiens förhandlingar*. 1867. Årg. 24 (2). S. 59-73.
46. **Ramenskij L.G.** Die Projektionsaufnahme und Beschreibung der Pfalzendecke // *Abderhalden E.* (Hrsg.) *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*. Abt. XI. Bd. 6. 1932. S. 137-190.
47. **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 - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 2011. V. 145. P. 85-90. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.602744>.
48. **Shantz H.L.** A Study of the Vegetation of the Mesa Region East of Pike's Peak: The Bouteloua Formation. I. Structure of the Formation // *Botanical gazette*. 1906. V. 42 (2). P. 17 -47.
49. **Shantz H.L.** A Study of the Vegetation of the Mesa Region East of Pike's Peak: The Bouteloua Formation. II. Development of the Formation // *Botanical gazette*. 1906. V. 42 (3). P. 179-207.
50. **Wäldchen J., Rzanny M., Seeland M., Mäder P.** Automated plant species identification - Trends and future directions // *PLOS Computational Biology*. 2018. V. 14 (4): e1005993. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005993>. (date of access 04.05.2020).
51. **Whittaker R.H.** Dominance and diversity in land plant communities // *Science*. 1965. V. 147. P. 250-260. <https://doi.org/10.1126/science.147.3655.250>.
52. **Wiser S.K., De Cáceres M.** Updating vegetation classifications: an example with New Zealand's woody vegetation // *J. Veg. Sci.* 2013. V. 24. P. 80-93. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01450.x>.
53. **Wiser S.K., Thomson F.J., De Cáceres M.** Expanding an existing classification of New Zealand vegetation to include non-forested vegetation // *New Zealand Journal of Ecology*. 2015. V. 40 (1). P. 160-178. <https://doi.org/10.20417/nzjecol.40.18>.