

## МЕТОДИКА БОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 58.08 : 576.16 : 581.524.44

В. С. Ипатов, Л. А. Кирикова и Т. Н. Линдеман

### ОБ ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УЧАСТИЯ ВИДОВ В СТРУКТУРЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

V. S. IPATOV, L. A. KIRIKOVA AND T. N. LINDEMAN.  
ON THE ESTIMATION OF THE PARTICIPATION OF SPECIES  
IN THE STRUCTURE OF THE VEGETATIONAL COVER

Проективный учет, разработанный и введенный в геоботаническую практику Л. Г. Раменским (1915, 1937, 1938, 1952), получил права гражданства благодаря его сравнительной простоте и малой трудоемкости. Проективное покрытие — один из основных показателей количества вида в растительном покрове оцениваемой территории, в известной мере отражающий также и массу вида (Раменский, 1938; Ипатов, 1962а). Эти обстоятельства позволяют предполагать, что методы проективного учета будут распространяться в научных исследованиях все шире и детализироваться в зависимости от поставленных задач и объектов исследования.

Проективный учет позволяет нам получать две категории оценок: абсолютные — проективное покрытие растений одного вида или группы в процентах от площади исследуемой пробы и относительные — удельное покрытие, выраженное покрытие в процентах (Ярошенко, 1950; Быков, 1957; Ипатов, 1962б, 1964).<sup>1</sup>

Удельное покрытие имеет существенное значение при изучении покровов с общим проективным покрытием менее 100%, например травяно-полукустарничкового и мохового покровов в лесах. Оно выражает степень господства по покрытию, точнее степень участия вида по проективному покрытию в сложении покрова, т. е. несет большую «фитоценоотическую нагрузку» по сравнению с абсолютным покрытием.

При детальном исследовании, учитывая абсолютное проективное покрытие на серии площадок 0.1 м<sup>2</sup> масштабной сеткой закладываемых на пробной площади (Ипатов, 1964), в процессе камеральной обработки мы легко подсчитываем удельное покрытие.

При менее детальных исследованиях мы непосредственно оцениваем удельное покрытие видов на всей пробе, не определяя абсолютного покрытия видов (даем лишь оценку общего проективного покрытия). Конечно, в этом случае мы теряем часть информации о данной пробе. Но поскольку работа очень ускоряется, мы имеем возможность получить сведения о большом числе проб.

Дробность оценок удельного покрытия, естественно, зависит от целей исследования.

При изучении травяно-полукустарничкового и мохового покровов лесов нами применялась следующая шкала: господствующие виды — удельное покрытие свыше 66%, согосподствующие — 33—66%, наполнители — 5—33% и редкие — удельное покрытие до 5%. В тех случаях, когда вид имеет удельное покрытие, близкое к границе классов, учет затрудняется. Поэтому мы допускаем промежуточные оценки: вид господствует-согосподствует (49—83), согосподствует-наполнитель (19—48%), наполнитель-редкий (2.5—18%). Границами этих классов являются середины основных классов. Если проективное покрытие вида составляет более 2/3 общего проективного покрытия, вид считается господствующим; от 1/3 до 2/3 — согосподствующим, до 1/3 — наполнителем; когда возникает сомнение, отнести ли вид к высшему или к низшему классу, дается промежуточная оценка. Результаты для удобства отмечаются начальными буквами соответствующих классов — г, г-с, с и т. д.

<sup>1</sup> В нашей работе проективное покрытие травянистого и мохового покровов определялось раздельно, ярусное перекрытие не учитывалось.

Для того чтобы мы могли пользоваться этим способом определения удельного покрытия (степени господства или участия вида в сложении покрова) следует выяснять, в какой мере совпадают визуальные оценки с данными, полученными путем заложения серии малых (0.1 м<sup>2</sup>) площадок на пробной площади, полученными путем заложения контролем, а также совпадение оценок удельного покрытия у разных авторов.

Нами был поставлен следующий эксперимент. В хвойно-мелколиственном и хвойном лесах в Ленинградской и Новгородской областях были выделены 42 пробные площадки разной конфигурации, каждая площадью 10—30 м<sup>2</sup>. Площади были заложены в различных растительных сообществах, чтобы иметь возможность сравнить точность оценок удельного покрытия видов, принадлежащих к разным жизненным формам. Краткая характеристика площадок дается ниже.

Большинство площадок — участки с травяно-полукустарничковым покровом, характерным для ельника-черничника. Господствует, как правило, *Vaccinium myrtillus*, в большом количестве встречается *V. vitis-idaea*. Всегда присутствуют типичные представители елового леса: *Oxalis acetosella*, *Majanthemum bifolium*, *Ranischia secunda*, *Linnaea borealis* и др. Количество видов на пробной площадке обычно невелико, в среднем 7—8, общее проективное — около 50%. Всегда хорошо развит моховой покров, образованный *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, видами *Dicranum* и др. В ряде случаев травяной покров ельника-черничника был обогащен примесью злаков — *Calamagrostis arundinacea*, *Melica nutans* и разнотравья.

Часть площадок была заложена в заболоченном лесу со сплошным сфагновым покровом, где наряду с лесными видами встречается, а иногда и господствует *Rubus chamaemorus*, характерны здесь *Chamaedaphne calyculata*, *Carex pauciflora* и др. Общее проективное покрытие на таких участках 45—65%, количество видов — 10—12.

Ряд площадок был взят в смешанном хвойно-мелколиственном лесу, где в наземном покрове господствует *Calamagrostis arundinacea* и большую роль играет разнотравье. Моховой покров практически отсутствует.

И, наконец, несколько площадок было описано в ельнике-кисличнике с большим количеством дубравных элементов. Здесь в большом обилии встречается *Hepatica nobilis*, постоянны *Pulmonaria obscura*, *Aegopodium podagraria*, *Actaea spicata*. Для этих участков характерно большое видовое разнообразие (до 22 видов), общее проективное покрытие 60—70%. Моховой покров полностью отсутствует.

Участники исследования<sup>1</sup> произвели на намеченных площадках оценку удельного покрытия видов по указанной выше шкале и определение величины общего проективного покрытия травяно-полукустарничкового и мохового покровов. Промежуточные оценки давались лишь в исключительных случаях. В каждой пробе был проведен учет абсолютного проективного покрытия, общего и по видам, на 15 площадках размером 0.1 м<sup>2</sup> (применялась рамка с масштабной сеткой), расположенных случайно в пределах пробы. На каждой площадке было подсчитано удельное покрытие в отдельности для каждого вида каждым участником исследования. На этой основе мы смогли высчитать для каждой пробы среднее арифметическое удельное покрытие ( $M$ ) и его среднюю ошибку ( $m$ ). Таким образом, в нашем распоряжении оказались следующие материалы для каждой пробы: оценки степени господства (удельного покрытия) видов, выполненные 5 сотрудниками (на больших участках), и средние арифметические удельного покрытия со средними ошибками из 15 «измерений» на мелких площадках, что в наших условиях считалось контролем. В дальнейшем задача свелась к выяснению вопроса, в какой мере совпадают данные первого определения (общевизуального) с данными, полученными вторым путем.

Нами был принят 95%-й доверительный уровень. Например, среднее арифметическое удельное покрытие одного из видов  $M=53.8\%$ , его средняя ошибка  $m=4.9\%$ . Доверительный интервал имеет выражение  $M \pm t m/t$  (нормированное отклонение). Поскольку для 95% доверительного уровня при  $n=15$   $t=2.15$ , доверительный интервал будет  $53.8 \pm 2.15 \times 4.9$  или от 43.3 до 64.3%.

Совпадением оценки, данной сотрудником, с контролем считался любой случай, когда класс господства (удельного покрытия) совпадал хотя бы частично с 95%-м доверительным интервалом контроля. В нашем примере оценка «господствующий» (66—100%) не совпадает с интервалом 43.3—64.3%, совпадает оценка «согосподствующий» (33—66%).

Результаты сопоставления полученных данных представлены в табл. 1, 2, 3 и 4, где  $n$  — число сопоставлений,  $p$  — число несовпадений оценок сотрудников с контролем, выраженное в процентах от  $n$ ,  $m$  — средняя ошибка  $p$ . Во всех таблицах данные приводятся порознь по авторам (А, Б, В, Г и Д) и в сумме.

В табл. 2 показано несовпадение оценок отдельно по видам разных классов удельного покрытия. К определенному классу относились все виды, 95%-й доверительный интервал которых (в контроле) включал в себя хотя бы одну из границ этого класса.

В табл. 3 класс согосподствующих видов разбит на 3 группы, различающиеся по характеру структуры надземной части растений, имеющие разную степень трудности оценки удельного покрытия.

К каким же результатам мы пришли в итоге нашего исследования? Обратим внимание на последние столбцы графы («в сумме») всех таблиц. Оказывается, в целом несовпадений оценок сотрудников с контролем немного и сколько-нибудь существенно оценки не различаются как для видов мохового ( $15.7 \pm 1.8$ ), так и для видов травяно-

<sup>1</sup> В работе принимали участие, кроме авторов статьи, студенты кафедры геоботаники ЛГУ С. Г. Заверюха и И. Н. Левинтова.

ТАБЛИЦА 1

Сравнение оценок удельного покрытия данных участниками исследования (А-Д) с оценками, полученными контрольным методом

А	Б		В		Г		Д		В сумме	
	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т

297 | 13±1.9 | 315 | 20±2.2 | 333 | 7±1.4 | 241 | 10±1.9 | 267 | 19±2.4 | 1453 | 13.7±0.9

Травяно-полукустарничковый покров

81 | 14.8±3.9 | 85 | 16.5±4.2 | 85 | 8.3±2.9 | 85 | 20±4.3 | 85 | 18±4.2 | 421 | 15.7±1.8

Примечание к табл. 1-5. п — число сопоставлений, р — средняя доля несоответствий в процентах, т — средняя ошибка доли; А, Б, В, Г и Д — сортулинки.

ТАБЛИЦА 2

Сравнение оценок удельного покрытия данных участниками исследования (А-Д) с оценками, полученными контрольным методом по видам классов удельного покрытия

Виды	А		Б		В		Г		Д		В сумме	
	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т

Травяно-полукустарничковый покров

Господствующие . . . . . 32 | 0 | 32 | 3.0±3.0 | 32 | 0 | 32 | 0 | 29 | 3±3.2 | 157 | 1.3±0.8  
 Соподствующие . . . . . 63 | 11±3.9 | 63 | 22±5.2 | 63 | 17±4.7 | 62 | 13±4.2 | 61 | 26±5.6 | 312 | 18±2.2  
 Наполнители . . . . . 158 | 11±2.5 | 172 | 14±2.6 | 174 | 6±1.8 | 134 | 12±2.8 | 152 | 21±3.3 | 790 | 13±1.2  
 Редкие . . . . . 190 | 10±2.2 | 2040 | 19±2.7 | 223 | 3±1.1 | 133 | 6±2.0 | 158 | 40±2.4 | 908 | 9.9±1.0

Моховой покров

Господствующие . . . . . 24 | 4.2±4.1 | 25 | 4±3.9 | 25 | 0 | 25 | 8±5.4 | 25 | 8±5.4 | 124 | 4.8±1.9  
 Соподствующие . . . . . 34 | 14.7±6.1 | 37 | 16.2±6.1 | 37 | 8.1±4.5 | 37 | 24.4±7.0 | 37 | 24.4±7.0 | 182 | 17.6±2.8  
 Наполнители . . . . . 51 | 15.7±5.1 | 55 | 20±5.3 | 55 | 10.9±4.2 | 55 | 25.4±5.9 | 55 | 23.6±5.7 | 271 | 19.2±2.4  
 Редкие . . . . . 31 | 12.9±6.0 | 32 | 6.3±4.3 | 32 | 9.4±5.2 | 32 | 6.3±4.3 | 32 | 6.3±4.3 | 159 | 8.2±2.4

ТАБЛИЦА 3

Сравнение оценок удельного покрытия данных участниками исследования (А-Д) с оценками, полученными контрольным методом по жизненным формам сосуществовающих видов

Виды	А		Б		В		Г		Д		В сумме	
	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т
Полукустарнички . . . . .	31	12.9±6.0	31	16.1±6.6	31	12.9±6.0	31	12.9±6.0	30	20.0±7.3	154	14.9±2.9
Злаки, осоки . . . . .	12	8.3±8.0	12	50.0±14.4	12	33.4±13.6	12	33.4±13.6	12	50.0±14.4	60	35.0±6.2
Разнотравье с широкими листьями	18	11.1±7.4	18	16.7±8.8	18	11.1±7.4	17	5.9±5.6	17	17.6±9.3	88	12.5±3.5
Мхи . . . . .	34	14.7±6.1	37	16.2±6.1	37	8.1±4.5	37	24.4±7.0	37	24.4±7.0	182	17.6±2.8

ТАБЛИЦА 4

Сравнение оценок удельного покрытия, данных участниками исследования (А-Д), с оценками, полученными контрольным методом (при применении в сомнительных случаях промежуточных классов)

п	А		Б		В		Г		Д		В сумме	
	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	п	р ± т	
297	5.7±1.4	315	10.5±1.7	333	2.4±0.84	241	3.3±1.1	267	7.9±1.6	1453	6.0±0.6	
81	5.9±2.6	85	8.2±3.0	85	4.7±2.3	85	9.4±3.2	85	9.4±3.2	421	7.6±1.3	

Травяно-полукустарничковый покров  
Моховой покров

полукустарничкового ( $13.7 \pm 0.9$ ) покровов (табл. 1). Несовпадения и в моховом и в травяно-полукустарничковом покровах происходят за счет наполнителей и согосподствующих видов (табл. 2).

Наиболее трудно поддаются оценке злаки и осоки: среди согосподствующих видов в 35% случаев при оценке степени участия в покрове злаков и осок допущены ошибки, что более чем в 2 раза превышает процент несовпадений для полукустарничков и разнотравья с широкими листьями.

Как расценивать полученные результаты? Применимость метода зависит от целей и характера исследования; в каждом конкретном случае должна определяться целесообразность использования предложенного метода. Но некоторые общие соображения необходимо здесь высказать. Основная задача заключается в определении допустимой величины ошибки в суждениях. В большинстве биологических экспериментов считается возможным принять величину вероятной ошибки в 5%. В силу определенной специфики геоботанических объектов, очень значительной изменчивости их во времени и в пространстве мы часто можем считать удовлетворительным, как нам кажется, если ошибемся в 10—15 и даже в 20 случаях из 100.

ТАБЛИЦА 5

Сравнение оценок удельного покрытия, полученных разными исследователями на одних и тех же пробных площадях ( $n = 557$ )

Исследователи	Исследователи		
	Б	В	Г*
	$p \pm m$	$p \pm m$	$p \pm m$
А . . . . .	$2.5 \pm 0.7$	$2.0 \pm 0.6$	$3.0 \pm 0.7$
Б . . . . .	—	$4.9 \pm 0.9$	$5.0 \pm 0.9$
В . . . . .	—	—	$5.8 \pm 1.0$

В нашем случае вероятность допустить ошибку выражает символ  $p$  (т. е. вероятность получить оценку, отличающуюся от оценки, даваемой контрольным методом), а точное значение лежит в пределах  $p \pm tm\%$ . При 95%-м доверительном уровне и  $n > 30$ ,  $t = 1.96$ . нас интересует главным образом верхний предел интервала, т. е.  $p \pm 1.96$ . Легко убедиться, что максимальная вероятность ошибки (верхняя граница интервала) для господствующих видов в травяно-полукустарничковом покрове меньше 5%, в моховом — менее 10%, в случае редких видов — менее 15%, для видов-наполнителей травяно-полукустарничкового покрова — менее 15%, для согосподствующих полукустарничков и разнотравья — около 20%. Лишь при оценке согосподствующих злаков и осок мы можем ошибиться почти в половине определений. Вместе с тем мы знаем и размер ошибки — один класс (больше чем на один класс отклонений от контроля не было отмечено).

Таким образом, если характер исследования позволяет принять такие условия, то предлагаемый метод можно использовать; в противном случае придется подыскивать более точный метод. Например, при детальных исследованиях, как говорилось выше, мы пользуемся рамкой  $0.1 \text{ м}^2$  с масштабной сеткой (Ипатов, 1964), определяем абсолютное проективное покрытие на серии площадок, а удельное покрытие видов подсчитываем при обработке материалов.

В заключение обратим внимание на 2 обстоятельства, увеличивающие возможность использования метода.

Часть сотрудников, как это видно из таблиц, допускает ошибки меньше средних (указанных в графе «В сумме»). Следовательно, при тщательной работе, приобретаем достаточный навык, можно повысить надежность результатов.

Выше уже говорилось, что промежуточные оценки применялись нами редко, в исключительных случаях. Если же их применять наряду с основными классами, то вероятность ошибки, по-видимому, может быть резко снижена. Эта возможность нашла отражение в табл. 4. Мы подсчитали число совпадений оценок сотрудников с контролем, условно считая за совпадения такие случаи, когда по контрольным данным вид может быть отнесен к промежуточному классу, а сотрудник, несмотря на сомнения, все же отнес его к смежному с ним основному классу. Мы видим, что существует возможность снизить вероятность ошибки до величины меньше 10%, а следовательно, и применимость метода резко возрастает.

Возможность применения метода подтверждается также данными, полученными нами в следующей полевой сезон. На 52 пробных площадках, аналогичных уже описанным, каждым из четырех исследователей была произведена оценка удельного покрытия видов травяно-полукустарничкового покрова по двойной шкале с применением оценок для только основных или основных и промежуточных классов; затем сопоставлялись оценки удельного покрытия каждого исследователя с остальными (табл. 5). Совпадением считались случаи, когда авторы давали одинаковые оценки или при применении промежуточных классов оценки перекрывались (например, у одного исследователя вид господствует, у другого — господствует-согосподствует). Доля несовпадений составила при этом всего лишь 6%.

#### Л и т е р а т у р а

Быков Б. А. (1957). Геоботаника. — Ипатов В. С. (1962а). О корреляции между проективным покрытием и весом травянистых растений. *Бот. журн.*, 7. — Ипатов В. С. (1962б). Сравнение методов определения роли вида в структуре

травяного покрова дубового леса. Бот. журн., 3. — И п а т о в В. С. (1964). Об оценке данных при проективном учете. Бот. журн., 3. — Р а м е н с к и й Л. Г. (1915). К вопросу о количественном учете растительного покрова. Матер. по исслед. и культ. корм. площ., 12, прилож. 5. — Р а м е н с к и й Л. Г. (1937). Учет и описание растительности. — Р а м е н с к и й Л. Г. (1938). Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. — Р а м е н с к и й Л. Г. (1952). К методике изучения растительности и населяемой ею среды. Бот. журн., 2.

Ленинградский государственный  
университет.

(Получено 8 VII 1965).