

УДК 58.087

МЕТОДЫ УЧЕТА ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ РАСТЕНИЙ: СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОПЛОЩАДОК

© 2014 Г.Н. Бузук¹, О.В. Созинов²

¹Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Поступила 28.11.2014

С помощью информационных технологий проведена сравнительная оценка различных методов учета проективного покрытия растений на основе использования фотоплощадок. Оценка обилия на виртуальных моделях показала более высокую точность, чем на реальных учетных площадках. Модифицированный метод уколов (метод фототочек) дает точность оценки проективного покрытия на реальных фотоплощадках (среднеквадратичное отклонение 11,4) близкую к лучшим глазомерным экспертным оценкам.

Ключевые слова: проективное покрытие, учетная площадка, квадрат-сетка, точечный метод, фотоплощадка

ВВЕДЕНИЕ

Проективное покрытие – показатель обилия, определяющий относительную площадь горизонтальной проекции отдельных видов или их групп, ярусов и т.д. фитоценоза на поверхность почвы. Абсолютное проективное покрытие является одним из основных показателей обилия растений в фитоценозе и определяться с помощью прямого (в количественных величинах) или косвенного (в баллах) учета [8, 11]. Для определения количественных характеристик проективного покрытия применяют ряд классических методов: глазомерный в пределах изучаемой площади, с помощью вилочки Раменского, с помощью квадрата-сетки [3, 5, 10, 14, 16], а также с помощью уколов (точечный метод) [2, 6, 15, 19]. При сравнительной оценке методов снятия проективного покрытия в натурных условиях В.С. Ипатов [9] сделал вывод, что точечный метод дает более надежные результаты, чем балльная оценка по Друде и глазомерная съемка. С развитием информационных технологий, продолжается методический поиск повышения точности оценки проективного покрытия растений травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов с использованием фотографии [12]. В полевых условиях с учетной площадки получают цветной снимок яруса в горизонтальной проекции. Затем в лабораторных условиях с помощью различных компьютерных преобразований и фильтрации изображения выделяют области (пиксели) надземных частей видов растений и фона. Использование ручного выделения контуров растений на цифровых снимках весьма трудоемко (Балаев, Скрип

100 (200) точек (метод уколов=метод фототочек) (рис. 2).

В варианте **А** величину проективного покрытия определяли глазомерно с помощью экспертов из различных учебных и научных учреждений Беларуси (Гродно, Минск).

В варианте **В** (квадрат-сетка) подсчитывали количество ячеек сетки, наполовину и более заполненных пикселями черно-белого изображения: «белый» – фон (почва) и «черный, или растительный» – надземные части растений (Буданцев, Харитонова, 1999).

В варианте **С** (метод уколов) подсчитывали число меток (фототочек), локализованных на поверхности растений.

Проективное покрытие рассчитывали по формуле [21, 24]:

$$ПП = \frac{n}{N} * 100, \quad (1)$$

где ПП – проективное покрытие, %; n – число точек с «растительными пикселями (черными)»; N – общее число точек на матрице изображения.

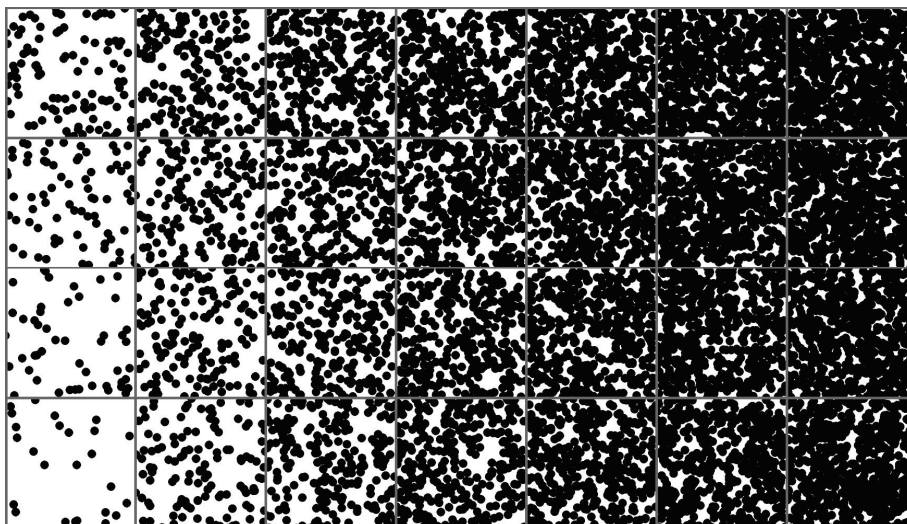


Рис. 1. Пример моделей проективного покрытия (диапазон изменчивости проективного покрытия от 7.3 до 89.7%)

Для сравнительной оценки полученных данных по проективному покрытию с реальными величинами обилия применен классический кластерный анализ, в качестве меры расстояния использовали Евклидово.

Реальные учетные площадки (фотоплощадки). Апробацию метода фотоплощадок осуществляли в пределах ценопопуляции брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в сосняке брусничном в окрестностях г. Витебск (Республика Беларусь). Учетные площадки (20) располагали регулярным способом поперек ценопопуляции брусники. На каждой пробной площадке (20 x 25 см) делали фотографию с горизонтальной проекцией с высоты 0,4-0,5 м с помощью цифрового фотоаппарата (размер изображения 2800 x 2000 пикселей; ~2,8 Мб). В итоге получили серию фотографий (20) реальных учётных площадок (рис. 3). Прямоугольная форма учетной площадки рекомендована В.И. Василевичем, как дающая меньшую ошибку, чем квадратные площадки той же площади [6, с. 115].

В варианте **А** величину проективного покрытия определяли глазомерно с помощью экспертов по фотографии (рис. 3а); в варианте **В** – с помощью сетки линий по [3

грешность процентной доли [23]. За ключевой критерий оценки определения проективного покрытия использовали квадратичное отклонение, которое является одним из наиболее хороших показателей точности при сравнении ошибки прогнозирования различных моделей для конкретной переменной [22]. Кластерный анализ полученных данных проводили с помощью программы PAST 3.01 [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Виртуальные учетные площадки. Анализ данных полученных на основе модельных изображениях учетных площадок показал, что точность глазомерного определения проективного покрытия для различных экспертов колеблется (по квадратичному отклонению) в пределах от 3.4 до 22.9% и в среднем составляет 8.5%, при использовании квадрата-сетки – 12.4%, при модифицированном методе уколов (фототочек) – 5.1-6.1% (рис. 1). В большинстве, достаточно высокие коэффициенты корреляции, детерминации и эффек-

тивности данных, полученных методом уколов (>0.9), свидетельствуют о возможности применения данного методического подхода к оценке обилия растений с помощью цифровых технологий (рис. 1).

Кластерный анализ всех вариантов данных (№№ 2-10) показал, что результаты полученные методом уколов (фототочек; №№ 9 и 10) дают результаты наиболее близкие к лучшим экспертным оценкам (рис. 4). В тоже время, результаты, полученные с помощью квадрата-сетки, занимают промежуточное положение среди всех способов оценки обилия.

Полученные данные на теоретических моделях, дают основание апробации метода уколов (фототочек) с помощью информационных технологий на реальных объектах. При этом необходимо помнить, что компьютерное моделирование осуществляется по математическим точкам, тогда как в реальности иглы (спицы) имеют диаметр, который влияет на точность учета обилия [7].

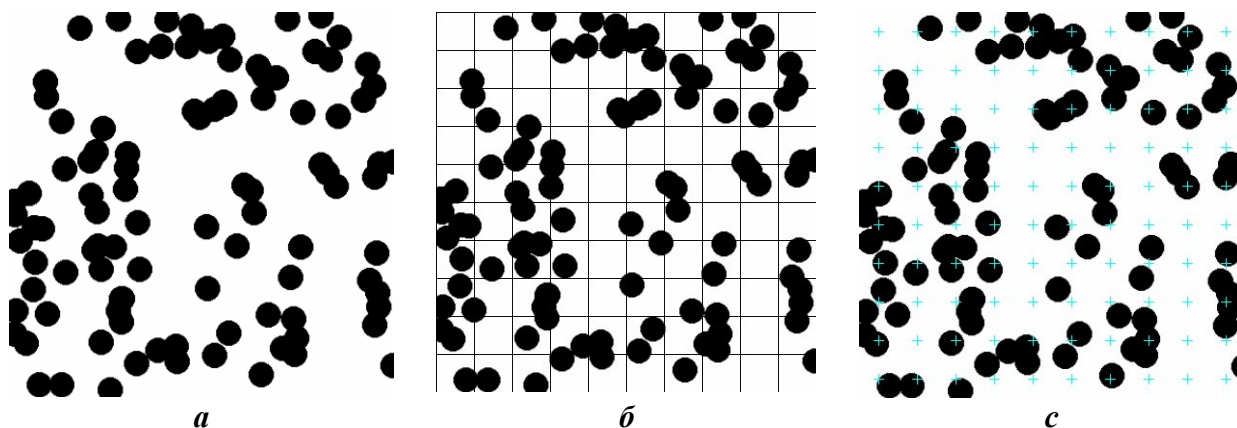


Рис. 2. Пример виртуальной учетной площадки при глазомерной оценке (а), с помощью квадрата-сетки (б) и методом уколов (фототочек) (с)

Реальные учетные площадки (фотоплощадки). Данные по оценке проективного покрытия по изображениям растительного покрова в сосняке брусничном представлены в таб. 1. Поскольку реальное проективное покрытие на учетных площадках неизвестно, то для оценки точности оценки обилия в качестве фактического нами взяты значения проективного покрытия, полученные

	2	4	5	6	7	8	9
Коэффициент корреляции, r	0,84	0,91	0,93	0,92	0,87	0,89	0,91
Коэффициент детерминации, r^2	0,71	0,83	0,86	0,84	0,76	0,79	0,83
Коэффициент эффективности	-3,66	0,62	0,83	0,58	0,07	0,59	0,79
Максимальная абсолютная погрешность	70,00	30,00	30,00	40,00	55,00	34,00	20,00
Максимальная абсолютная погрешность процентной доли	0,89	0,60	0,75	0,67	0,92	0,52	1,00

Примечание. А – глазомерная оценка экспертами; В – оценка с помощью виртуальной квадрат-сетки; С – оценка методом уколов (фототочек): 100 точек.



Рис. 3. Пример реальной учетной площадки (фотоплощадки) при глазомерной оценке (а), с помощью квадрата-сетки (в) и методом уколов (фототочек) (с)

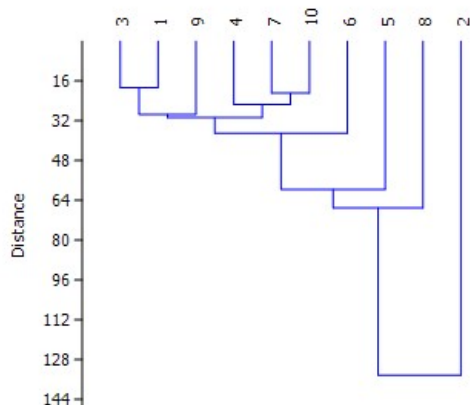


Рис. 4. Дендрограмма кластерного анализа результатов определения проективного покрытия на модельных изображениях учетных площадок (№№ 1-10 – см. табл. 2)

При текущем развитии информационных технологий данный методический прием применим для травянисто-кустарничкового яруса с невысокой разновысотностью растений (до 0.4 м высотой по С.Н. Козьякову, А.С. Козьякову, В.К. Конавальчуку [12], и, в первую очередь, для оценки обилия доминирующих и ресурснозначимых видов растений. В дальнейшем, мы прогнозируем, что возможности такого подхода в значительной степени расширятся при использовании высоко-

технологичных полевых фотокамер, обеспечивающих получение изображений со значительной глубиной.

Таблица 2. Оценка точности определения проективного покрытия на модельных изображениях относительно фактического

Статистические показатели	Способ определения проективного покрытия								
	А						В	С	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Средний квадрат ошибки	523.9	11.66	32.95	62.66	33.85	24.72	152.9	26.22	37.65
Нормированный средний квадрат ошибки	0.89	0.02	0.06	0.11	0.06	0.04	0.26	0.04	0.06
Среднеквадратичное отклонение	22.89	3.41	5.74	7.92	5.82	4.97	12.37	5.12	6.14
Нормированное квадратичное отклонение	0.94	0.14	0.24	0.33	0.24	0.20	0.51	0.21	0.25
Средняя абсолютная погрешность	19.70	2.87	5.20	6.30	5.09	4.50	11.65	4.23	5.19
Средняя абсолютная погрешность процентной доли	0.34	0.09	0.11	0.10	0.12	0.10	0.24	0.09	0.08
Коэффициент корреляции, r	0.88	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
Коэффициент детерминации, r^2	0.77	0.98	0.99	0.97	0.95	0.98	0.97	0.97	0.99
Коэффициент эффективности	0.08	0.98	0.94	0.89	0.94	0.96	0.73	0.95	0.93
Максимальная абсолютная погрешность	36.51	7.66	9.93	16.10	11.51	7.72	18.49	11.13	11.99
Максимальная абсолютная погрешность процентной доли	0.56	1.04	0.39	0.50	0.70	0.64	0.73	0.40	0.18

Примечание. А – глазомерная оценка экспертами, В – оценка с помощью виртуальной квадрат-сетки, С – оценка методом уколов (фототочек): 100 и 200 точек, соответственно.

ВЫВОДЫ

Таким образом, при геоботанических и ресурсоведческих исследованиях создание фотоплощадок с помощью информационных технологий (цифровой аналог реальной учетной площадки) дает возможность: повысить точность учета обилия растений, сэкономить полевое время, возможность проверить результаты свои и коллег, с развитием технологий получать с тех же учётных площадок новую информацию (аналог функции гербария), создавать динамический анимационный материал для характеристики особенностей перемещения растений в фитоценозе («карусельная» модель фитоценоза, Маслов, 2001), а также для создания более точных экспресс-методов определения надземной фитомассы растений через проективное покрытие (Ипатов, 1962). Цифровой формат метода уколов (метод фототочек) дает точность оценки проективного покрытия близкую к лучшим глазомерным экспертным оценкам, при этом не требует специальной тренировки для приобретения соответствующих практических навыков, что в значительной степени расширяет возможности точного определения обилия растений по фотоплощадкам.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают глубокую признательность всем экспертам, участвовавшим в оценке проективного покрытия на виртуальных и реальных фотоплощадках: Бакей С.К. (ГрГУ), Благушка М.М. (ГрГУ), Жилинский Д.Ю. (ИЭБ НАН Беларуси), Зеленкевич Н.А. (ИЭБ НАН Беларуси), Мойсейчик Е.В. (ИЭБ НАН Беларуси), Полтор-

жицкая М.И. (ГрГУ), Цвирко Р.В. (ИЭБ НАН Беларуси).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балалаев А.К., Скрипник О.А. Предварительные результаты применения метода цифровой обработки изображения для определения проективного покрытия растительности как основного индикатора состояния экосистем // Экология и природопользование. 2011. Вып. 14. С.114-123.
2. Браун Д. Методы исследования и учета растительности. М., 1957. 316 с.
3. Буданцев А.Л., Харитонова Н.П. Ресурсоведение лекарственных растений. СПб., 1999. – 56 с.
4. Бузук Г.Н. Определение проективного покрытия и урожайности при использовании фототочек (photo point method) // Вестник фармации. 2013. № 3. С. 74-80.
5. Бузук Г.Н., Созинов О.В. Оптимизация метода оценки обилия и площади зарослей лекарственных растений // Растительные ресурсы. 2014. Т.50. № 2. С.316-323
6. Василевич В.И. Требования, необходимые для получения достоверных данных в работах по биологической продуктивности // Бот. журн. 1969. Т.54. №1. С. 111-117.
7. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969б. 232 с.
8. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М., 1967. 359 с.
9. Ипатов В.С. О корреляции между проективным покрытием и весом травянистых растений // Ботанический журнал. 1962. Т. 47. № 7. С. 991-992.
10. Ипатов В.С. Сравнение методов определения рода вида в структуре травяного покрова дубового леса // Ботанический журнал. 1962. Т.47. №3. С. 359-368.
11. Ипатов В.С., Мишин Д.М. Описание фитоценоза. Методические рекомендации. СПб., 2008. 70 с.
12. Козьяков С.Н., Козьяков А.С., Коновальчук В.К. Определение запасов сырья полезных растений методом

- фотоплощадок // Растительные ресурсы. 1984. Т.20. Вып. 4. С. 569-572.
13. Маслов А.А. Пространственно-временная динамика популяций лесных растений и проверка «карусельной модели» на примере сосняка-черничника // Бюлл. МОИП. Отд. биологический. 2001. Т. 106. Вып. 5. С. 59-65.
 14. Методы изучения лесных сообществ. СПб., 2002. 240 с.
 15. Полевая геоботаника. Т. III. М.-Л., 1964. 532 с.
 16. Ярошенко П.Д. Геоботаника. М., 1969. – 200 с.
 17. Both D.T., Cox S.E., Fifield C., Phillips M., Williamson N. Image analysis compared with other methods for measuring ground cover // Arid Land Research and Management. 2005. Vol. 19. P. 91-100.
 18. Chen Z., Chen W., Leblanc S.G., Henry G.H.R. Digital Photograph Analysis for Measuring Percent Plant Cover in the Arctic // Arctic. 2010. Vol. 63. № 3. P. 315-326.
 19. Floyd D.A., Anderson J.E. A comparison of three methods for estimating plant cover // J. Ecol. 1987. Vol. 75. P. 221-228.
 20. Hammer O., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. Vol. 4 (1). 9 p.
 21. Herrick J.E., Van Zee J.W., Havstad K.M., Burkett L.M., Whitford W.G. Monitoring Manual for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems // USDA - ARS Jornada Experimental Range Las Cruces. New Mexico. 2005. Vol. 1-2. 238 p.
 22. Hyndman R.J., Koehler A.B. Another look at measures of forecast accuracy // International Journal of Forecasting. 2006. 22. P. 679-688.
 23. Kramer R. Chemometric techniques for quantitative analysis. New York, Basel, 1998. 110 p.
 24. Sampling Vegetation Attributes. Interagency Technical Reference Bureau of Land Management National Business Center. Denver, Colorado, 1999. 164 p.
 25. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // Nature Methods. 2012. № 9. P. 671-675.

ACCOUNTING METHODS OF PLANTS PROJECTIVE COVER: COMPARATIVE EVALUATION USING PHOTO SITES

© 2014 G.N.Buzuk ¹, O.V.Sozinov ²

¹Vitebsk State Medical University

²Yanka Kupala Grodno State University

Comparative evaluation of different methods of projective cover through the use fotosites conducted using information technology. Estimation of the abundance of virtual models showed higher accuracy than real interest sites. The modified method of injections (fotopoints method) gives the estimation accuracy on the real projective cover fotosites (standard deviation 11.4), is close to the best expert estimates by eye.

Key words: projective cover, site accounting, the square-grid, point method, photosite.

Buzuk George Nikolaevich, doctor of pharmacy, professor, Head of the Department of Pharmacognosy, buzuk@tut.by; *Sozinov Oleg Viktorovich*, candidate of biological sciences, docent, Head of the Department of Botany, ledum@list.ru.