

УДК 582.47:58.05:630*165:630.181.35:630.182

ГУСТОТА МИКРОЦЕНОЗОВ СОСНЫ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЕР ДЕРЕВЬЕВ И НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

Рогозин М.В., Меркулов А.Д.

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь,
e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

В 184-летнем насаждении сосны 1 класса бонитета с полнотой 0,94 на площади 2,16 га было нанесено на план 735 деревьев. Далее план оцифровали в программе ArcMap и механически разбили на 216 площадок размером 10×10 м (0,01 га). В средней и западной части участка через 33 площадки проложили транссекты (треки) По ним, в центрах указанных площадок, заложили микроплощадки размером 2×2 м, где провели ботаническое описание напочвенного покрова. Определяли виды растений, частоту их встречаемости и проективное покрытие территории для мохового яруса. Применяли оценку частоты и проективного покрытия в баллах от 1 до 5. Оказалось, что естественные флуктуации густоты для яруса сосны по площадкам размером 0,01 колебались от 0 до 7 шт. деревьев. Густота площадок повлияла на средний диаметр сосны на них с силой в среднем всего лишь 8,8%. Это противоречит парадигме, по которой влияние густоты на уровне древостоя в целом *должно быть* сильным. Однако на уровне микроценоза ее влияние оказалось резко ослаблено до малозначимых значений. Наибольшее число видов растений в напочвенном покрове (7–13 шт.) встречалось при снижении густоты яруса сосны ниже средней густоты; при этом сила влияния густоты и таксационной полноты яруса сосны на число видов составила в среднем 30,2%. Частота встречаемости каждого из видов растений на одном треке обуславливала частоту их встречаемости на другом треке на 51%, что позволяет считать части насаждения, где они были заложены, достаточно однородными по видовому составу растений.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, древостой, конкуренция, напочвенный покров

THE DENSITY OF MICROCECENOSIS PINE AND ITS EFFECT ON THE SIZE OF TREES AND GROUND COVER

Rogozin M.V., Merkulov A.D.

Perm State National Research University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru

In 184-year-old plantation of pine of 1 class of bonitet with completeness of 0.94 on the area of 2.16 hectares it was put on the plan of 735 trees. Further, the plan was digitized in the ArcMap program and mechanically divided into 216 sites with a size of 10×10 m (0.01 ha). In the middle and Western part of the site through 33 sites laid transects (tracks) On them, in the centers of these sites, laid micro-sites measuring 2×2 m, where a Botanical description of the ground cover. Plant species, frequency of their occurrence and projective cover of the territory for the moss layer were determined. The estimation of frequency and projective coverage in points from 1 to 5 was applied. It turned out that the natural density fluctuations for the pine layer on the sites of 0.01 varied from 0 to 7 pieces of trees. The density of these sites affected the average diameter of pine on them with an average strength of only 8.8%. This contradicts the paradigm according to which the influence of density at the stand level should be strong. However, at the level of microcenosis, its influence was sharply weakened. The largest number of plant species in the ground cover (7-13 PCs.) was found with a decrease in the density of the pine tier below the average density; the strength of the effect of density and taxation completeness of the pine tier on the number of species averaged 30.2%. The frequency of occurrence of each of the plant species on one track caused their frequency of occurrence on the other track by 51%, which allows us to consider the parts of the plantation where they were laid, fairly homogeneous in species composition of plants.

Keywords: Scots pine, forest stand, competition, ground cover

В структуре древостоев микроценозы играют важную роль во внутри- и межвидовых взаимодействиях между деревьями и растениями и для их изучения применяют целый спектр разнообразных методов пространственного анализа и связывают площадь питания дерева с диаметрами деревьев и диаметром крон [1–3], включая высоту дерева и протяженность кроны [4], а в наиболее сложных моделях конкурентного взаимодействия деревьев также с массой хвои и текущим приростом [5]. В отдельных случаях определяют динамику прироста с еженедельными измерениями у одиночных деревьев и деревьев в биогруппах [6].

В настоящей работе использован наиболее простой метод выделения микроценозов с механическим делением территории на площадки размером 10×10 м. Такие «механические» микроценозы лишены внешней физиономичности и выхвачены из структуры связей с соседями [1], однако при таком их выделении полностью исключен субъективный фактор, что немаловажно. При больших выборках вполне можно получить результаты с достаточно точными статистическими оценками без влияния тех или иных предпочтений исследователя. А такие предпочтения неизбежны при выборе мест выделения микроценозов, когда их выби-

рают, на взгляд исследователя, в неких «типичных» местах, например вдали от окон и прогалов [7]. Такие методы дают смещение в оценках влияния структур фитоценоза на размерные характеристики дерева в сто-

рону их увеличения, так как окна, а также скопления деревьев в виде биогрупп являются неотъемлемым свойством древостоя и исключать их при выборе модельных площадок некорректно [8].

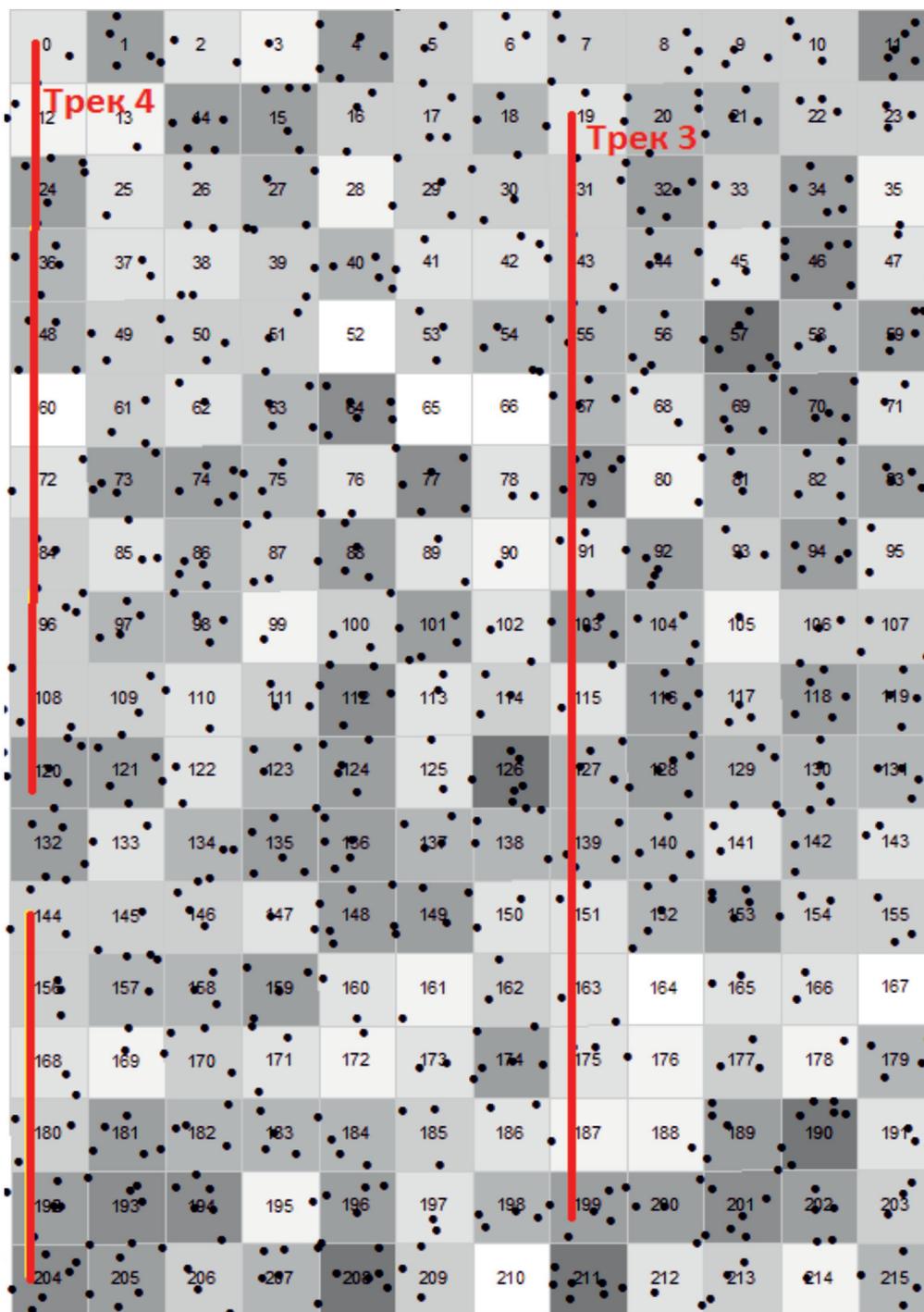


Рис. 1. Площадки 10×10 м с тонировкой по числу деревьев, обозначенных точками. Площадь территории 2,16 га. На треке 4 заложено 17 миниплощадок 2×2 м для ботанического описания напочвенного покрова в ячейках от № 0 до № 204 (с пропуском ячейки 132). На треке 3 заложено 16 миниплощадок 2×2 м в ячейках от № 19 до № 199

При механическом методе выделения микроценозов таких нежелательных предпочтений можно избежать, используя, например, для ботанического описания напочвенного покрова мини-площадки размером 2×2 м, которые закладывают в центрах внутри площадок 10×10 м, что и было применено в данной работе.

Цель данной работы: выяснить количественные значения силы влияния фактора густоты микроценозов сосны на размеры деревьев, а также на число и частоту встречаемости видов растений напочвенного покрова.

Материалы и методы исследования

184-летнее насаждение сосны 1 класса бонитета на площади 2,16 га с полнотой 0,93, тип леса сосняк чернично-кисличниковый. У деревьев делали отметку на высоте 1,3 м, наносили номер, измеряли окружность ствола и определяли диаметр с округлением до ± 0,1 см. Деревья наносили на план с точностью ±10–35 см, что потребовало несколько месяцев полевых и камеральных работ. Всего было измерено 735 деревьев. План был оцифрован в программе ArcMap-ArcView и механически разбит на 216 ячеек (микроценозов) размером 10×10 м. При ботаническом описании растительности использовали методы полевых экологических исследований [9, 10] с использованием коротких трансект длиной до 180 м, которые названы здесь «тре-

ками». Всего было заложено 13 трекв, из них в данном массиве сосны проложены два под номерами 3 и 4. На каждом строго через 10 м и в центре площадок 10×10 м закладывали микроплощадки 2×2 м, где проводили описание растительности. Была принята следующая градуировка частот встречаемости растений в баллах: 1 – единично, 2 – от 5 до 10 шт., 3 – 11–30 шт., 4 – 31–50 шт., 5 – более 50 шт. Для мхов глазомерно определяли покрытие поверхности: 1 – до 10%; 2 – 11–25%; 3 – 26–50%; 4 – 51–80%; 5 – более 80%.

Результаты исследования и их обсуждение

Расположение трекв 3 и 4 в насаждении показано ниже (рис. 1).

Всего в средней и западной части массива сосны на треках 3 и 4 заложено 33 мини-площадки размером 2×2 м. Расположение трекв в пределах изучаемого участка показано на плане, где густота микроценозов сосны была градуирована на 8 позиций – от отсутствия деревьев (нет окраски ячейки) и до 7 шт. деревьев в ячейках с самой темной окраской (рис. 1).

Анализ результатов показал следующее. Плотность стояния деревьев в микроценозе, которую измеряли числом деревьев на площадках 10×10 м, повлияла на диаметр сосны с силой 9,4%, если оценивать ее по показателю аппроксимации ($R^2 = 0,094$) для тренда полинома третьей степени (рис. 2).

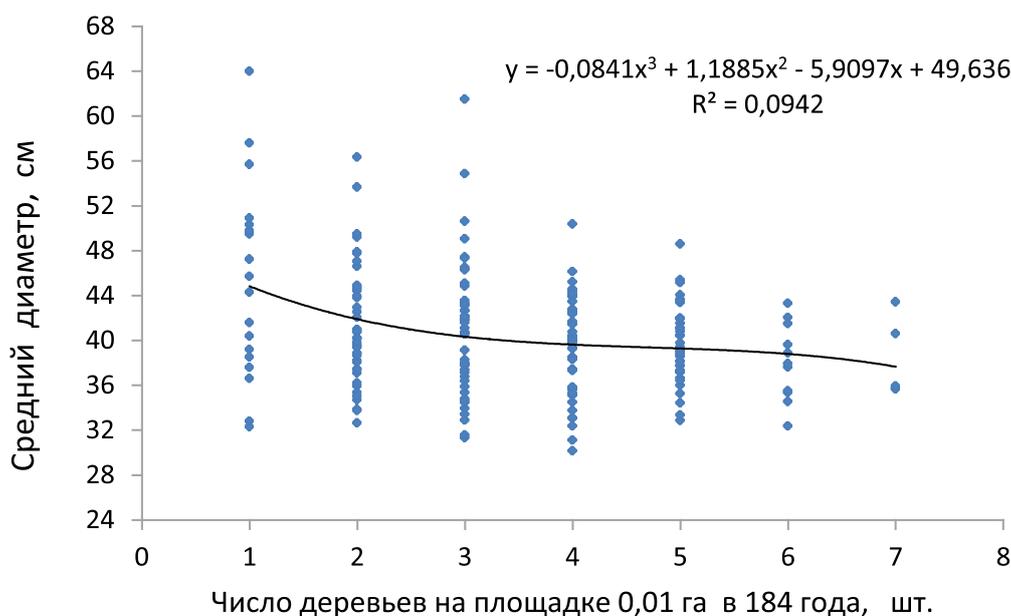


Рис. 2. Влияние густоты стояния деревьев сосны на площадках 10×10 м на средний диаметр деревьев в 184 года: прерывистая линия – средний диаметр деревьев древостоя

Если же взять линейный тренд для этой выборки из 199 площадок (7 площадок не имели деревьев), то он имеет показатель $R^2 = 0,078$ и достоверную корреляцию $r = -0,30 \pm 0,06$. Дополнительно были построены полиномы 2–6 степени, и для каждого из них определили показатели аппроксимации R^2 , из которых рассчитали среднее значение. В результате расчетов по этим шести показателям силы влияния (с учетом коэффициента детерминации, рассчитанного по квадрату корреляции) оказалось, что число деревьев на площадке 10×10 м (т.е. густота микроценоза) повлияло на средний диаметр сосны на них в возрасте 184 года с силой в среднем 8,8%.

Эти данные характеризуют площадки 0,01 га как микроценозы с очень слабым (8,8%) итоговым влиянием их густоты на размер входящих в них деревьев. При таком малом влиянии локальной густоты можно считать, что конкуренция между деревьями в микроценозах уже не является тем фактором, который в решающей степени определял бы размерные характеристики деревьев. Это противоречит парадигме о сильном влиянии густоты на размер деревьев в насаждении.

Однако в микроценозах все оказалось не так просто, и влияние их локальной густоты оказалось резко ослаблено. В литературе, посвященной изучению конкуренции между деревьями, этому явлению есть подтверждение [5, 11]. Для нашего насаждения сосны ранее удалось выяснить, что при анализе биогрупп рост сосны в них оказался одинаковым со свободно растущими деревьями, несмотря на громадные различия в расстояниях до соседей, а диаметры де-

ревьев в них коррелировали с $r = 0,47-0,58$, что позволило отнести взаимодействие деревьев в биогруппах к партнерскому типу [12], которое в несколько раз сильнее давления конкуренции и, по-видимому, замещает ее в спелом возрасте.

Следующей задачей было изучение влияния густоты площадок размером 0,01 га, отражающих локальную сомкнутость верхнего яруса насаждения, на число видов растений в напочвенном покрове и на частоту их встречаемости на мини-площадках размером 2×2 м. Влияние на обилие видов изучали по двум показателям заполнения пространства деревьями: первый по числу деревьев на площадке 0,01 га и второй по сумме площадей сечения стволов на высоте 1,3 м, которое в среднем по массиву сосны составило $0,442 \text{ м}^2$ на 1 площадку. Для диаграмм сечения были выражены в процентах от последней величины (рис. 3).

Оказалось, что по показателям аппроксимаций трендов R^2 этих диаграмм, равных 0,306 и 0,298, число видов растений в напочвенном покрове обусловлено густотой верхнего яруса сосны на 30,6%, а таксационная полнота, выраженная в виде суммы площадей сечения деревьев, влияет с силой 29,8%. Эти оценки показывают, что сила влияния плотности верхнего яруса древостоя на число видов растений напочвенного покрова равна в среднем 30,2%. По своему уровню это средняя сила влияния, при которой наибольшее число видов растений (7–13 шт.) встречается при снижении густоты верхнего яруса до 0–3 шт. деревьев на площадке 0,01 га, что оказывается ниже средней густоты.

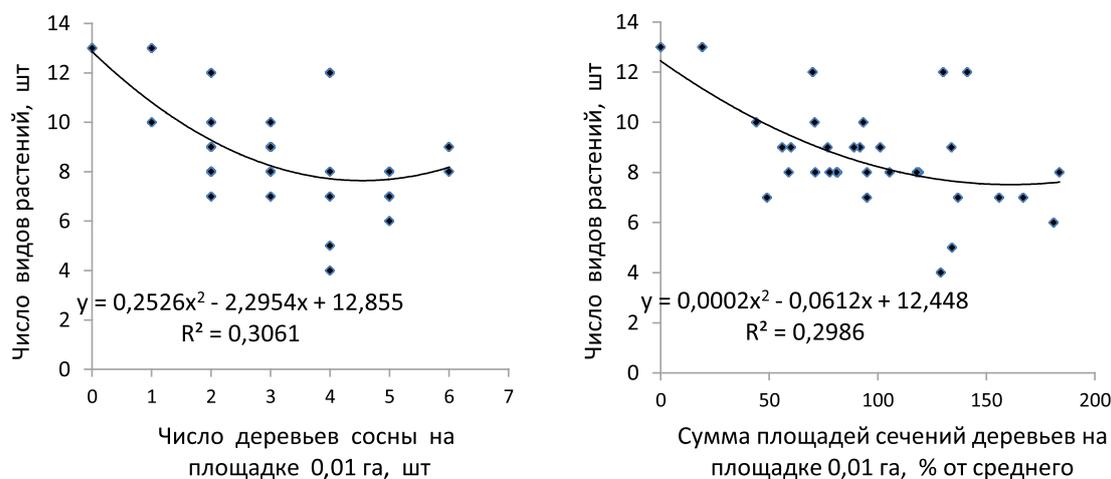


Рис. 3. Влияние показателей заполнения пространства деревьями сосны на площадке 0,01 га: по числу деревьев (слева) и по сумме площадей сечения стволов (справа) на число видов растений в напочвенном покрове

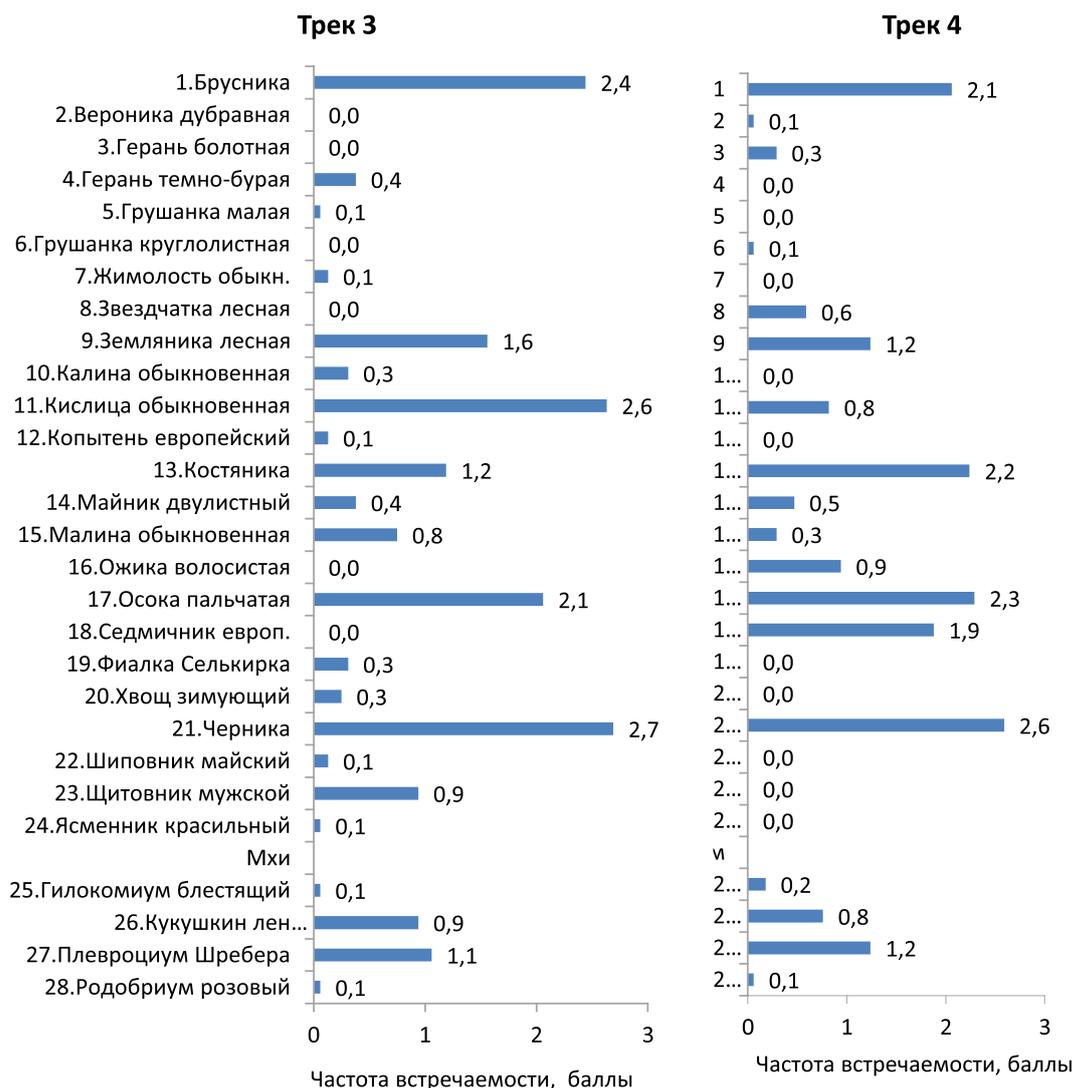


Рис. 4. Средняя частота встречаемости растений в баллах для видов растений напочвенного покрова на треках 3 и 4 в сосняке чернично-кисличниковом

Далее была рассчитана средняя частота встречаемости растений и проективное покрытие моховым покровом на треках 3 и 4 (рис. 4).

Доминирующими видами на обоих треках являются 6 видов со средней частотой встречаемости более 1 балла: брусника, земляника лесная, костяника, осока пальчатая, черника, плевроциум Шребера. Для оценки сходства частот встречаемости видов на треках можно использовать их корреляцию, размещая частоты для трека 3 по горизонтальной, а для трека 4 – по вертикальной оси точечной диаграммы (рис. 5).

Полученное на диаграмме облако точек показывает, что если растения встречаются

на одном треке с частотой выше 1 балла (от 11 шт. растений и более), то на другом треке их частота также оказывается достаточно высокой. Однако встретились и исключения: седмичник европейский (№ 18, рис. 4) на треке 3 не встречался, тогда как на треке 4 его встречаемость оказалась на уровне 1,9 балла (рис. 4).

Для частот встречаемости растений на треках 3 и 4 их взаимная корреляция оказалась достаточно сильной и равной $r = 0,71 \pm 0,09$. Показатель достоверности аппроксимации линейного тренда $R^2 = 0,510$ показывает, что частота встречаемости видов на одном треке обуславливает их частоту на другом на 51%, что можно считать высоким значением.

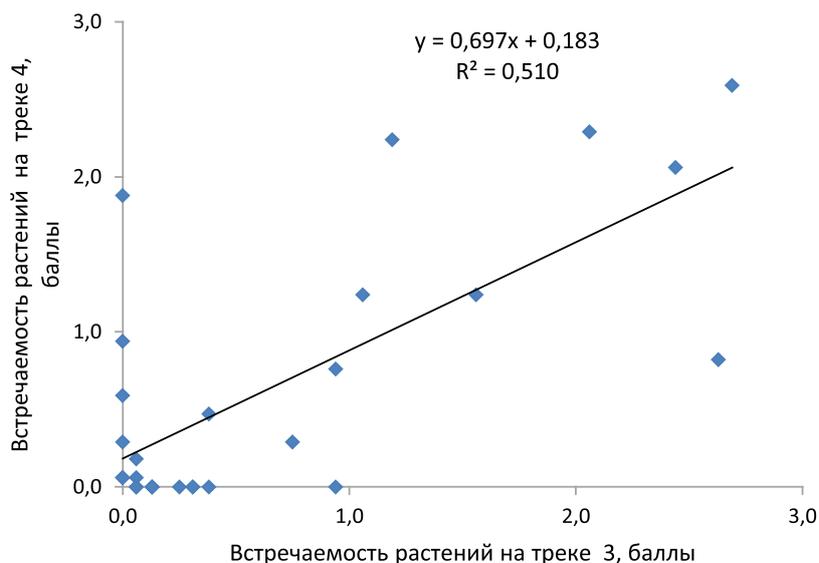


Рис. 5. Связь между средней частотой встречаемости растений для 28 видов растений напочвенного покрова на треках 3 и 4 в сосняке чернично-кисличниковом

Выводы

1. Расчеты по шести показателям силы влияния, включая коэффициент детерминации по квадрату корреляции, равной $r = -0,30 \pm 0,06$, показали, что число деревьев сосны на площадке 10×10 м повлияло на их средний диаметр в возрасте 184 года с силой в среднем всего лишь 8,8%. Это противоречит парадигме, по которой влияние густоты на уровне древостоя в целом должно быть сильным. Однако на уровне микроценоза влияние локальной густоты оказалось резко ослаблено до малозначимых значений силы ее влияния.

2. Наибольшее число видов растений в напочвенном покрове (7–13 шт.) встречается при снижении густоты яруса сосны до 0–3 шт. деревьев на площадках размером 10×10 м, т.е. ниже средней густоты; при этом сила влияния густоты и таксационной полноты яруса сосны на число видов растений составляет в среднем 30,2%.

3. Частота встречаемости каждого из видов растений на одном треке обуславливает частоты их встречаемости на другом треке на 51%, что позволяет считать части насаждения, где они заложены, достаточно однородными по видовому составу растений.

Список литературы

1. Вайс А.А. Научные основы оценки горизонтальной структуры древостоев для повышения их устойчивости и продуктивности (на примере насаждений Западной и Вос-

точной Сибири): автореф. дис. докт. с.-х. наук. Красноярск, 2014. 33 с.

2. Борисов А.Н., Иванов В.В., Петренко А.Е. Оценка реакции соснового древостоя Красноярской лесостепи на рубку ухода // Лесоведение. 2014. № 4. С. 22–27.

3. Иванов В.В., Борисов А.Н., Петренко А.Е., Семякин Д.А., Собачкин Д.С., Собачкин Р.С. Густота сосновых древостоев при интенсивном лесовыращивании // Сибирский лесной журнал. 2017. № 6. С. 102–109.

4. Грабарник П.Я. Анализ горизонтальной структуры древостоев: модельный подход // Лесоведение. 2010. № 2. С. 77–85.

5. Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.

6. Горячев В.М. Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южнотаежных лесах Урала // Экология. 1999. № 1. С. 9–19.

7. Нагимов З.Я. Оценка методов определения площадей роста деревьев // Леса Урала и хозяйство в них / Екатеринбург, УГЛТА, 1999. Вып. 19. С. 82–98.

8. Рогозин М.В. Площадь питания дерева: анализ методов // Бюллетень науки и практики. 2018-а. Т. 4. № 7. С. 34–37. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bulletennauki.com> (дата обращения: 05.04.2019).

9. Артаев О.Н., Башмаков Д.И., Безина О.В. и др. Методы полевых экологических исследований: учебн. пособие. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2014. 412 с.

10. Пилипко Е.Н. Методология исследований лесных экосистем: методическое пособие. Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. 103 с.

11. Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический ун-т, 2018. 432 с.

12. Рогозин М.В. Биогруппы в старых насаждениях сосны // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2018. Вып. 2. С. 150–158.