

ЭКОЛОГИЯ

Оригинальная научная статья

УДК 630*182.47/.48: 631.484: 630*231.1

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-57-87>**Особенности структуры травянистого покрова и естественного возобновления в ельниках заповедника «Кологривский лес»****Игорь Георгиевич Криницын², Елена Юрьевна Ембатурова¹,
Александр Владимирович Гемонов^{1,2}, Екатерина Сергеевна Калмыкова¹**¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия² Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына, Кологрив, Россия**Автор, ответственный за переписку:** Калмыкова Екатерина Сергеевна; kalmukova.es@rgau-msha.ru**Аннотация**

Работа посвящена выявлению особенностей структуры травянистого покрова и естественного возобновления в южнотаежных ельниках Костромской области на примере заповедника «Кологривский лес». Для достижения поставленной цели были заложены 12 временных пробных площадей квадратной формы площадью 0,0625 га. Определены тип леса, сомкнутость полога древостоя, тип почвы и рельеф. Проведено таксационное обследование пробных площадей для получения характеристики древостоев. Для описания растительного покрова был использован комбинированный метод, включающий в себя подходы Браун-Бланке и Друде-Уранова, предполагающий распределение типичных растительных комплексов по большому набору видов растений, произрастающих вместе. Обработку геоботанических описаний проводили по методике Д.Н. Цыганова, которая заключалась в использовании двух таблиц: экологических амплитуд видов и шкал факторов. Для обработки данных использовали корреляционный анализ. Полученную статистическую совокупность данных для наглядности отразили в гистограммах и графиках. Расчет частоты встречаемости, ошибки, коэффициент участия, среднего проектного покрытия вида осуществляли согласно общепринятым методикам. В процессе выполнения работы были охарактеризованы все пробные площади посредством проведения подервного перечета. Поскольку пробные площади были расположены в различных ландшафтных условиях, таксационные показатели оказались различными. Главной породой являлась ель. Ее жизнеспособный подрост составил 95%, что говорит о высоком потенциале возобновляемости. На исследуемых участках леса доминирующими видами живого напочвенного покрова оказались линнея северная (*Linnaea borealis*), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), голокучник Линнея (*Gymnocapium dryopteris*), а также кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*). Практическая значимость проведенных исследований заключается в расширении представлений о структуре травянистого покрова, сформированного под пологом ельников в условиях заповедника «Кологривский лес», а также об особенностях протекания процесса естественного возобновления в различных условиях места произрастания.

Ключевые словатравянистый покров ельников, подрост, подлесок, оценка жизнеспособности, естественное возобновление ельников, ель европейская, *Picea abies*, заповедник «Кологривский лес»**Для цитирования**Криницын И.Г., Ембатурова Е.Ю., Гемонов А.В., Калмыкова Е.С. Особенности структуры травянистого покрова и естественного возобновления в ельниках заповедника «Кологривский лес» // Тимирязевский биологический журнал. 2024. Т. 2, № 1. С. 57-87. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-57-87>

ECOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-57-87>**Features of the structure of the herbaceous cover and natural regeneration in the spruce forests of the Kologrivsky Forest Nature Reserve****Igor G. Krinitsyn², Elena Yu. Yembaturova¹, Aleksandr V. Gemonov^{1,2}, Ekaterina S. Kalmykova¹**¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia² Kologrivsky Forest Nature Reserve, Kologriv, Russia**Corresponding author:** Ekaterina S. Kalmykova; kalmukova.es@rgau-msha.ru**Abstract**

The aim of the study was to identify the features of the structure of the herbaceous cover and natural regeneration in the southern taiga spruce forests of the Kostroma region using the example of the Kologrivsky Forest Nature Reserve.

To achieve this goal, twelve temporary square sample plots (SP) with an area of 0.0625 ha were established. Forest type, canopy density, soil and topography were determined. To characterize the forest stands, a taxonomic survey of the sample plots was carried out. To describe the vegetation cover, a combined method was used, including the Braun-Blanquet and Drude-Uranov methods, which assumes the distribution of typical plant complexes over a large number of plant species growing together. Geobotanical descriptions were processed according to the method of D.N. Tsyganov, which consisted in using two tables: ecological amplitudes of species and scales of factors. Correlation analysis was used for data processing. The obtained statistical data set was presented in histograms and graphs for the sake of clarity. The frequency of occurrence, errors, participation rate, and average projective cover of the species were calculated according to generally accepted methods. In the course of the work, all sample plots were characterized by a tree-by-tree census. As the sample plots were located in very different parts of the reserve, the taxonomic indicators varied. In most cases, however, the dominant species was spruce. Its viable regrowth was 95%, indicating a high renewal potential. In the studied forest areas, the dominant species of the living ground cover were Northern linseed (*Linnaea borealis*) and blueberry (*Vaccinium myrtillus*), oak fern (*Gymnocarpium dryopteris*) and wood sorrel (*Oxalis acetosella*). The practical significance of the conducted research lies in the expansion of the ideas about the structure of the herbaceous cover formed under the canopy of spruce forests in the conditions of the Kologrivsky Forest Nature Reserve, as well as about the peculiarities of the process of natural regeneration in different conditions of the growth site.

Keywords

herbaceous cover of spruce forests, undergrowth, underbrush, assessment of viability, natural regeneration of spruce forests, Norway spruce, *Picea abies*, Kologrivsky Forest Nature Reserve

For citation

Krinityn I.G., Yembaturova E. Yu., Gemonov A.V., Kalmykova E.S. Features of the structure of the herbaceous cover and natural regeneration in the spruce forests of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(1):57-87. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-57-87>

Введение Introduction

Заповедник «Кологривский лес» сохраняет биологическое и ландшафтное разнообразие природного комплекса южной тайги и включает в себя 918 га ненарушенных коренных темнохвойных лесов [1]. Структурно заповедник состоит из двух участков, разительно отличающихся по породному составу лесов, составу и структуре растительного покрова. Данная структура заповедника обеспечивает сохранение ландшафтов, которые отражают физико-географические особенности рассматриваемого региона.

В результате комплексных флористических обследований выявлено, что в заповеднике произрастают 523 вида сосудистых растений, которые могут быть отнесены к 79 семействам, или к 265 родам. Среди них можно выделить представителей 7 классов (*Lycopodiopsida*, *Polypodiopsida*, *Psilotopsida*, *Pinopsida*, *Equisetopsida*, *Liliopsida*, *Magnoliopsida*) и 4 отделов высших растений (*Lycopodiophyta*, *Polypodiophyta*, *Pinophyta*, *Magnoliophyta*). Превалирующее число видов (93%) относится к цветковым растениям (*Magnoliophyta*) [2, 3]. К числу самых многочисленных родов относятся *Stellaria* L., *Galium* L., *Juncus* L., *Ranunculus* L., *Carex* L., *Salix* L., *Veronica* L., *Viola* L. Это обусловлено однотипностью местности, преимущественно состоящей из хвойных деревьев [4].

В настоящее время флора заповедника является недостаточно изученной ввиду большой площади территории (59 тыс. га) и наличия труднодоступных участков. Данные по флоре

Кологривского участка заповедника являются фрагментарными [5, 6].

Вопросом структуры и формирования травянистого покрова в лесных насаждениях заповедника «Кологривский лес» посвящены научные исследования А.В. Письмерова с соавт. [7], А.В. Немчиновой [8], А.В. Хорошева с соавт. [9], А.Н. Иванова с соавт. [10], И.Г. Криницына с соавт. [11], А.В. Лебедева с соавт. [4] и др. В работе «Коренные темнохвойные леса южной тайги (резерват «Кологривский лес»)» выявлены лесоводственные особенности компонентов лесных фитоценозов, основных групп типов леса территории, которая в настоящее время является ядром заповедника [7]. А.В. Немчиновой в результате исследования лесных фитоценозов бассейна реки Понги было выявлено, что травяно-кустарничковый ярус насчитывает 103 вида сосудистых растений. Наиболее часто встречаются бореальные виды и виды неморальной эколого-ценотической группы [8]. И.Г. Криницыным и А.В. Лебедевым проведены исследования по изучению экологической характеристики местообитаний ценопопуляций липы сердцевидной и ели обыкновенной в заповеднике. В елово-липовых древостоях возрастом 80-150 лет и запасом, достигающим 200 м³/га елового элемента леса в травянистом ярусе, обнаружен 61 вид растений, относящихся к 37 семействам. По результатам исследований авторов, наибольший вклад в эколого-ценотический спектр растительных сообществ вносят бореальная (30%) и неморальная (18%) группы. Ранее проведенные исследования носят локальный характер, поэтому требуется их продолжение для других участков заповедника [4, 11].

Цель исследований: выявление особенностей структуры травянистого покрова и естественного возобновления в южнотаежных ельниках Костромской области на примере заповедника «Кологривский лес».

Методика исследований

Research method

Проведено таксационное обследование пробных площадей для получения характеристики древостоев. Подеревный пересчет для получения достоверных данных по таксационным показателям древостоев осуществлялся согласно методике программы проведения многолетних исследований в заповеднике «Кологривский лес» [12]. В соответствии с методикой были заложены 12 временных пробных площадей квадратной формы площадью 0,0625 га. Определены тип леса, сомкнутость полога древостоя, его почва и рельеф.

Для описания растительного покрова был использован комбинированный метод, включающий в себя методы Браун-Бланке и Друде-Уранова и предполагающий выделение типичных растительных комплексов по большому набору видов растений, произрастающих вместе [13].

Живой напочвенный покров с главным его слагающим компонентом – травянистой растительностью – является эдификатором экологических условий, оказывая воздействие на естественное возобновление [14, 15]. С целью учета естественного возобновления по диагоналям пробных площадей были заложены учетные площадки 1×1 м в количестве 69 шт. на каждой пробной площади с оценкой обилия и проективного покрытия видов. Молодое поколение леса пересчитывалось с учетом породы деревьев, их высоты ($<0,5$ м, $0,5-1,5$ м, $>1,5$ м) и количества [16]. Кроме того, для определения скорости возобновления древесного яруса были определены влияющие на это факторы (напочвенный покров, подлесок, подрост и т.д.).

Обработка геоботанических описаний производилась по методике Д.Н. Цыганова, которая заключалась в использовании двух таблиц: экологических амплитуд видов и шкал факторов. Таблица экологических амплитуд видов растений содержит информацию о границах толерантности видов к 10 экологическим факторам (температура, влажность, свет, кислотность и др.). Шкала экологических факторов устанавливает систему баллов, отражающих степень благоприятности условий для вида по каждому фактору. Чтобы определить экологический режим всего фитоценоза, для каждого фактора вычисляют среднее арифметическое баллов экологических режимов всех видов, входящих в ассоциацию. Полученное значение отражает степень благоприятности условий для произрастания сообщества растений по данному фактору [17].

Расчет производился по перекрытию большинства интервалов [18].

В результате обработки полученные данные образовали статистическую совокупность, отраженную в гистограммах и графиках. Для обработки данных использовался также корреляционный анализ, суть которого заключается в обработке статистических данных для измерения тесноты связи между двумя или более переменными. Обработка производилась при помощи пакета Microsoft Excel 2007.

Расчет частоты встречаемости, ошибки, коэффициента участия, среднего проектного покрытия вида осуществлялся согласно общепринятым методикам [18].

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В результате исследований выявили представителей древостоя пробных площадей: клен остролистный (*Acer platanoides*), береза пушистая (*Betula pubescens*), ель обыкновенная (*Picea abies*), осина (*Populus tremula* L.), липа сердцевидная (*Tilia cordata*). Подрост представлен теми же древесными породами, за исключением пихты сибирской (*Abies sibirica*), наличие которой объясняется единичным присутствием данной породы в древостое, не вошедшем в границы исследуемых пробных площадей.

При проведении подеревного пересчета установлена характеристика каждой пробной площади (табл. 1).

Все экземпляры молодого поколения леса были подразделены по состоянию, а жизнеспособные – по категориям крупности (табл. 2). Сухостойные или предельно угнетенные растения были отнесены к категории нежизнеспособного молодого поколения леса; экземпляры, имеющие переходные признаки качества, были отнесены к категории сомнительного поколения леса; деревья, имеющие прямые неповрежденные стволы, густое зеленое (темно-зеленое) охвоение, гладкую/мелкочешуйчатую кору и выраженную мутовчатость, отнесены к жизнеспособному поколению леса.

На пробных площадях подлесок представлен жимолостью лесной (*Lonicera xylosteum*), малиной лесной (*Rubus idaeus*), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), черемухой обыкновенной (*Padus avium*).

Далее представлено описание растительного покрова пробных площадей 2, 4, 6, так как характеристика данного элемента по остальным пробным площадям совпадает с описанными выше. Проективное покрытие видов травянистых и кустарниковых растений на пробных площадях отражено на рисунках 1-6.

Таблица 1

Характеристика пробных площадей

Пробная площадь	А, лет	Состав древостоя	Класс бонитета	Тип леса	Элемент леса	Н, м	D, см	N, шт/га	G, м ² /га	M, м ³ /га
1	110	7ЕЗБ	I	ЕЧ	Е	29,6	26,49	592	28,33	422
					Б	23,2	26,4	253	11,45	145
2	120	10Е	I	ЕЧ	Е	29,7	23,7	400	18,62	239
					Е (ветровал)	-	-	-	-	-
					Б (ветровал)	-	-	-	-	-
3	120	10Е+Б	II	ЕБР	Е	27	23,6	880	32,43	391
					Б	23,9	20,0	32	1,01	10
4	70	7Б2Ос1Е	III	ЕКИС	Е	14,2	12,0	480	6,07	44
					Б	25,6	26,3	336	17,71	279
					Ос	34,47	34,2	64	5,83	93
5	70	7Ос3Б+Е	IV	ЕКИС	Е	11,8	14,3	560	5,63	31
					Б	26,1	24,2	416	12,79	139
					Ос	32	39,3	240	24,99	371
6	80	5Ос3Б2Е	III	ЕКИС	Е	16,9	17,5	448	8,08	66
					Б	24,3	25,6	256	10,35	111
					Ос	20,1	24,3	448	15,68	187
7	45	10Е	II	ЕКИС	Е	10,5	14,3	3265	52,41	174
8	77	4Б4Е2Л	III	ЕЧ	Б	24	20,1	757	24,00	159
					Е	13,8	14,3	1363	21,00	147
					Лп	9,5	14,7	1212	20,56	160
9	100	5Ос3Е2Б+Лп	II	ЕКИС	Ос	25	67	1579	556,40	306
					Е	23	29	789	52,10	361
					Б	22	27	526	30,10	233
10	67	7ЕЗБ ед. Лп	II	ЕЧ	Е	24,3	17,3	1087	25,50	172
					Б	17,6	21,5	1523	55,26	142
					Лп	15	20,2	500	16,00	237
11	81	6Б4Е+Лп	II	ЕКИС	Б	16	21	789	27,31	169
					Е	20	24	2368	107,07	286
					Лп	16,5	23,4	263	11,30	254
12	88	6Ос3Е1Б	III	ЕКИС	Ос	26	44	102	15,50	404
					Е	9,9	12,8	350	4,50	166
					Б	15	14	75	1,15	108

Примечание. А – возраст, лет; Н – средняя высота, м; D – средний диаметр, см; N – число деревьев, шт/га; G – сумма площадей сечения, м²/га; M – запас, м³/га.

Table 1

Characteristics of the sample plots

Sample plot	A, years	Stand composition	Growth class	Forest type	Forest element	H, m	D, cm	N, pcs/ha	G, m ² /ha	M, m ³ /ha
1	110	7S3B	I	BS	S	29.6	26.49	592	28.33	422
					B	23.2	26.4	253	11.45	145
2	120	10S	I	BS	S	29.7	23.7	400	18.62	239
					S (wind slash)	-	-	-	-	-
					B (wind slash)	-	-	-	-	-
3	120	10S+B	II	CS	S	27	23.6	880	32.43	391
					B	23.9	20.0	32	1.01	10
4	70	7B2As1S	III	SS	S	14.2	12.0	480	6.07	44
					B	25.6	26.3	336	17.71	279
					As	34.47	34.2	64	5.83	93
5	70	7As3B+S	IV	SS	S	11.8	14.3	560	5.63	31
					B	26.1	24.2	416	12.79	139
					As	32	39.3	240	24.99	371
6	80	5As3B2S	III	SS	S	16.9	17.5	448	8.08	66
					B	24.3	25.6	256	10.35	111
					As	20.1	24.3	448	15.68	187
7	45	10S	II	SS	S	10.5	14.3	3265	52.41	174
8	77	4B4S2L	III	BS	B	24	20.1	757	24.00	159
					S	13.8	14.3	1363	21.00	147
					L	9.5	14.7	1212	20.56	160
9	100	5AS3S2B+L	II	SS	As	25	67	1579	556.40	306
					S	23	29	789	52.10	361
					B	22	27	526	30.10	233
10	67	7S3B S _{д.} L	II	BS	S	24.3	17.3	1087	25.50	172
					B	17.6	21.5	1523	55.26	142
					L	15	20.2	500	16.00	237
11	81	6B4S+L	II	SS	B	16	21	789	27.31	169
					S	20	24	2368	107.07	286
					L	16.5	23.4	263	11.30	254
12	88	6As3S1B	III	SS	As	26	44	102	15.50	404
					S	9.9	12.8	350	4.50	166
					B	15	14	75	1.15	108

Note. A – age, years; H – average height, m; D – average diameter, cm; N – number of trees, pcs/ha; G – basal area, m²/ha; M – stock, m³/ha; S – spruce; B – birch; As – aspen; L – linden; BS – bilberry (blueberry) scrub forest; CS – cowberry spruce forest; SS – wood sorrel spruce forest

В результате описания травянисто-кустарничковой растительности на ПП 2 удалось выяснить, что доминирующим видом на всех площадках является линнея северная (*Linnaea borealis*). Видовое распределение по пробной площади является неравномерным, что обусловливается особенностями микрорельефа и разной степенью освещенности.

Второй фитоценотический горизонт живого напочвенного покрова значительно отличается по видовому составу от первого, так как преобладающим видом здесь является черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*).

Распределение травянистых растений по ПП 2 является неоднородным, наибольшая концентрация наблюдается на наиболее освещенных участках с наименьшей густотой подроста и подлеска.

Наибольшей частотой встречаемости обладают такие виды растений, как седмичник европейский (*Trientalis europaea*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*), линнея северная (*Linnaea borealis*).

Анализ данных по ПП 2 (табл. 3) показал, что черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*) и линнея северная (*Linnaea borealis*) – наиболее ценоотически значимые представители флоры. Такие

Таблица 2

Распределение молодого поколения леса по состоянию и категориям крупности

№ пробной площади	Состав молодого поколения леса	Количество подроста, шт/га		Распределение молодого поколения леса по состоянию, шт/га						Распределение молодого поколения леса по категориям крупности					
		общее	в том числе Ель	Жизнеспособный	% от общего количества	Сомнительный	% от общего количества	Нежизнеспособный	% от общего количества	мелкий, в т.ч. здоровый, шт/га	% от общего количества	средний, в т.ч. здоровый, шт/га	% от общего количества	крупный, в т.ч. здоровый, шт/га	% от общего количества
1	7Е2Ос1Лп	7536	5362	6232	44	870	6	435	3	5942	45	145	1	145	1
2	9Е1Ос+Пх	3623	3333	3623	100	-	-	-	-	3043	84	580	16	-	-
3	10Е+Ос	7971	7536	7971	100	-	-	-	-	7681	96	290	4	-	-
4	7Лп1Е1Кл1Ос+Б	32174	870	32174	100	-	-	-	-	23043	72	7681	24	1449	4
5	8Лп1Е1Кл ед.Пх	13623	2029	12754	94	290	2	580	4	8116	64	1014	8	3623	28
6	8Кл1Лп1Е+Ос ед.Пх	34203	1594	31449	92	2754	8	-	-	25797	89	5652	21	-	-
7	9Е1К	1633	1633	1470	90	-	-	163	10	-	-	-	-	1470	90
8	5Лп4Кл1Е	16666	3636	16366	98,2	199	1,2	101	0,6	10847	66,4	3535	21,6	1964	12
9	7Кл2Е1Лп+Ос	10526	5526	10020	95,2	284	2,7	222	2,1	2254	22,5	2324	23,2	5442	54,3
10	6Кл2Лп2Е	25500	12000	24735	97	484	1,9	281	1,1	21469	86,8	397	1,5	2869	11,6
11	5Кл4Лп1Е	31842	5000	31523	99	-	-	319	1	21593	68,5	8290	26,3	1640	5,2
12	6Ос2Лп1Е1Кл	17104	4210	17018	99,5	-	-	86	0,5	9870	58	5360	31,5	1788	10,5

Table 2

Distribution of young forest generation by condition and coarseness categories

No. of the sample plot	Composition of young forest generation	Number of undergrowth, pcs/ha		Distribution of young forest generation by condition, pcs/ha						Distribution of young forest generation by coarseness category					
		total	including Spruce	Viable	% of total number	Doubtful	% of total number	Non-viable	% of total number	small, including disease-free, pcs/ha	% of total number	average, including disease-free, pcs/ha	% of total number	large, including disease-free, pcs/ha	% of total number
1	7S2As1L	7536	5362	6232	44	870	6	435	3	5942	45	145	1	145	1
2	9S1As+Sl	3623	3333	3623	100	-	-	-	-	3043	84	580	16	-	-
3	10S+As	7971	7536	7971	100	-	-	-	-	7681	96	290	4	-	-
4	7L1S1M1As+B	32174	870	32174	100	-	-	-	-	23043	72	7681	24	1449	4
5	8L1S1M rare Sl	13623	2029	12754	94	290	2	580	4	8116	64	1014	8	3623	28
6	8M1L1S+As rare Sl	34203	1594	31449	92	2754	8	-	-	25797	89	5652	21	-	-
7	9S1K	1633	1633	1470	90	-	-	163	10	-	-	-	-	1470	90
8	5L4M1S	16666	3636	16366	98.2	199	1.2	101	0.6	10847	66.4	3535	21.6	1964	12
9	7M2S1L+As	10526	5526	10020	95.2	284	2.7	222	2.1	2254	22.5	2324	23.2	5442	54.3
10	6M2L2S	25500	12000	24735	97	484	1.9	281	1.1	21469	86.8	397	1.5	2869	11.6
11	5M4L1S	31842	5000	31523	99	-	-	319	1	21593	68.5	8290	26.3	1640	5.2
12	6As2L1S1M	17104	4210	17018	99.5	-	-	86	0.5	9870	58	5360	31.5	1788	10.5

Note. S – spruce; As – aspen; L – linden; Sl – Silver fir; M – maple; B – birch

виды, как майник двулистный (*Maianthemum bifolium*) и седмичник европейский (*Trientalis europaea*), часто встречаемые, но менее обильные, являются достаточно значимыми. Малообильные виды с низкой встречаемостью – такие, как ситник тонкий (*Juncus tenuis*) и голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*), имеют низкие значения коэффициента участия и играют в сообществе незначительную роль.

Далее представлена количественно-видовая характеристика травянисто-кустарничкового покрова ПП 4.

Доминирующим видом на всех площадках на ПП 4 выступает кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*). Видовое распределение по пробной площади является неравномерным, что обусловливается особенностями микрорельефа и разной степенью освещенности.

Второй фитоценотический горизонт живого напочвенного покрова значительно отличается по видовому составу от первого, так как преобладающим видом здесь является голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*), когда кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*) отсутствует совсем.

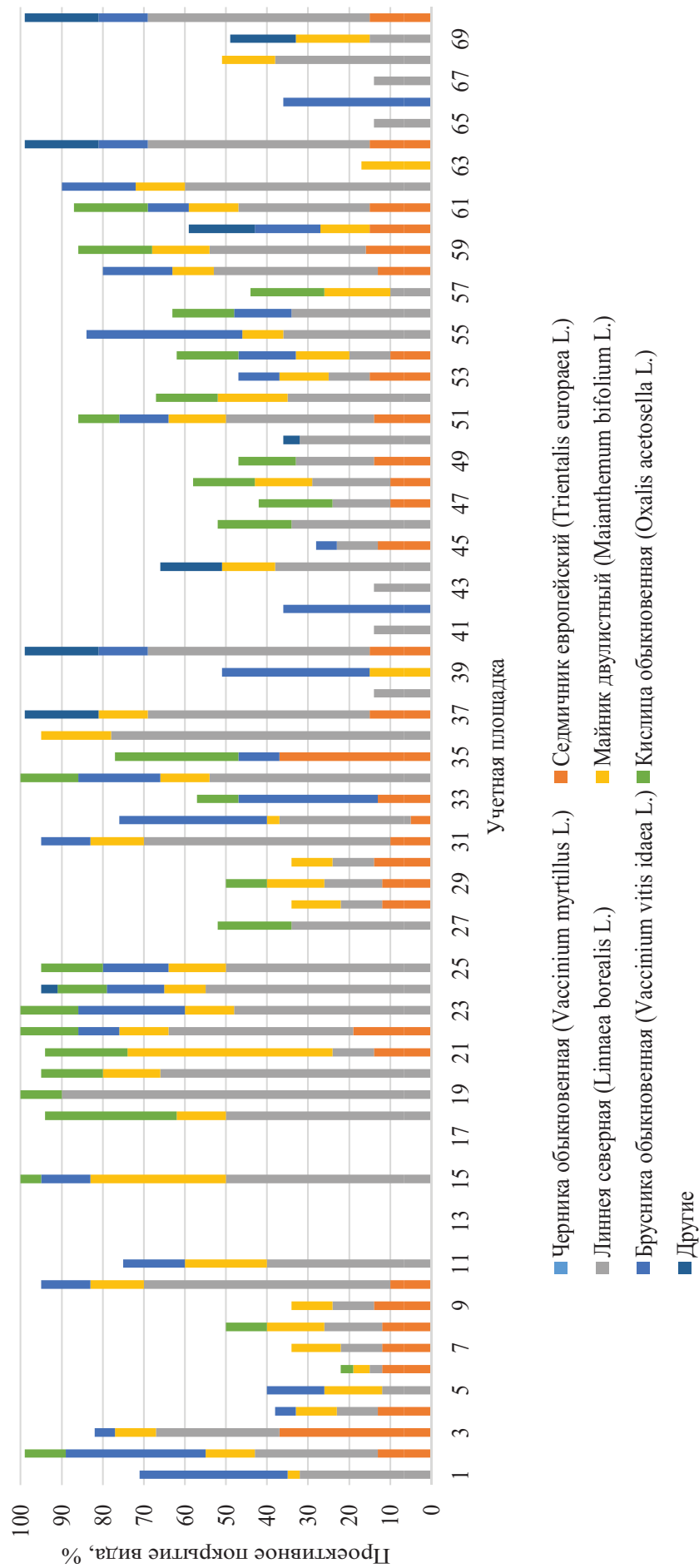


Рис. 1. Проективное покрытие видов травянисто-кустарничковой растительности в 1 ярусе ПП 2

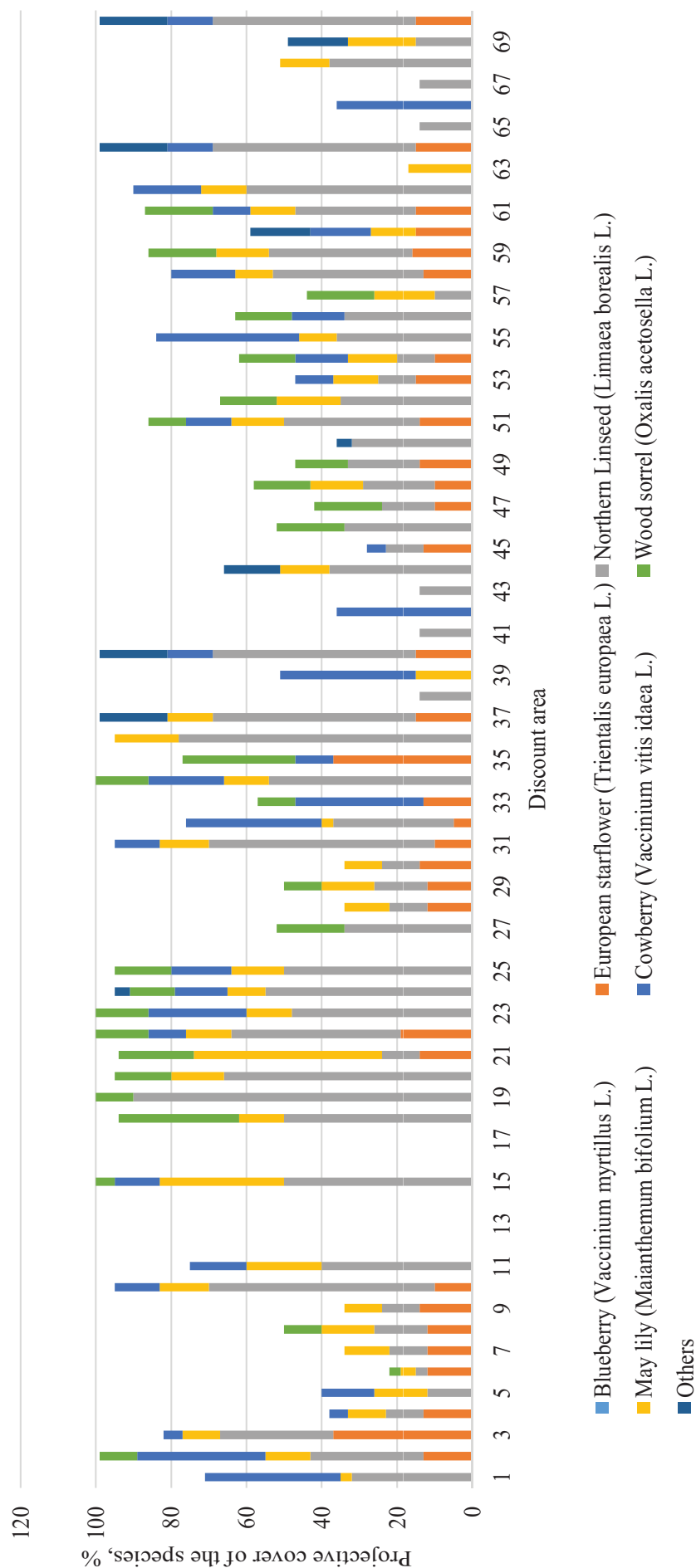


Fig. 1. Projective cover of herbaceous-shrub vegetation species in the 1st layer of SP 2

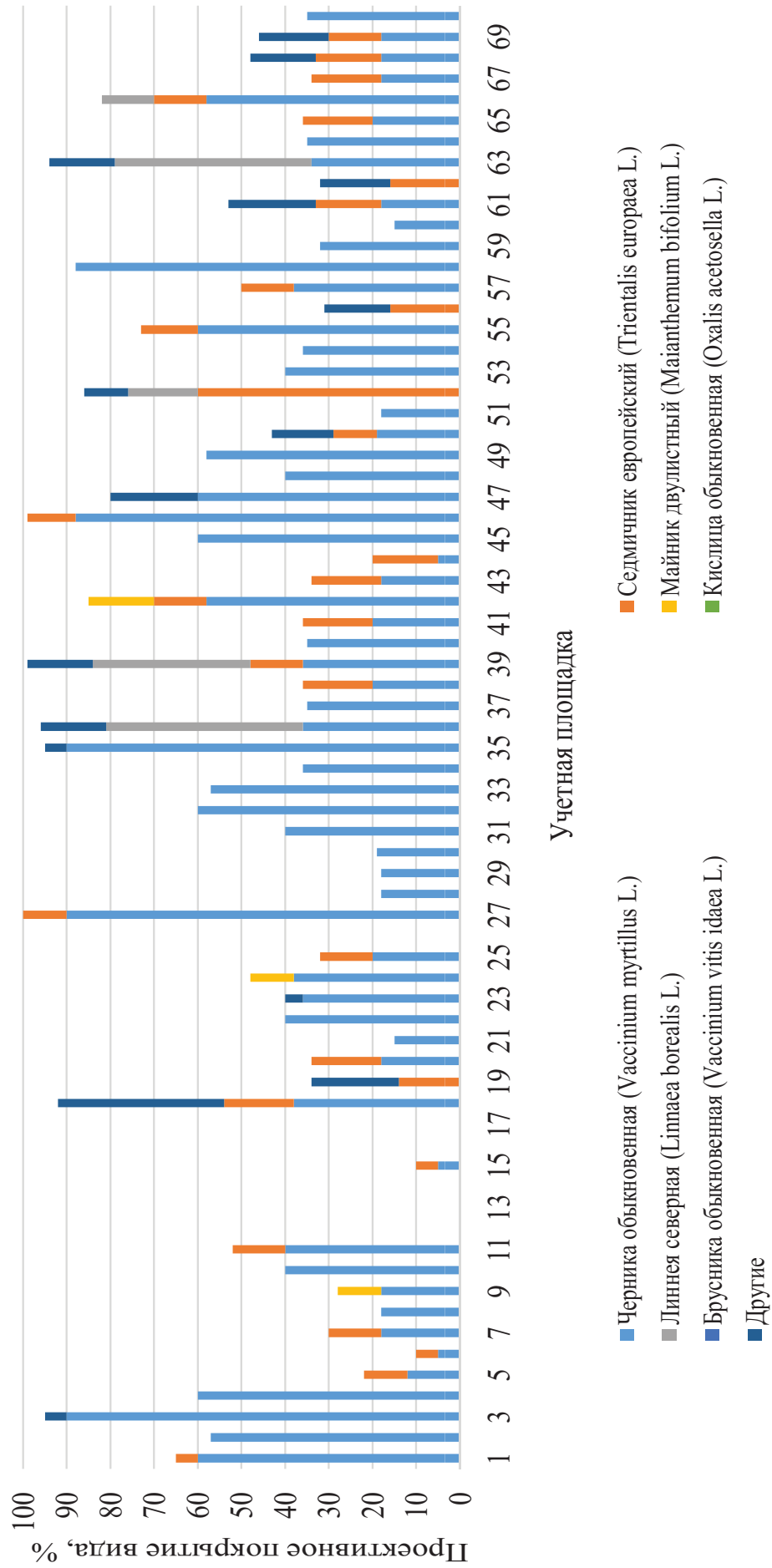


Рис. 2. Проективное покрытие видов травянисто-кустарничковой растительности во 2 ярусе ПП 2

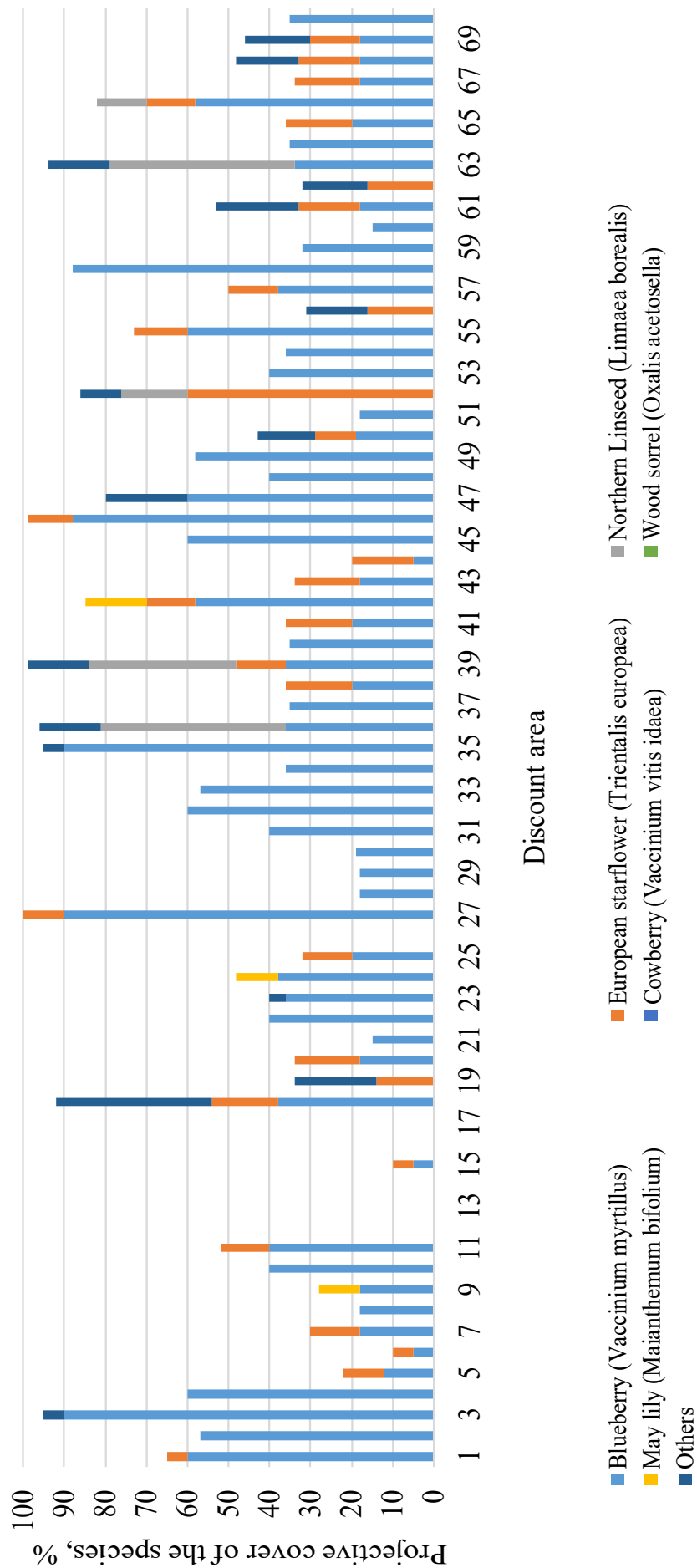


Fig. 2. Projective cover of herbaceous-shrub vegetation species in the 2d layer of SP 2

Таблица 3

Характеристика встречаемости видов на ПП 2

Вид растения	Частота встречаемости, %	Ошибка	Коэффициент участия, %	Среднее проективное покрытие вида, %	Количество пробных площадок, шт.
Линнея северная (<i>Linnaea borealis</i>)	82,9	0,045	27,65	35,40	58
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	78,6	0,049	28,00	37,80	55
Седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>)	77,1	0,051	9,87	13,57	54
Майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i>)	57,1	0,060	7,96	14,78	40
Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	40,0	0,059	7,61	20,18	28
Кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i>)	40,0	0,059	5,86	15,54	28
Шитовник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	14,3	0,042	2,16	16,00	10
Ситник тонкий (<i>Juncus tenuis</i>)	7,1	0,031	0,73	10,80	5
Голокучник Линнея (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)	1,4	0,014	0,22	16,00	1
Щитовник картузианский (<i>Dryopteris carthusiana</i>)	1,4	0,014	0,27	20,00	1

Table 3

Characteristics of species occurrence at SP 2

Plant species	Frequency of occurrence, %	Error	Participation rate, %	Average projective cover of species, %	Number of discount areas, pcs.
Northern Linseed (<i>Linnaea borealis</i>)	82.9	0.045	27.65	35.40	58
Blueberry (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	78.6	0.049	28.00	37.80	55
European starflower (<i>Trientalis europaea</i>)	77.1	0.051	9.87	13.57	54
May lily (<i>Maianthemum bifolium</i>)	57.1	0.060	7.96	14.78	40
Cowberry (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	40.0	0.059	7.61	20.18	28
Wood sorrel (<i>Oxalis acetosella</i>)	40.0	0.059	5.86	15.54	28
Nephordium (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	14.3	0.042	2.16	16.00	10
Slender rush (<i>Juncus tenuis</i>)	7.1	0.031	0.73	10.80	5
Oak fern (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)	1.4	0.014	0.22	16.00	1
Carthusian shield fern (<i>Dryopteris carthusiana</i>)	1.4	0.014	0.27	20.00	1

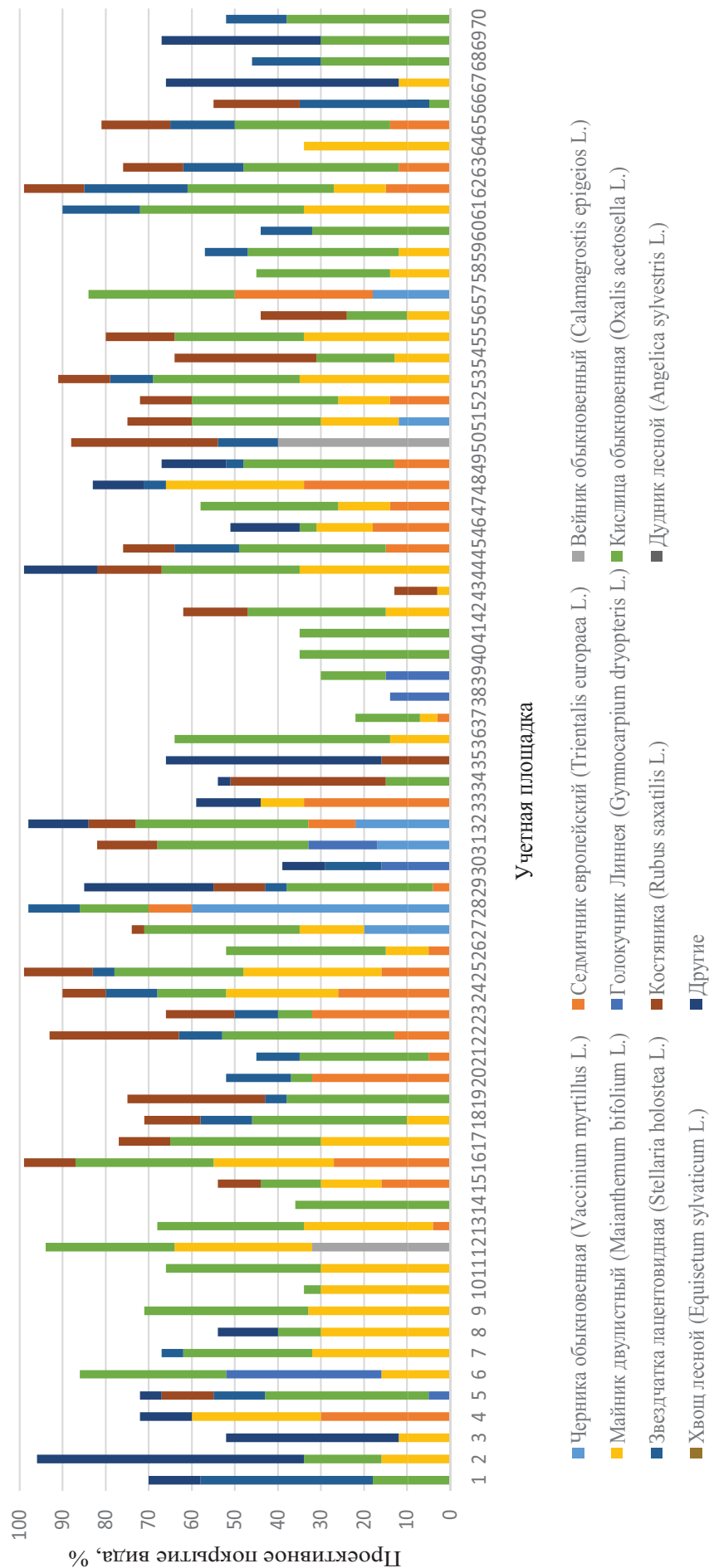


Рис. 3. Проективное покрытие видов травянисто-кустарничковой растительности в 1 ярусе ПП 4

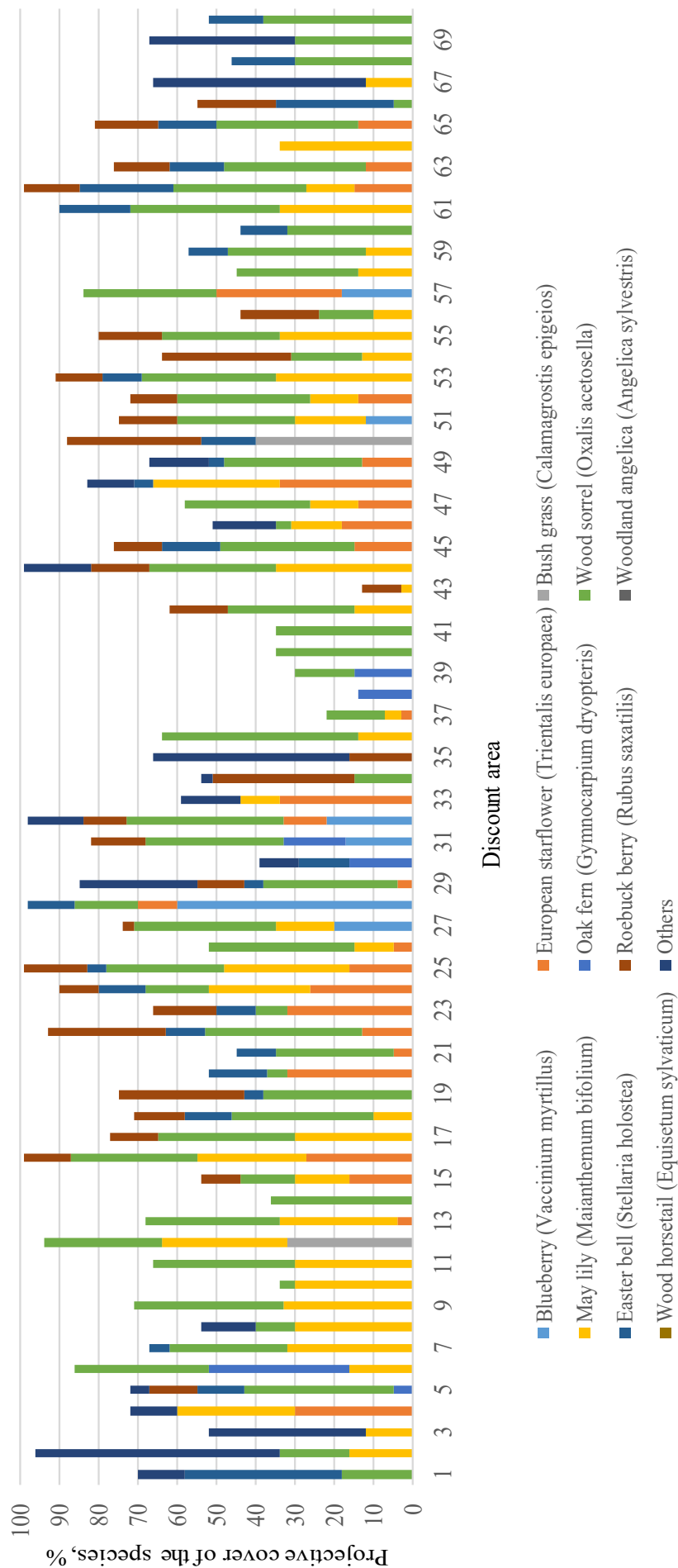


Fig. 3. Projective cover of herbaceous-shrub vegetation species in the 1st layer of SP 4

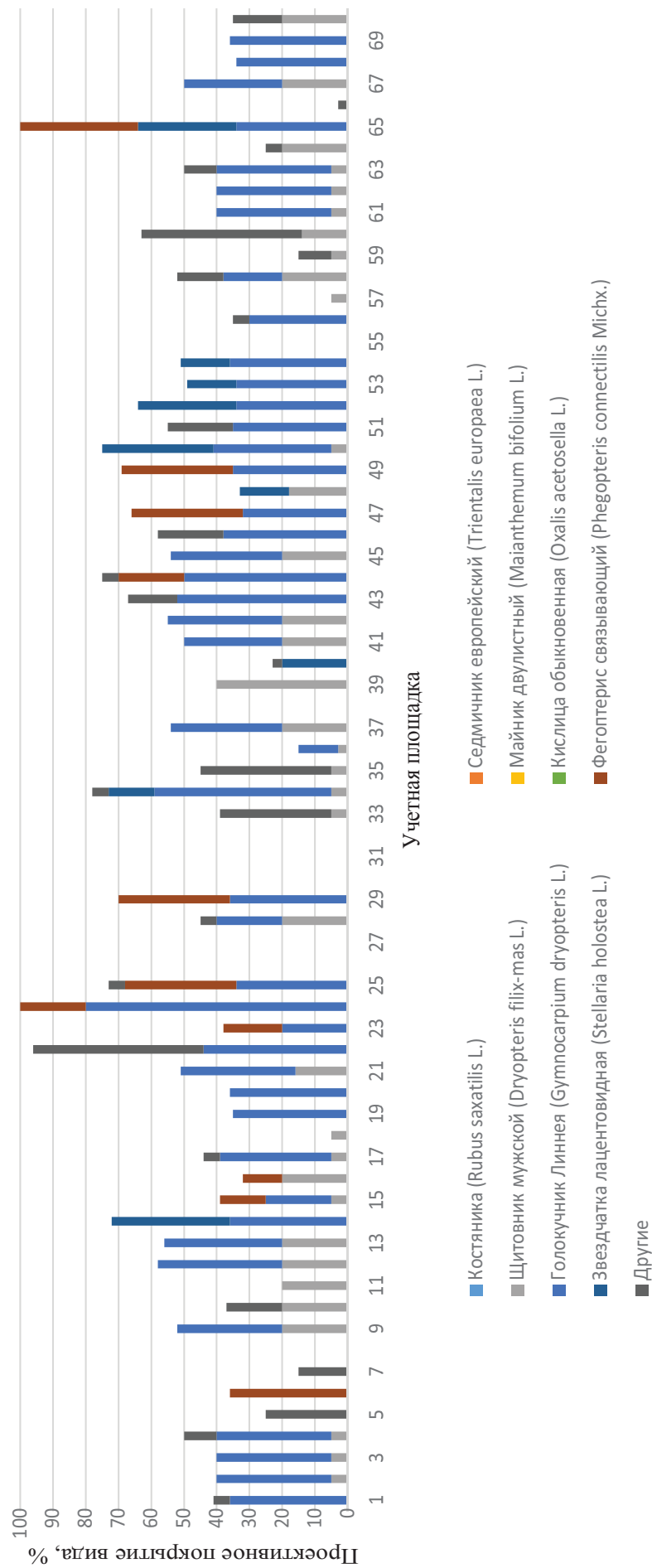


Рис. 4. Проективное покрытие видов травянисто-кустарничковой растительности во 2 ярусе ПП 4

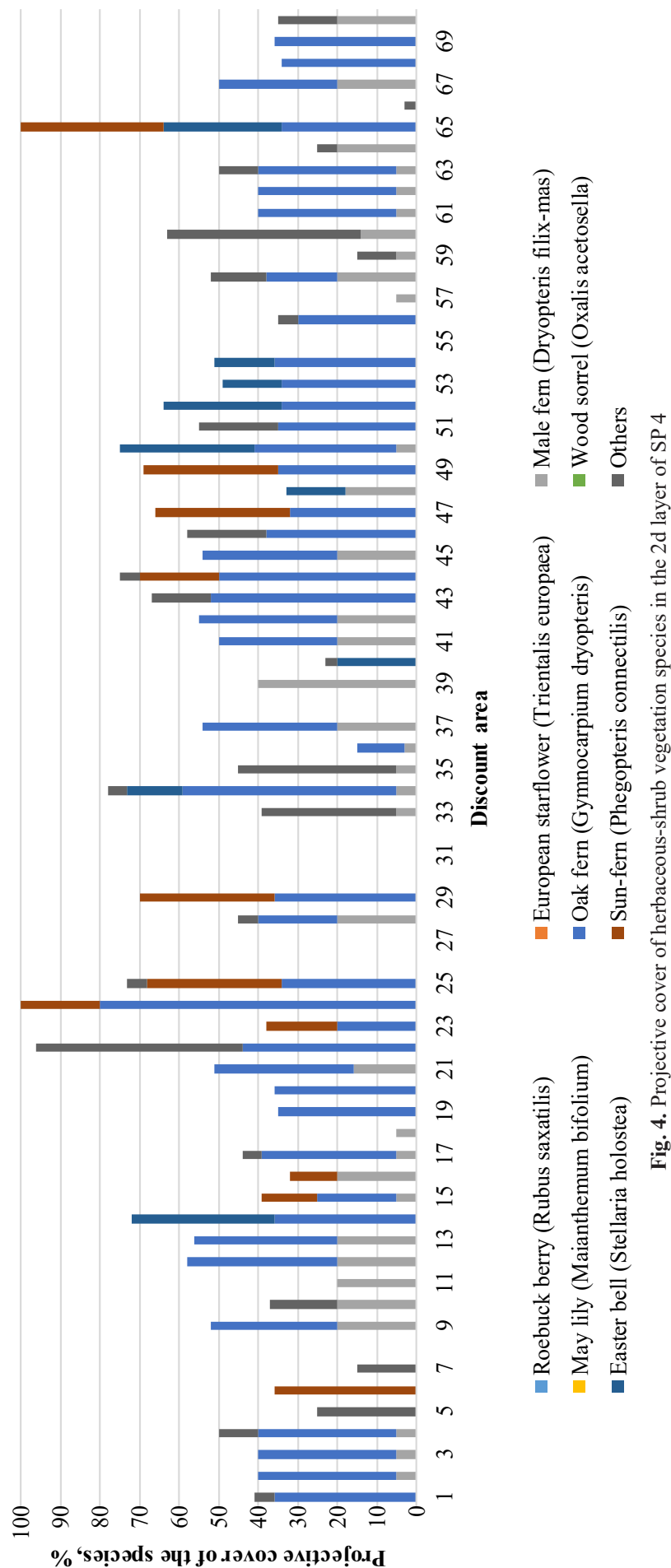


Fig. 4. Projective cover of herbaceous-shrub vegetation species in the 2d layer of SP 4

Распределение травянистых растений по ПП 4 является неоднородным (табл. 4), наибольшая концентрация наблюдается на наиболее освещенных участках с наименьшей густотой подроста и подлеска. Наибольшая частота встречаемости – у кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella*).

Наиболее часто встречающимся видом с наибольшим проективным покрытием на ПП 4 является кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*). Достаточно значимыми являются нередко встречающиеся, но менее обильные майник двулистный (*Maianthemum bifolium*) и голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*). Малообильные виды с низкой встречаемостью – такие, как вороний глаз четырехлистный (*Paris quadrifolia*) и роза майская (*Rosa majalis*), имеют низкие значения коэффициента участия и играют в сообществе незначительную роль.

При описании травянисто-кустарничковой растительности на ПП 6 удалось выяснить, что в качестве доминирующих видов на всех площадках выступают кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*) и майник двулистный (*Maianthemum bifolium*). Видовое распределение по пробной площади является неравномерным, что обусловливается особенностями микрорельефа и разной степенью освещенности.

Второй фитоценотический горизонт значительно отличается по видовому составу от 1 яруса, так как преобладающим видом здесь является голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*), в то время как кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*) отсутствует совсем.

Распределение травянистых растений по ПП 6 является неоднородным, наибольшая концентрация наблюдается на наиболее освещенных участках с наименьшей густотой подроста и подлеска (табл. 5). Наибольшая частота встречаемости – у кислицы обыкновенной (*Oxalis acetosella*), майника двулистного (*Maianthemum bifolium*) и голокучника Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*).

К числу растений с наибольшей ценотической значимостью на ПП 6 относятся голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*) и кислица обыкновенная. Седмичник европейский (*Trientalis europaea*), звездчатка ланцетовидная (*Stellaria holostea*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*) и иные менее обильные виды с высокой встречаемостью являются достаточно значимыми. Малообильные виды с низкой встречаемостью – такие, как сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), подмаренник мягкий (*Galium mollugo*), смородина черная (*Ribes nigrum*), имеют низкие значения коэффициента участия и играют в сообществе незначительную роль.

Для выполнения геоботанических описаний в фитоценозах пробных площадей в ходе работы были задействованы общепринятые методы. Данные геоботанических описаний были обработаны

по амплитудным экологическим шкалам Д.Н. Цыганова, где:

Lc (освещенность/затенение);
Rc (кислотность почв);
Nt (насыщенность почв азотом);
Tr (трофность почв);
Hd (увлажнение почв);
Cr (криоклиматическая шкала);
Om (шкала аридности/гумидности климата);
Kn (шкала континентальности климата);
Tm (термоклиматическая шкала).

По шкалам были получены усредненные экологические оценки местообитаний ценопопуляций ели обыкновенной (*Picea abies* L.). В ходе анализа полученных данных были определены следующие климатические характеристики изучаемой местности: климат – материковый; зона по криоклиматической шкале – умеренных зим; климат согласно омброклиматической шкале – субгумидный; условия – переходные от суббореальных к неморальным. Приводятся результаты корреляционного анализа и экологическая характеристика местообитаний ценопопуляций ели обыкновенной (*Picea abies*) по трем пробным площадям. Результаты анализа остальных пробных площадей не приводятся ввиду схожести результатов.

Экологическая характеристика местообитаний по каждой пробной площади представлена на рисунках 7-9.

Между значениями балльных оценок для некоторых факторов выявлены статистически значимые корреляции на заданном при планировании исследований уровне значимости, что указывает на их совместное изменение (табл. 6).

Значительный уровень корреляции выявлен между показателями Tm и: Om (–0,879), Cr (0,784), Tr (0,693), Rc (0,898); Kn и: Cr (–0,713), Tr (–0,699), Rc (–0,699); Om и Cr (–0,697), Tr (–0,729), Rc (–0,871); Cr и Rc (0,768), Nt (0,856), а также между Tr и Rc (0,818).

Между значениями балльных оценок для некоторых факторов выявлены статистически значимые корреляции на заданном при планировании исследований уровне значимости (табл. 7), что указывает на их совместное изменение.

Значительный уровень корреляции выявлен между показателями Tm и Cr (0,779); Kn и Cr (–0,675); Om и Nt (–0,740).

Между значениями балльных оценок для некоторых факторов выявлены статистически значимые корреляции на заданном при планировании исследований уровне значимости (табл. 8), что указывает на их совместное изменение.

Значительный уровень корреляции выявлен между показателями Kn и: Cr (–0,697); Tr и Rc (0,786); Tr и Nt (0,780), а также между Rc и Nt (0,760).

По результатам анализа циклограмм, исследуемые пробные площади имеют оптимальные условия для произрастания ели обыкновенной (*Picea abies*).

Таблица 4

Характеристика встречаемости видов на ПП 4

Вид растения	Частота встречаемости, %	Ошибка	Коэффициент участия, %	Среднее проективное покрытие вида, %	Количество пробных площадок, шт.
Кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i>)	93	0,031	17,31	29,85	65
Майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i>)	61	0,059	10,03	26,14	43
Голокучник Линнея (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)	61	0,059	9,85	25,67	43
Седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>)	49	0,060	5,75	18,97	34
Вейник лесной (<i>Calamagrostis arundinacea</i>)	47	0,060	5,24	17,79	33
Звездчатка ланцетовидная (<i>Stellaria holostea</i>)	44	0,060	3,70	13,39	31
Костяника (<i>Rubus saxatilis</i>)	43	0,060	4,24	15,83	30
Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i>)	24	0,052	2,83	18,65	17
Шитовник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	23	0,051	2,38	16,69	16
Дудник лесной (<i>Angelica sylvestris</i>)	19	0,047	1,50	12,92	13
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	11	0,038	1,94	27,13	8
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i>)	9	0,034	0,87	16,17	6
Фиалка (<i>Viola sp</i>)	7	0,031	0,89	20,00	5
Щитовник картузианский (<i>Dryopteris carthusiana</i>)	7	0,031	0,93	20,80	5
Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virga-aurea</i>)	7	0,031	0,34	7,60	5
Двулепестник сердцелистный (<i>Circaea cordata</i>)	7	0,031	1,45	32,40	5
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)	4	0,024	0,26	9,67	3
Мятлик лесной (<i>Poa nemoralis</i>)	3	0,020	0,46	25,50	2
Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i>)	3	0,020	0,23	13,00	2
Бодяк лесной (полевой) (<i>Cirsium arvense</i>)	3	0,020	0,09	5,00	2
Полевица булавовидная (<i>Agrostis clavata</i>)	3	0,020	0,36	20,00	2
Марьянник лесной (<i>Melampyrum sylvaticum</i>)	3	0,020	0,05	3,00	2
Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i>)	3	0,020	0,20	11,00	2
Линнея северная (<i>Linnaea borealis</i>)	1	0,014	0,45	50,00	1
Вороний глаз четырехлистый (<i>Paris quadrifolia</i>)	1	0,014	0,18	20,00	1
Роза майская (<i>Rosa cinnamomea</i>)	1	0,014	0,04	5,00	1

Table 4

Characteristics of species occurrence at SP 4

Plant species	Frequency of occurrence, %	Error	Participation rate, %	Average projective cover of species, %	Number of discount areas, pcs.
Wood sorrel (<i>Oxalis acetosella</i>)	93	0.031	17.31	29.85	65
May lily (<i>Maianthemum bifolium</i>)	61	0.059	10.03	26.14	43
Oak fern (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)	61	0.059	9.85	25.67	43
European starflower (<i>Trientalis europaea</i>)	49	0.060	5.75	18.97	34
Wood reed (<i>Calamagrostis arundinacea</i>)	47	0.060	5.24	17.79	33
Easter bell (<i>Stellaria holostea</i>)	44	0.060	3.70	13.39	31
Roebuck berry (<i>Rubus saxatilis</i>)	43	0.060	4.24	15.83	30
Wood horsetail (<i>Equisetum sylvaticum</i>)	24	0.052	2.83	18.65	17
Nephordium (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	23	0.051	2.38	16.69	16
Woodland angelica (<i>Angelica sylvestris</i>)	19	0.047	1.50	12.92	13
Blueberry (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	11	0.038	1.94	27.13	8
Wild strawberry (<i>Fragaria vesca</i>)	9	0.034	0.87	16.17	6
Violet (<i>Viola sp</i>)	7	0.031	0.89	20.00	5
Carthusian shield fern (<i>Dryopteris carthusiana</i>)	7	0.031	0.93	20.80	5
European goldenrod (<i>Solidago virga-aurea</i>)	7	0.031	0.34	7.60	5
Heart-leaved circaea (<i>Circaea cordata</i>)	7	0.031	1.45	32.40	5
Goutweed (<i>Aegopodium podagraria</i>)	4	0.024	0.26	9.67	3
Wood bluegrass (<i>Poa nemoralis</i>)	3	0.020	0.46	25.50	2
Base vervain (<i>Veronica chamaedrys</i>)	3	0.020	0.23	13.00	2
Common thistle (<i>Cirsium arvense</i>)	3	0.020	0.09	5.00	2
Club-shaped bentgrass (<i>Agrostis clavata</i>)	3	0.020	0.36	20.00	2
Wood cowwheat (<i>Melampyrum sylvaticum</i>)	3	0.020	0.05	3.00	2
Yevering Bells (<i>Orthilia secunda</i>)	3	0.020	0.20	11.00	2
Northern Linseed (<i>Linnaea borealis</i>)	1	0.014	0.45	50.00	1
Herb Paris (<i>Paris quadrifolia</i>)	1	0.014	0.18	20.00	1
May rose (<i>Rosa cinnamomea</i>)	1	0.014	0.04	5.00	1

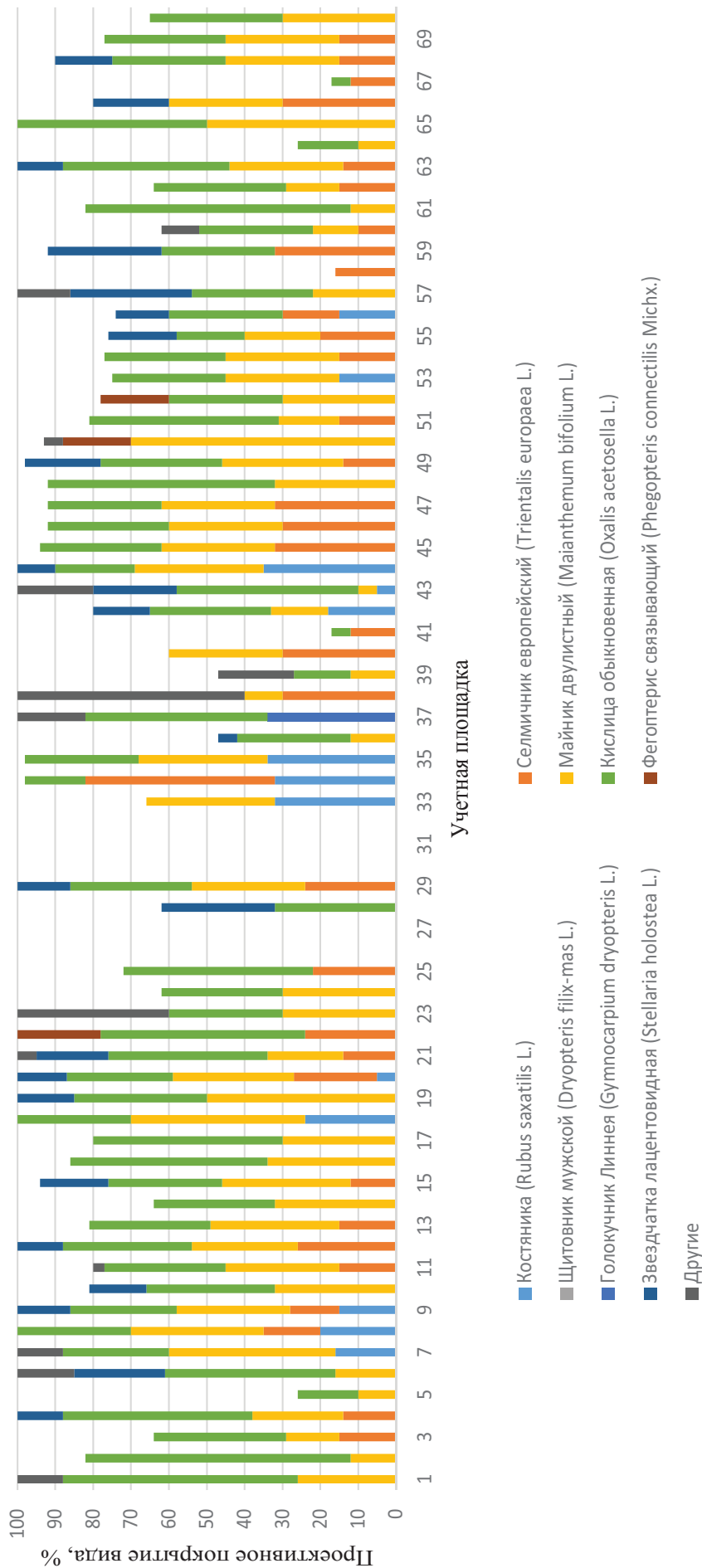


Рис. 5. Проективное покрытие видов травянисто-кустарничковой растительности в 1 ярусе III 6

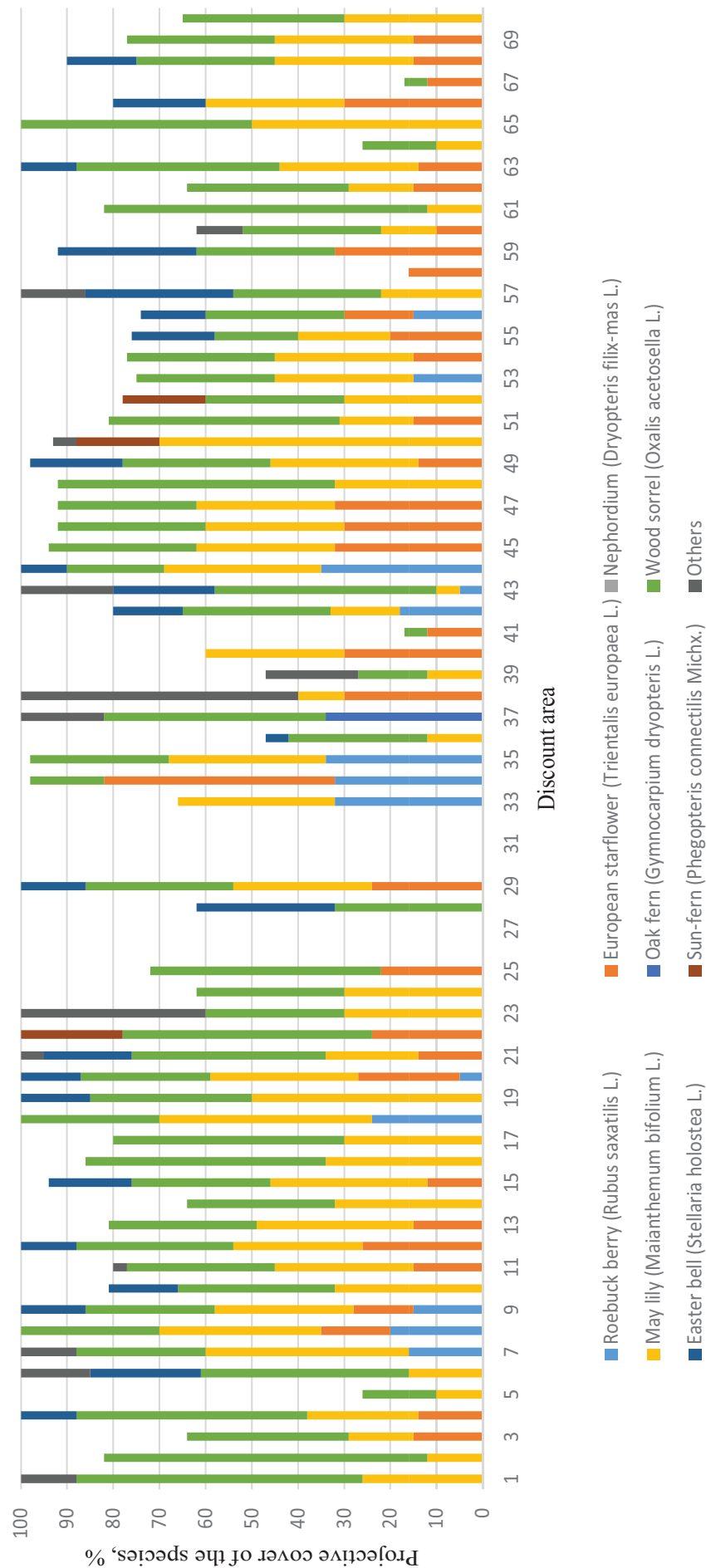


Fig. 5. Projective cover of herbaceous-shrub vegetation species in the 1st layer of SP 6

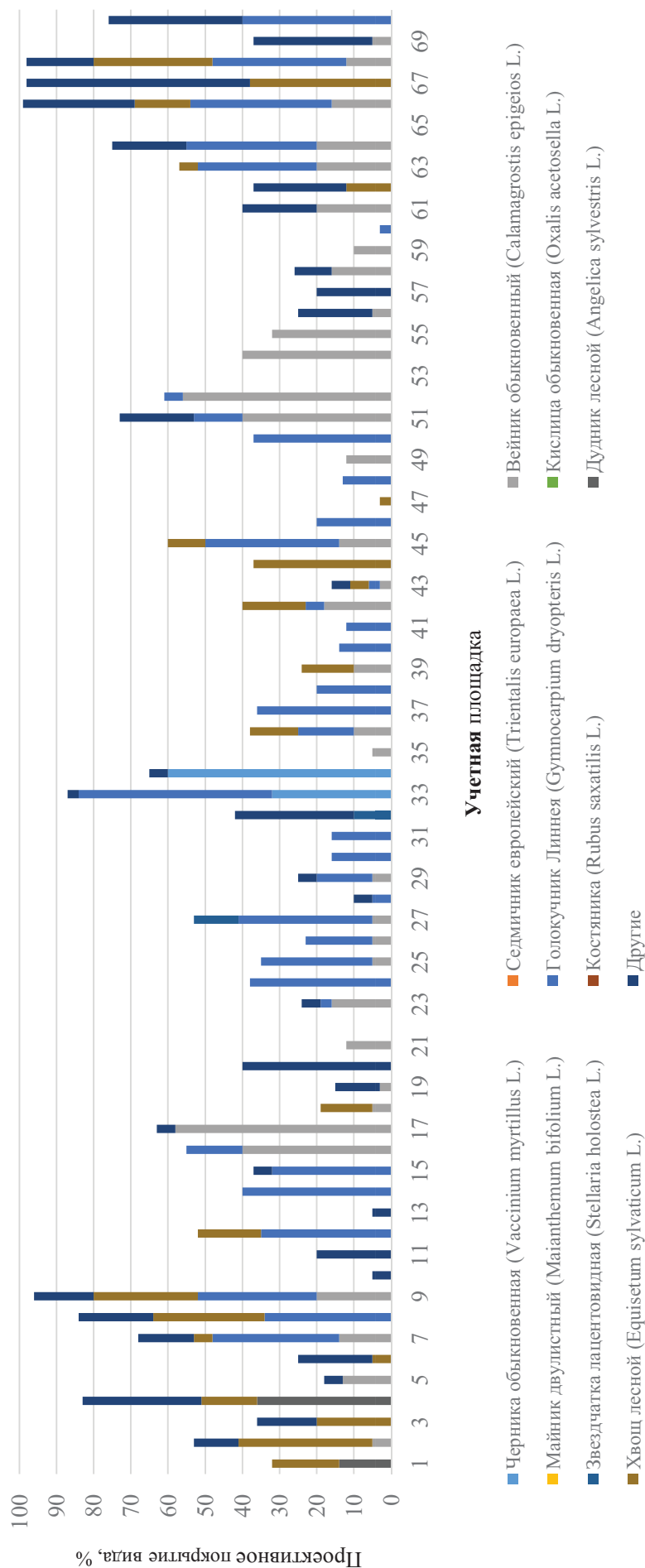


Рис. 6. Проективное покрытие видов травянисто-кустарничковой растительности во 2 ярусе ПП 6

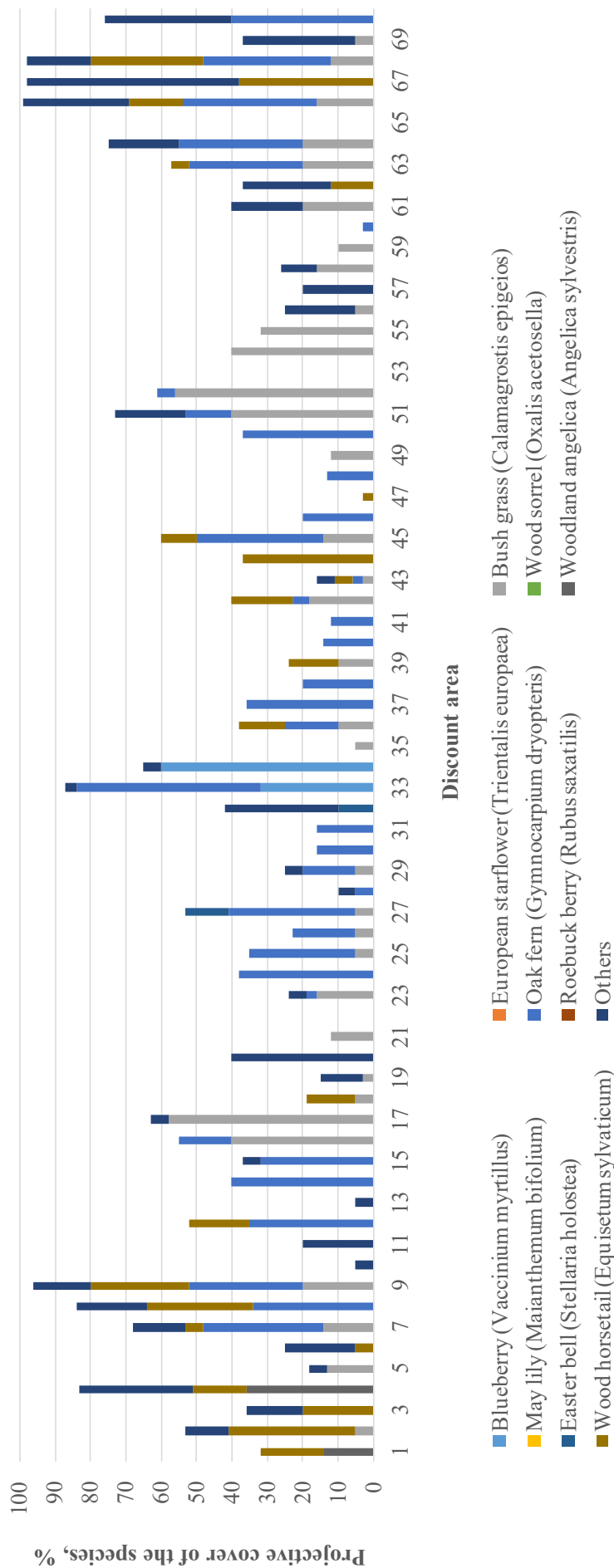


Fig. 6. Projective cover of herbaceous-shrub vegetation species in the 2d layer of SP 6

Таблица 5

Характеристика встречаемости видов на ПП 6

Вид растения	Частота встречаемости, %	Ошибка	Коэффициент участия, %	Среднее проективное покрытие вида, %	Количество пробных площадок, шт.
Кислица обыкновенная (<i>Oxalis acetosella</i>)	84	0,044	23,70	36,73	59
Майник двулистный (<i>Maianthemum bifolium</i>)	79	0,049	17,75	29,51	55
Голокучник Линнея (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)	63	0,058	16,98	35,30	44
Седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i>)	46	0,060	7,50	21,44	32
Звездчатка ланцетовидная (<i>Stellaria holóstea</i>)	44	0,060	7,36	21,71	31
Шитовник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	43	0,060	4,35	13,27	30
Феогептерис связывающий (<i>Phegopteris connectilis</i>)	23	0,051	4,87	27,81	16
Костяника (<i>Rubus saxatilis</i>)	17	0,045	2,62	20,00	12
Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigéios</i>)	13	0,040	1,72	17,44	9
Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i>)	11	0,038	0,62	7,13	8
Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	11	0,038	2,01	23,00	8
Фиалка (<i>Viola sp.</i>)	7	0,031	1,16	21,20	5
Щитовник картузианский (<i>Dryopteris carthusiana</i>)	6	0,028	0,55	12,50	4
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)	1	0,014	0,05	5,00	1
Подмаренник мягкий (<i>Galium mollugo</i>)	1	0,014	0,11	10,00	1
Смородина черная (<i>Ribes nigrum</i>)	1	0,014	0,22	20,00	1

Table 5

Characteristics of species occurrence at SP 6

Plant species	Frequency of occurrence, %	Error	Participation rate, %	Average projective cover of species, %	Number of discount areas, pcs.
Wood sorrel (<i>Oxalis acetosella</i>)	84	0.044	23.70	36.73	59
May lily (<i>Maianthemum bifolium</i>)	79	0.049	17.75	29.51	55
Oak fern (<i>Gymnocarpium dryopteris</i>)	63	0.058	16.98	35.30	44
European starflower (<i>Trientalis europaea</i>)	46	0.060	7.50	21.44	32
Easter bell (<i>Stellaria holóstea</i>)	44	0.060	7.36	21.71	31
Nephordium (<i>Dryopteris filix-mas</i>)	43	0.060	4.35	13.27	30
Sun-fern (<i>Phegopteris connectilis</i>)	23	0.051	4.87	27.81	16
Roebuck berry (<i>Rubus saxatilis</i>)	17	0.045	2.62	20.00	12
Bush grass (<i>Calamagrostis epigéios</i>)	13	0.040	1.72	17.44	9
Wood horsetail (<i>Equisetum sylvaticum</i>)	11	0.038	0.62	7.13	8
Blueberry (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	11	0.038	2.01	23.00	8
Violet (<i>Viola sp.</i>)	7	0.031	1.16	21.20	5
Carthusian shield fern (<i>Dryopteris carthusiana</i>)	6	0.028	0.55	12.50	4
Goutweed (<i>Aegopodium podagraria</i>)	1	0.014	0.05	5.00	1
Whip-tongue (<i>Galium mollugo</i>)	1	0.014	0.11	10.00	1
Black currant (<i>Ribes nigrum</i>)	1	0.014	0.22	20.00	1

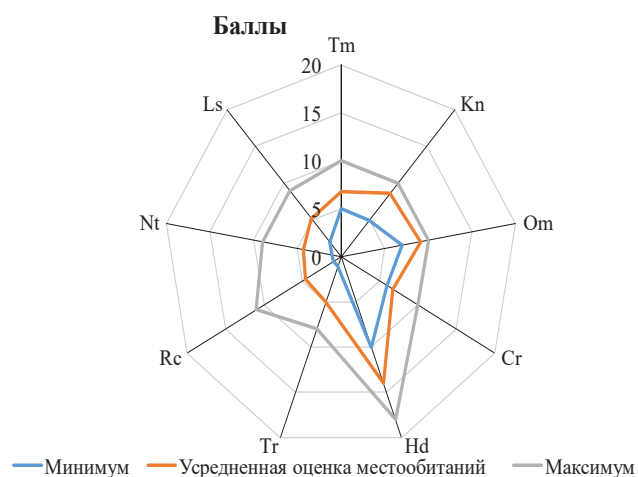


Рис. 7. Циклограмма экологической характеристики местообитаний на ПП 2

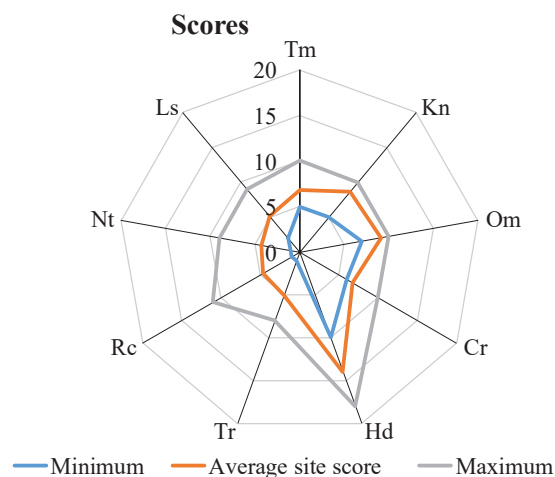


Fig. 7. Cyclogram of the environmental characteristics of the sites at SP 2

Таблица 6

Коэффициенты корреляции Пирсона между значениями факторов среды на ПП 2 ($p = 0,05$)

Шкала	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kn	-0,524	1,000	-	-	-	-	-	-	-
Om	-0,879	0,411	1,000	-	-	-	-	-	-
Cr	0,784	-0,713	-0,697	1,000	-	-	-	-	-
Hd	-0,329	-0,027	0,132	-0,208	1,000	-	-	-	-
Tr	0,693	-0,699	-0,729	0,656	0,092	1,000	-	-	-
Rc	0,898	-0,699	-0,871	0,768	-0,087	0,818	1,000	-	-
Nt	0,649	-0,669	-0,641	0,859	-0,483	0,510	0,665	1,000	-
Lc	0,600	-0,509	-0,577	0,638	-0,164	0,664	0,459	0,561	1,000

Table 6

Coefficients of Pearson correlation between the values of environmental factors at the PP 2 ($p = 0.05$)

Scale	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Kn	-0.524	1.000	-	-	-	-	-	-	-
Om	-0.879	0.411	1.000	-	-	-	-	-	-
Cr	0.784	-0.713	-0.697	1.000	-	-	-	-	-
Hd	-0.329	-0.027	0.132	-0.208	1.000	-	-	-	-
Tr	0.693	-0.699	-0.729	0.656	0.092	1.000	-	-	-
Rc	0.898	-0.699	-0.871	0.768	-0.087	0.818	1.000	-	-
Nt	0.649	-0.669	-0.641	0.859	-0.483	0.510	0.665	1.000	-
Lc	0.600	-0.509	-0.577	0.638	-0.164	0.664	0.459	0.561	1.000

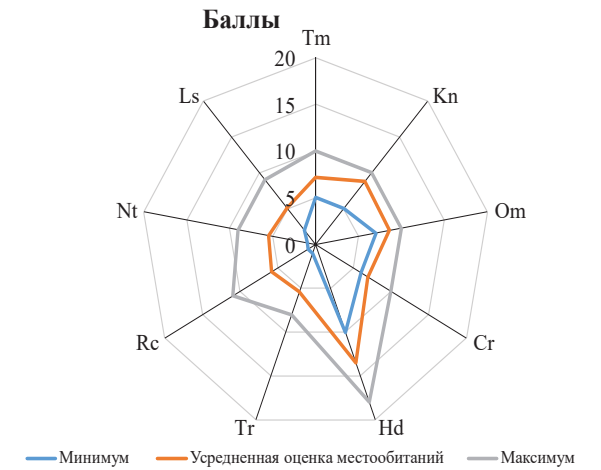


Рис. 8. Циклограмма экологической характеристики местообитаний на ПП 4

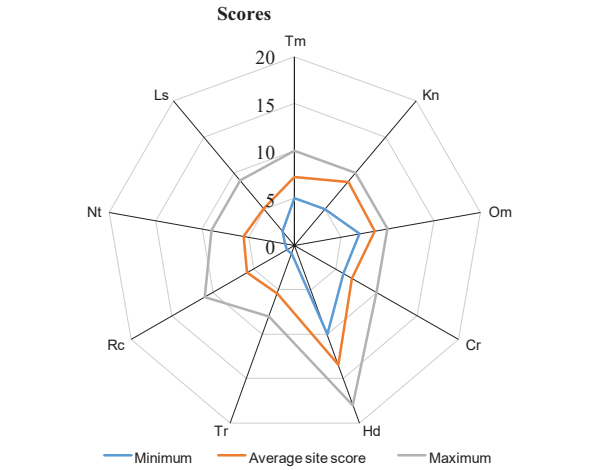


Fig. 8. Cyclogram of the environmental characteristics of the sites at SP 4

Таблица 7

Коэффициенты корреляции Пирсона между значениями факторов среды на ПП 4 ($p = 0,05$)

Шкала	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Kn	-0,412	1,000	-	-	-	-	-	-	-
Om	-0,454	0,209	1,000	-	-	-	-	-	-
Cr	0,779	-0,675	-0,379	1,000	-	-	-	-	-
Hd	-0,497	0,344	0,537	-0,484	1,000	-	-	-	-
Tr	0,409	-0,299	-0,603	0,404	-0,473	1,000	-	-	-
Rc	0,604	-0,092	-0,654	0,381	-0,356	0,643	1,000	-	-
Nt	0,634	-0,158	-0,740	0,633	-0,497	0,622	-0,027	1,000	-
Lc	0,233	-0,114	0,271	0,236	0,349	-0,352	-0,027	0,026	1,000

Table 7

Coefficients of Pearson correlation between the values of environmental factors at the PP 4 ($p = 0.05$)

Шкала	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
Kn	-0.412	1.000	-	-	-	-	-	-	-
Om	-0.454	0.209	1.000	-	-	-	-	-	-
Cr	0.779	-0.675	-0.379	1.000	-	-	-	-	-
Hd	-0.497	0.344	0.537	-0.484	1.000	-	-	-	-
Tr	0.409	-0.299	-0.603	0.404	-0.473	1.000	-	-	-
Rc	0.604	-0.092	-0.654	0.381	-0.356	0.643	1.000	-	-
Nt	0.634	-0.158	-0.740	0.633	-0.497	0.622	-0.027	1.000	-
Lc	0.233	-0.114	0.271	0.236	0.349	-0.352	-0.027	0.026	1.000

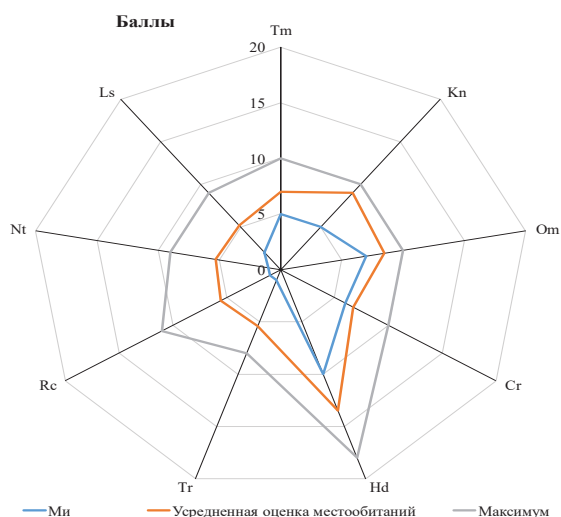


Рис. 9. Циклограмма экологической характеристики местообитаний на ПП 6

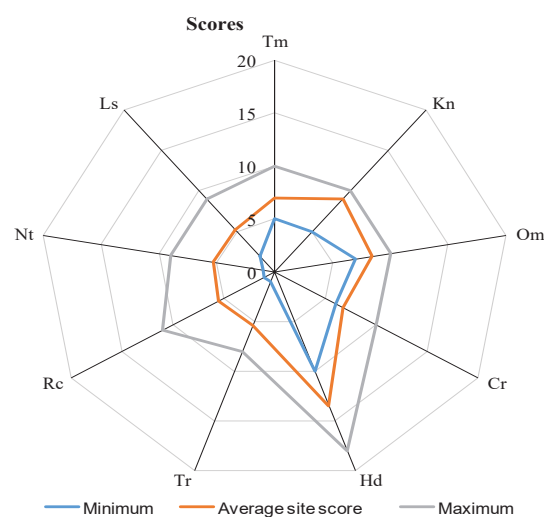


Fig. 9. Cyclogram of the environmental characteristics of the sites at SP 6

Таблица 8

Коэффициенты корреляции Пирсона между значениями факторов среды на ПП 6 ($p = 0,05$)

Шкала	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Kn	-0,668	1,000	-	-	-	-	-	-	-
Om	-0,359	0,161	1,000	-	-	-	-	-	-
Cr	0,627	-0,697	-0,394	1,000	-	-	-	-	-
Hd	-0,475	0,052	0,459	-0,528	1,000	-	-	-	-
Tr	0,518	-0,429	-0,478	0,270	-0,302	1,000	-	-	-
Rc	0,314	-0,146	-0,541	-0,075	-0,138	0,786	1,000	-	-
Nt	0,372	-0,244	-0,436	0,077	-0,277	0,780	0,760	1,000	-
Lc	0,307	-0,299	0,181	0,109	0,215	-0,069	-0,060	0,201	1,000

Table 8

Coefficients of Pearson correlation between the values of environmental factors at the PP 6 ($p = 0.05$)

Scale	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc
Tm	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
Kn	-0.668	1.000	-	-	-	-	-	-	-
Om	-0.359	0.161	1.000	-	-	-	-	-	-
Cr	0.627	-0.697	-0.394	1.000	-	-	-	-	-
Hd	-0.475	0.052	0.459	-0.528	1.000	-	-	-	-
Tr	0.518	-0.429	-0.478	0.270	-0.302	1.000	-	-	-
Rc	0.314	-0.146	-0.541	-0.075	-0.138	0.786	1.000	-	-
Nt	0.372	-0.244	-0.436	0.077	-0.277	0.780	0.760	1.000	-
Lc	0.307	-0.299	0.181	0.109	0.215	-0.069	-0.060	0.201	1.000

Выводы Conclusions

При изучении травянисто-кустарничковой растительности заповедника «Кологривский лес» было заложено 12 временных пробных площадей по 0,0625 га. Пробные площади закладывались в насаждения различного состава и возрастной структуры, однако главной породой в большинстве случаев являлась ель. Подрост на пробных площадях по породному составу не отличался от материнского древостоя, а исключение составляют пробные площади 2, 5, 6, где в составе подроста наблюдалась пихта, что связано с наличием ее в составе древостоя смежных с пробными площадями насаждений.

На исследуемых временных пробных площадях доминирующими видами травянисто-кустарничкового яруса оказались линнея северная, черника обыкновенная, голокучник Линнея, а также кислица обыкновенная. Количественное

и качественное распределение по пробным площадям является неравномерным, что обусловливается особенностями микрорельефа и разной степенью освещенности.

Данные геоботанических описаний были обработаны с использованием амплитудных экологических шкал Д.Н. Цыганова, по которым были получены усредненные экологические оценки местообитаний ценопопуляций ели обыкновенной. В результате анализа циклограмм было выявлено, что исследуемые пробные площади имеют оптимальные условия для произрастания ели обыкновенной (*Picea abies*). Практическая значимость проведенных исследований заключается в расширении представлений о структуре травянистого покрова, сформированного под пологом ельников в условиях заповедника «Кологривский лес», а также об особенностях протекания процесса естественного возобновления в различных условиях места произрастания.

Список источников

1. Лебедев А.В., Чистяков С.А., Гемонов А.В., Чернявин П.В. Промежуточные итоги реализации программы по изучению динамики нарушенных растительных сообществ в заповеднике «Кологривский лес» // *Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: Материалы Всероссийской (с международным участием) конференции*, г. Кологрив, 20-21 сентября 2018 года. Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына», 2018. С. 35-39. EDN: SMXLTV

2. Лебедев А.В., Гемонов А.В., Селиверстов А.М. Фенотипическая структура и разнообразие популяций ели заповедника «Кологривский лес» // *Природообустройство*. 2022. № 1. С. 109-116. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-1-109-116>

3. Чернявин П.В., Лебедев А.В., Гемонов А.В., Чистяков С.А. Изменение характеристик лесного фонда заповедника «Кологривский лес» // *Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес»: Сборник научных трудов* / Отв. ред. А.В. Лебедев. Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына», 2017. № 1. С. 6-12. EDN: URWWGM

4. Лебедев А.В., Чистяков С.А. Таксономический анализ флоры заповедника «Кологривский лес» // *Белозеровские чтения: Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения ученого-флориста П.И. Белозёрова*, г. Кострома, 5 июня 2020 г. Кострома: Костромской государственный университет, 2020. С. 13-17. EDN: ANXLWU

5. Кондрашина Е.С. Естественное возобновление ели в ядре Кологривского участка заповедника

References

1. Lebedev A.V., Chistyakov S.A., Gemonov A.V., Chernyavin P.V. Interim results of implementation of the program on the diagnosis of dynamics of violated vegetable communications in the reserve "Kologrivsky forest". *Vserossiyskaya (s mezhdunarodnym uchastiyem) konferentsiya "Vklad osobo okhranyaemykh prirodnnykh territoriy v ekologicheskuyu ustoychivost' regionov: sovremennoe sostoyanie i perspektivy."* Kologriv, September 20-21, 2018. Kologriv: State Nature Reserve Kologrivsky Forest, 2018:35-39. (In Russ.)

2. Lebedev A.V., Gemonov A.V., Seliverstov A.M. Phenotypic structure and diversity of spruce populations of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. *Prirodoobustroystvo*. 2022;1:109-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2022-1-109-116>

3. Chernyavin P.V., Lebedev A.V., Gemonov A.V., Chistyakov S.A. Change in the time of the forest fund of the nature reserve "Koglorovsky Forest." *In: Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika "Kologrivskiy les."* Ed. by Lebedev A.V. Kologriv, Russia: State Nature Reserve Kologrivsky Forest, 2017;1:6-12. (In Russ.)

4. Lebedev A.V., Chistyakov S.A. Taxonomic analysis of the flora of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. *Vserossiyskaya (s mezhdunarodnym uchastiem) nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 120-letiyu so dnya rozhdeniya uchenogo-florista P.I. Belozyorova "Belozyorovskie chteniya."* Kostroma, June 05, 2020. Kostroma, Russia: Kostroma State University, 2020:13-17. (In Russ.)

5. Kondrashina E.S. Natural regeneration of spruce in the core of the Kologrivsky section of the Kologrivsky

«Кологривский лес» // *Научные инновации в развитии лесной отрасли: Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 20-летию лесохозяйственного факультета, г. Ижевск, 2-3 декабря 2020 г.* Ижевск: ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2021. С. 78-86. EDN: WHPWNT

6. Терентьева Е.В. Редкие виды флоры болотных комплексов Кологривского участка заповедника «Кологривский лес» // *Естествознание в регионах: проблемы, поиски, решения: Материалы Международной научной конференции «Регионы в условиях неустойчивого развития»*: В 2 т.г. Кострома, 1-3 ноября 2012 г. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2012. Т. 1. С. 269-271.

7. Абатуров Ю.Д., Письмеров А.В., Орлов А.Я. и др. *Коренные темнохвойные леса южной тайги (резерват «Кологривский лес»): Монография.* М.: «Наука», 1988. 220 с.

8. Немчинова А.В., Петухов И.Н., Кошечеева А.С., Хорошев А.В. и др. Эколого-ценотическая индикация свойств южнотаежных ландшафтов на примере лесов заповедника «Кологривский лес» // *Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова.* 2012. Т. 18, № 4. С. 17-21. EDN: PYJHLN

9. Хорошев А.В., Немчинова А.В., Кошечеева А.С., Иванова Н.В. и др. Ландшафтные и сукцессионные факторы соотношения неморальных и бореальных свойств травяного яруса в заповеднике «Кологривский лес» // *Вестник Московского университета. Серия 5 «География».* 2013. № 5. С. 11-18. EDN: RQDSCX

10. Иванов А.Н., Буторина Е.А., Балдина Е.А. Многолетняя динамика коренных южнотаежных ельников в заповеднике «Кологривский лес» // *Вестник Московского университета. Серия 5 «География».* 2012. № 3. С. 74-79. EDN: PGCTS

11. Криницын И.Г., Лебедев А.В. Экологическая характеристика местообитаний ценопопуляций липы сердцевидной и ели обыкновенной в заповеднике «Кологривский лес» // *Природообустройство.* 2019. № 3. С. 121-126. <https://doi.org/10.34677/1997-6011/2019-3-121-126>

12. Чистяков С.А., Лебедев А.В., Гемонов А.В., Криницын И.Г. Итоги реализации программы научных исследований по изучению нарушенных лесных территорий заповедника «Кологривский лес» за 5 лет // *Доклады ТСХА.* 2020. № 292. Ч. II. С. 552-555. EDN: QXXLTN

13. Лавренко Е.М. *Полевая геоботаника. Т. 3. Заложение экологических профилей и пробных площадей: Репринт.* М.: ЁЁ Медиа, 2012. 554 с.

14. Мелехов И.С. *Лесоведение: Учебник для вузов.* М.: Лесная промышленность, 1980. 408 с.

15. Лежнев Д.В. Методики исследований естественного возобновления лесных экосистем // *Цифровые технологии в лесной отрасли: Материалы Всероссийской научно-практической конференции,*

Forest Nature Reserve. Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 20-letiyu lesokhozyaystvennogo fakul'teta "Nauchnye innovatsii v razvitiy lesnoy otrasli." Izhevsk, December 02-03, 2020. Izhevsk, Russia: Izhevskaya GSKhA, 2021:78-86. (In Russ.)

6. Terent'eva E.V. Rare species of the flora of bog complexes of the Kologrivsky section of the Kologrivsky Forest Nature Reserve. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya "Regiony v usloviyakh neustoychivogo razvitiya."* Kostroma – Shar'ya, 1-3 November, 2012. Kostroma, Russia: Nekrasov Kostroma State University, 2012;1:269-271. (In Russ.)

7. Abaturov Yu.D., Pis'merov A.V., Orlov A.Ya. *Native dark coniferous forests of the southern taiga (Kologrivsky Forest Nature Reserve).* Moscow, Russia: Nauka, 1988:220. (In Russ.)

8. Nemchinova A.V., Petuhov I.N., Koshcheyeva A.S., Khoroshev A.V. et al. South-taiga landscapes properties ecologic-coenotic indication on the example of forests of the natural reserve 'Kologriv Forest'. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova.* 2012;18(4):17-21. (In Russ.)

9. Khoroshev A.V., Nemchinova A.V., Koshcheyeva A.S., Ivanova N. Vet al. Landscape and succession factors determining the balance between nemoral and boreal faetures of the grass layer in the Kologriv Forest Reserve. *Lomonosov Geography Journal.* 2013;5:11-18. (In Russ.)

10. Ivanov A.N., Butorina E.A., Baldina E.A. Long-term dynamics of primary spruce forests (southern taiga) in the Kologriv Forest Natural Reserve. *Lomonosov Geography Journal.* 2012;3:74-79. (In Russ.)

11. Krinitsyn I.G., Lebedev A.V. Ecological characteristics of habitats of cenopopulations of linden heart-shaped lime and spruce fir in the reserve "Kologrivsky les". *Prirodoobustroystvo.* 2019;3:121-126. <https://doi.org/10.34677/1997-6011/2019-3-121-126> (In Russ.)

12. Chistyakov S.A., Lebedev A.V., Gemonov A.V., Krinitsyn I.G. Results of the implementation of the research program for the study of disturbed forest areas of the Kologrivsky Forest Nature Reserve over 5 years. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, posvyashchennaya 125-letiyu so dnya rozhdeniya V.S. Nemchinova.* Moscow, December 03-05, 2019. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2020;292(II):552-555. (In Russ.)

13. Lavrenko E.M. *Field geobotany: volume 3 – establishing ecological profiles and sample plots.* Moscow, Russia: EE Media, 2012:554. (In Russ.)

14. Melekhov I.S. *Forest science: textbook for universities.* Moscow, Russia: Lesnaya promyshlennost', 1980:408. (In Russ.)

15. Lezhnev D.V. Methods of research on natural regeneration of forest ecosystems. *Vserossiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Tsifrovye tehnologii v lesnoy otrasli."* Voronezh, May 19-20,

г. Воронеж, 19-20 мая 2022 г. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. С. 130-138. EDN: EFCYLZ

16. Торопов Д.И., Лавровская Г.Н., Елисеєва Н.В., Попова О.А. и др. *Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию: Ежегодный доклад по результатам мониторинга 2009 г.* Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2010. 260 с. EDN QQAYZD

17. Цыганов Д.Н. *Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов: Монография.* М.: «Наука», 1983. 196 с.

18. Золотова Е.С., Иванова Н.С. Использование шкал Д.Н. Цыганова для анализа экологического пространства типов леса Среднего Урала // *Фундаментальные исследования.* 2015. № 2. Ч. 23. С. 5114-5119. EDN: TWTART

19. Тиходеева М.Ю., Лебедева В.Х. *Практическая геоботаника (анализ состава растительных сообществ): Учебное пособие.* СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2015. 166 с.

Сведения об авторах

Игорь Георгиевич Криницын, научный сотрудник, канд. биол. наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына; 157440, Костромская область, Кологривский район, г. Кологрив, Центральная ул., 15; e-mail: hek@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7744-5556>

Елена Юрьевна Ембатурова, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений, канд. биол. наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: e.embaturova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5115-4921>

Александр Владимирович Гемонов, доцент кафедры землеустройства и лесоводства, канд. с.-х. наук, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; научный сотрудник ФГБУ ГПЗ «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына; 157440, Костромская область, Кологривский район, г. Кологрив, Центральная ул., 15; e-mail: a.gemonov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2561-8179>

Екатерина Сергеевна Калмыкова, ассистент кафедры сельскохозяйственных мелиораций, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: kalmukova.es@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6951-030X>

2022. Voronezh: Federal State Budget Education Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2022:130-138. (In Russ.)

16. Toropov D.I., Lavrovskaya G.N., Eliseeva N.V., Popova O.A. et al. *State of social and labor sphere of the village and proposals for its regulation: Annual report on the results of monitoring in 2009.* Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on engineering and technical support of agro-industrial complex. 2010:260 (In Russ.)

17. Cyganov D.N. *Phytoindication of ecological regimes in the subzone of coniferous-broadleaved forests.* Moscow, Russia: Nauka, 1983:196. (In Russ.)

18. Zolotova E.S., Ivanova N.S. Using, D.N. Tsyganov's scales for analysis ecological space of forest types of middle Urals. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2015;2-23:5114-5119. (In Russ.)

19. Tikhodeeva M.Yu., Lebedeva V.Kh. *Practical geobotany (analysing the composition of plant communities): textbook.* St. Petersburg, Russia: izd-vo S. – Peterb. un-ta, 2015:166. (In Russ.)

Information about the authors

Igor G. Krinitsyn, CSc (Bio), Research Associate, Kologrivsky Forest Nature Reserve (15 Tsentral'naya St., Kologriv, Kostroma Region, 157440, Russian Federation); e-mail: hek@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7744-5556>

Elena Y. Yembaturova, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Botany, Breeding and Seed Production of Horticultural Crops, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: e.embaturova@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5115-4921>

Aleksandr V. Gemonov, CSc (Agr), Associate Professor at the Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); Research Associate, Kologrivsky Forest Nature Reserve (15 Tsentral'naya St., Kologriv, Kostroma Region, 157440, Russian Federation); e-mail: a.gemonov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2561-8179>

Ekaterina S. Kalmykova, Assistant at the Department of Agricultural Land Reclamation, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: kalmukova.es@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6951-030X>

Статья поступила в редакцию 27.11.2023
Одобрена после рецензирования 12.03.2024
Принята к публикации 28.03.2024

The article was submitted to the editorial office
November 27, 2023
Approved after reviewing March 12, 2024
Accepted for publication March 28, 2024