

УДК 574.4:504.05

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
СТРУКТУРЫ ЦЕНОГЕННЫХ
ПОЛЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
МОНИТОРИНГА
АНТРОПОГЕННОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОСИСТЕМ**

*В.Г. Щербина, А.В. Волков**

Институт природно-технических систем
* Научно-исследовательский центр РАН
г. Сочи, ул. Театральная, 8-А
E-mail: v.g.scherbina@bk.ru

Анализируется степень трансформации и ведущие факторы размерности и пространственной структуры ценогенных полей растительных группировок в рекреационных лесных экосистемах с учетом вертикальных зон Черноморского побережья России.

Введение. Ценоотические отношения в растительных сообществах базируются на положении о площади ценоотического растительного воздействия, устанавливающего порог влияния – так называемом фитогенном поле [1 – 4], образующемся при соединении полей влияния растений. В результате соединения индивидуальных фитогенных полей особей растительных популяций в системе ценоза возникает ценогенное поле [5, 6], как совместное синергическое пространство влияния растительной группировки.

Не смотря на высокую актуальность ценоотических взаимосвязей в рекреационно-трансформированных сообществах Черноморского побережья России, особенно в связи с проведением Олимпиады-2014, исследований в данном направлении ранее не проводилось.

В создавшейся ситуации особенно важным является получение объективной и своевременной информации о негативных процессах, происходящих в рекреационно трансформированной среде основных лесообразователей, количественной и качественной их оценке, прогнозе возможных дальнейших тенденций и решения задач охраны и рационального природопользования в рекреационно-субтропической зоне России.

Цель работы заключалась в определении степени трансформации структуры ценогенных полей растительных группировок основных лесообразователей Черноморского побережья России под рекреационным воздействием.

В задачи входило:

1. Определение размерности ценогенных полей бука восточного (*Fagus orientalis*) и дуба (*Quercus* sp.) в консорциях предгорных, среднегорных и горных высотных зон Черноморского побережья России.

2. Определение пространственной структуры ценогенных полей в буковой и дубовой консорциях, с учетом высотной зональности.

3. Сравнительный анализ величины и структуры ценогенных полей в дубовой и буковой консорциях, с учетом высотной зональности.

4. Оценка биомассы проводящих корней при рекреационной трансформации буковых и дубовых консорций, с учетом высотной зональности.

5. Оценка динамики биомассы и доли физиологически активных корневых окончаний при рекреационной трансформации буковых и дубовых консорций, с учетом высотной зональности.

6. Определение ведущих факторов влияющих на вариабельность внутренней и внешней зон ценогенного поля на всем диапазоне рекреационных нагрузок.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились в районе Нижнего Солох-Аула и на двух лесогидрологических стационарах ФГУ НИИ горного лесоводства и экологии леса – в буковой и дубовой зонах региона. Месторасположение лесогидрологического стационара Аибга – в бывшем Адлерском лесхозе (ныне – Сочинском национальном парке) на водоразделе рек Псоу и Мзымты на высотах от 485 до 1150 м над ур. м., на общем склоне юго-западной экспозиции с крутизной 18-25°; лесогидрологический стационар Горский (ныне – Сочинский национальный парк) – в дубовых лесах юго-восточной части региона (бассейн реки Джубги – Джубгское лесничество). На территориях хорошо выражена вертикальная поясность, заметная в распределении типов леса.

4Дс4Г2Бк (дубняк грабовый). Склон юго-восточной экспозиции; крутизна склона 20°; класс возраста VI-VII; средний диаметр древостоя 26,6 см, средний диаметр дуба 34,6 см; средняя высота древостоя 20,1 м, средняя высота дуба 21,1 м; бонитет IV; полнота относительная 0,76; количество стволов, всего 410 шт./га, дуба – 95 шт./га; сумма площадей сечений, всего 22,75 м²/га, дуба – 8,92 м²/га; запас общий 216 м³/га, дуба – 94 м³/га.

5Дс4БкГ ед. бересклет (дубняк букво-грабовый). Склон юго-восточной экспозиции; крутизна склона 18°; класс возраста VI-VII; средний диаметр древостоя 27,7 см, средний диаметр дуба 38,2 см; средняя высота древостоя 21,3 м, средняя высота дуба 23,6 м; бонитет III; полнота относительная 0,88; количество стволов, всего 458 шт./га, дуба – 51 шт./га; сумма площадей сечений, всего 27,5 м²/га, дуба – 5,21 м²/га; запас общий 269 м³/га, дуба – 63 м³/га.

10Бк (букняк монодоминантный). Склон юго-восточной экспозиции; крутизна склона 18-20°; класс возраста V-VI; средний диаметр древостоя 35,2 см; средняя высота древостоя 25,3 м. Первый ярус формируется либо из одного бука, либо с участием граба. Изредка, единичная примесь граба, ильма и клена остролистного. Бонитет III. Сомкнутость полога 0,6-1,0. Подрост бука в возрасте 2 года и более 3-17 тыс. шт./га, расположен неравномерно, других видов – 1-3 тыс. шт./га. Густота подроста значительно зависит от сомкнутости полога.

Биомасса и структура корневых систем исследовались методом монолита [7] с помощью корнереза Рахтеенко. Из отмытых на ситах корней отбирались две фракции, включающие проводящие корни (меньше 3 мм) и массу физиологически активных корней. Вес корней по фракциям в абсолютно-сухом состоянии определялся с точностью до 0,001 г. В каждом варианте было проанализировано по 15 монолитов.

При оценке степени рекреационной трансформации структуры ценогенных полей, от крайних в ветровальных окнах деревьев в радиальном, к центру, направлении закладывались трансекты (в 3-кратной повторности) протяженно-

стью от 7 до 14 м. Вдоль каждого трансекта, начиная от стволов деревьев, вплотную друг к другу располагались учетные площадки (1,0×1,5 м) длиной стороной поперек трансекта. Всего было заложено 100 учетных площадок на 12 трансектах.

На учетных площадках в течение вегетационного периода определялась фитомасса в воздушно-сухом состоянии каждого автотрофного консоркта. Градиент напряженности ценогенного поля был представлен рядом значений удаленности учетных площадок от деревьев-детерминантов; мерой отличия служил коэффициент отличия r_i И.Б. Погожева [8]. Сравнивая каждую экспериментальную площадку с фоновой площадкой, определялись закономерности пространственных изменений автотрофных консортов. В качестве «фоновой площадки» использовалось среднесезонное описание трансект 2011 г. в фоновой зоне межкранового пространства [9].

Для выяснения внутренней структуры ценогенного поля, создаваемого видом-эдификатором, использовалась методика, предложенная В.И. Василевичем [10].

Достоверность расположения определенной границы между внутренней и внешней частями ценогенного поля контролировалась по методике В.С. Ипатова [11].

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты показали, что при I стадии рекреационной дигрессии коренная насыщенность почвы в среднем составляет 15,7 г/пробу. Максимальные значения характерны для консорций с буквым эдификатором ($\bar{x} = 17,2$ г/пробу) в горной зоне ($\bar{x} = 17,8$ г/пробу), при диапазоне варьирования от $17,3 \pm 0,84$ до $18,5 \pm 0,01$; несколько меньшие – в среднегорной зоне ($\bar{x} = 16,6$ г/пробу), диапазон варьирования $15,9 \pm 0,96 - 17,8 \pm 0,00$. Что объясняется срастанием многих корней [12, 13] и отсутствием корневой конкуренции [14, 15] – подлесок и травяной покров развиты слабо [16, 17].

В дубовых консорциях корневая конкуренция усиливается за счет лучшего развития подлесочных форм [16, 18, 19] и отмечается снижение биомассы

мелких корней ($\bar{x} = 14,2$ г/пробу), составляя от $13,5 \pm 0,34 - 14,8 \pm 0,68$ (среднегорная зона) до $13,7 \pm 0,63 - 15,2 \pm 0,19$ (предгорная зона).

Фракция физиологически активных корней, при I стадии рекреационной дигрессии, составляет участие в среднем $12,8\%$, при биомассе от $1,016 \pm 0,091$ до $2,873 \pm 0,072$ ($\bar{x} = 2,03$) г/пробу. Большие их значения характерны для консорциев с буком ($\bar{x} = 2,38$ г/пробу) и, меньшие, для дубовых консорциев ($\bar{x} = 1,68$ г/пробу).

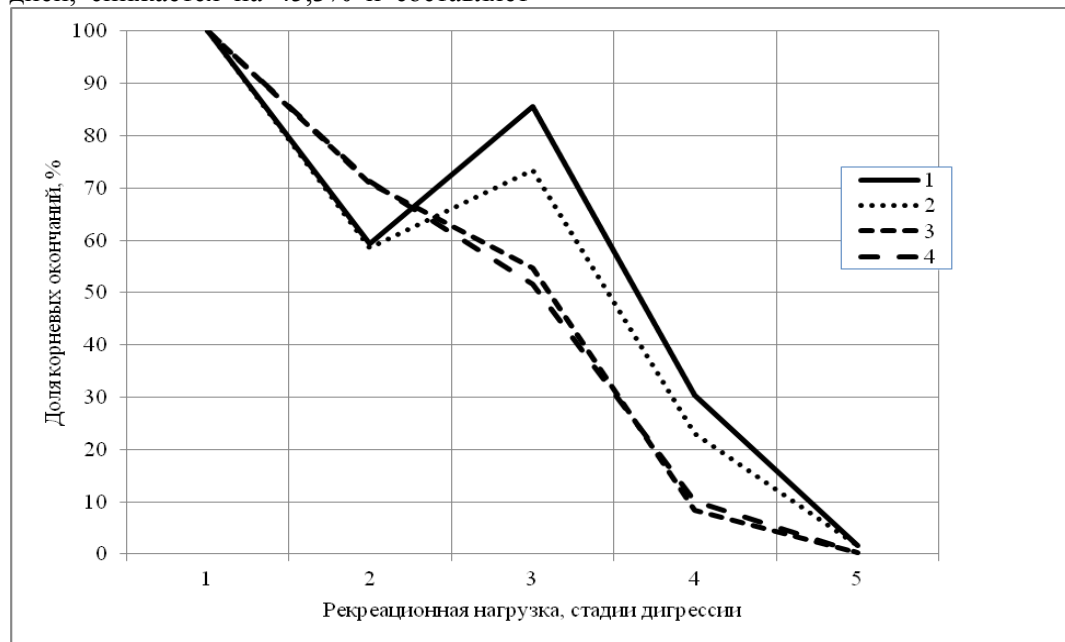
При II стадии рекреационной дигрессии биомасса мелких корней в среднем снижается на $45,5\%$ и составляет $8,3$ г/пробу: в среднегорной дубовой консорции – на $35,3\%$ ($\bar{x} = 9,1$ г/пробу), предгорной дубовой – $33,1\%$ ($\bar{x} = 9,7$ г/пробу), в горных буковых консорциях – на $87,8\%$ ($\bar{x} = 2,18$ г/пробу); среднегорных буковых – $25,6\%$ ($12,4$ г/пробу).

Биомасса активной фракции корней при II стадии рекреационной дигрессии также снижается, в среднем на 35% , составляя $1,35$ г/пробу. Большее снижение отмечается в консорциях с дубом – $40,7$ (предгорная зона) – $41,5\%$ (горная зона).

При III стадии рекреационной дигрессии биомасса, по сравнению с I стадией, снижается на $45,3\%$ и составляет

по всем высотным зонам в среднем $8,3$ г/пробу. Отмечается уменьшение в буковых консорциях на $34,0$ (среднегорная зона) – $88,1\%$ (горная зона). В дубовых, напротив, с увеличением рекреационной нагрузки происходит увеличение биомассы мелких корней. Относительно II стадии рекреационной дигрессии сообществ – на $2,5-6,7\%$, в связи с уменьшением корневой конкуренции со стороны выпавших из состава автотрофов древесно-кустарникового яруса, на что ранее обращали внимание многие исследователи [12, 14 – 17, 19 – 21].

Активная фракция корней при III стадии, имеет общую тенденцию по всем дубовым консорциям повышать свое участие и биомассу, составляя, в среднем $79,6\%$ при $1,30$ г/пробу. Максимальные значения биомассы находятся в предгорной зоне – $0,92-2,14$ г/пробу (средняя доля участия $14,9\%$); меньшие – в среднегорном – $0,64-1,79$ г/пробу ($11,9\%$). Из графического представления материала (рис. 1) следует, что на данный уровень рекреационной нагрузки корневые окончания с большей степени реагируют по мере приближения консорциев к высотным границам абиотической толерантности.



Р и с. 1. Зависимость доли физиологически активных корней от степени рекреационной нагрузки, с учетом детерминанта консорции и высотной зоны:

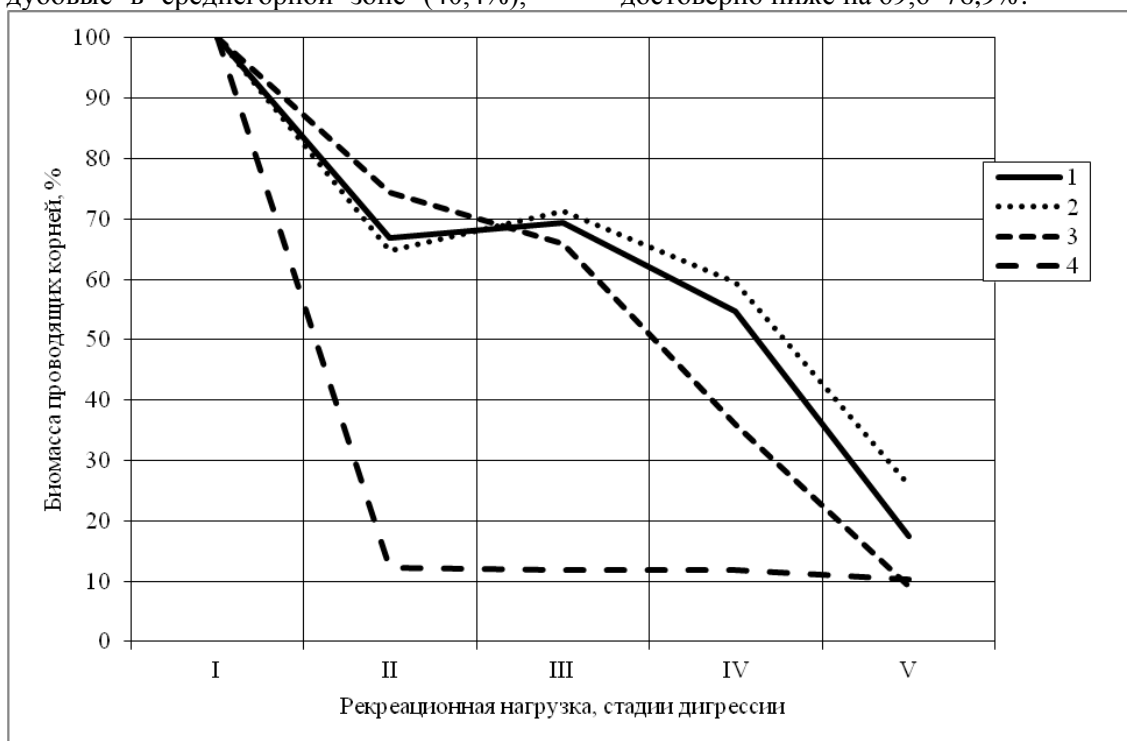
- 1 – предгорная зона, дубовая консорция; 2 – среднегорная зона, дубовая консорция;
- 3 – среднегорная зона, буковая консорция; 4 – горная зона, буковая консорция

При IV стадии рекреационной дигрессии биомасса мелких корней в консорциях снижается, относительно I стадии, в среднем на 59,4%, составляя 6,10 г/пробу. При этом средняя биомасса в дубовых консорциях составляет 7,9 (предгорная зона) – 8,4 (среднегорная зона) г/пробу; в буковых консорциях – 2,12 (горная зона) – 5,98 (предгорная зона) г/пробу. Следовательно, максимальная корненасыщенность приурочена консорциям с участием дуба, где снижение биомассы составляет 40,4–45,2%.

По мере увеличения процента отличия биомассы мелких корней с I стадией дигрессии, консорции формируют ряд: дубовые в среднегорной зоне (40,4%),

дубовые в предгорной зоне (45,2%), буковые в среднегорной зоне (64,0%), буковые в горной зоне (88,1%) (рис. 2)

Активная фракция корней при IV стадии рекреационной дигрессии заметно снижает свою биомассу и долю участия, составляя в среднем по сообществам 0,34 г/пробу при средней доле участия 6,5%. Меньшие показатели характерны для буковых консорций. Так, в среднегорной зоне средняя биомасса активной фракции составляет 0,19 г/пробу при средней доле участия 8,3% (снижение на 91,7%), а в горном – 0,25 г/пробу при 10,2% (снижение на 89,9%); в дубовых консорциях снижение статистически достоверно ниже на 69,6–76,9%.



Р и с. 2. Зависимость биомассы проводящих корней от степени рекреационной нагрузки, с учетом детерминанта консорции и высотной зоны:

- 1 – предгорная зона, дубовая консорция; 2 – среднегорная зона, дубовая консорция;
3 – среднегорная зона, буковая консорция; 4 – горная зона, буковая консорция

В анализируемых консорциях растительность нижних ярусов под эдификаторами имеет существенные отличия от автотрофных организмов окружающих их группировок межкрупных пространств. Так, в дубовых консорциях предгорной зоны в течение вегетационного периода регистрируется на учетных площадках в напочвенном покрове при I стадии рекреационной дигрессии 7–22 видов сосудистых растений (при сум-

марной фитомассе 22,9–79,4 г/м²) [9], при II стадии – 16–26 видов (8,9–71,1 г/м²) [20], при III стадии – 8–19 вид (19,9–66,4 г/м²), при IV стадии – 4–14 видов (17,5–59,9 г/м²), при V стадии – 3–10 видов (11,8–52,3 г/м²). В дубовых консорциях среднегорной зоны регистрируется при I стадии рекреационной дигрессии – 2–9 видов (при фитомассе 1,8–49,3 г/м²), при II стадии – 11–19 видов (2,1–32,5 г/м²), при III стадии –

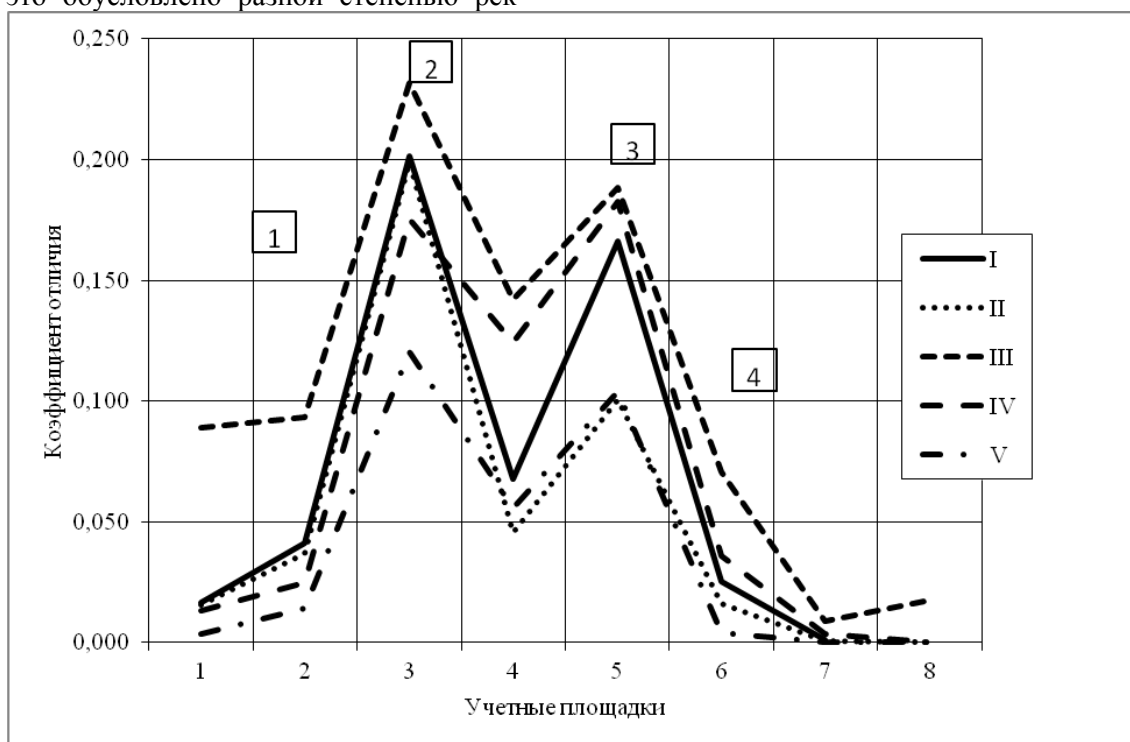
9–14 видов (2,3–24,3 г/м²), при IV стадии – 7–9 видов (3,3–27,7 г/м²), при V стадии – 5–9 видов (2,2–18,9 г/м²). В буковых консорциях среднегорной зоны регистрируется при I стадии рекреационной дигрессии – 4–9 видов (при фитомассе 2,5–60,9 г/м²), при II стадии – 13–22 видов (1,8–39,2 г/м²), при III стадии – 10–13 видов (0,7–32,6 г/м²), при IV стадии – 5–9 видов (1,6–38,7 г/м²), при V стадии – 4–8 видов (1,2–30,3 г/м²). В буковых консорциях горной зоны регистрируется при I стадии рекреационной дигрессии – 4–20 видов (при фитомассе 2,0–50,6 г/м²), при II стадии – 13–25 видов (1,4–23,9 г/м²), при III стадии – 8–16 видов (1,3–38,9 г/м²), при IV стадии – 6–10 видов (0,9–31,2 г/м²), при V стадии – 6–9 видов (0,7–18,9 г/м²).

Напряженность ценогенного поля в пределах индивидуальных автотрофных консорций неодинакова в разных точках пространства. Можно предположить, что это обусловлено разной степенью рек-

реационного пресса, фитоценотической высотной зональностью, а также степенью наложения полей влияния детерминанта и автотрофных консортов, в связи с изначальной неравномерностью размещения их по площади.

Рассчитанные величины ρ показали достоверную связь изменения автотрофных консортов с расстоянием от стволов детерминантов. Квадрат корреляционного отношения (η^2) ρ к l для 42 и 58 учетных площадок по 12 трансектам составил 0,227–0,229 ($p = 0,95$).

В предгорной зоне дубовой консорции при II стадии рекреационной дигрессии во внутренней части напряженность ценогенного поля несколько снижается (на 1,4–10,7%), в то время, как во внешней она значительно выше, составляя 32,7–39,6% (рис. 3), что ведет к росту биомассы и разнообразия в составе консортов во внешней зоне поля.



Р и с. 3. Структура ценогенного поля индивидуальной дубовой консорции в предгорной зоне:

I, II, III, IV, V – коэффициент отличия при 1–5 стадиях рекреационной дигрессии
 1 – внутренняя зона ценогенного поля дуба; 2 – граница между внутренней и внешней частями ценогенного поля; 3 – внешняя граница ценогенного поля; 4 – внешняя зона ценогенного поля

При III стадии дигрессии отмечаются индивидуальные демутационные процессы в виде увеличения корненасыщенности и доли физиологически актив-

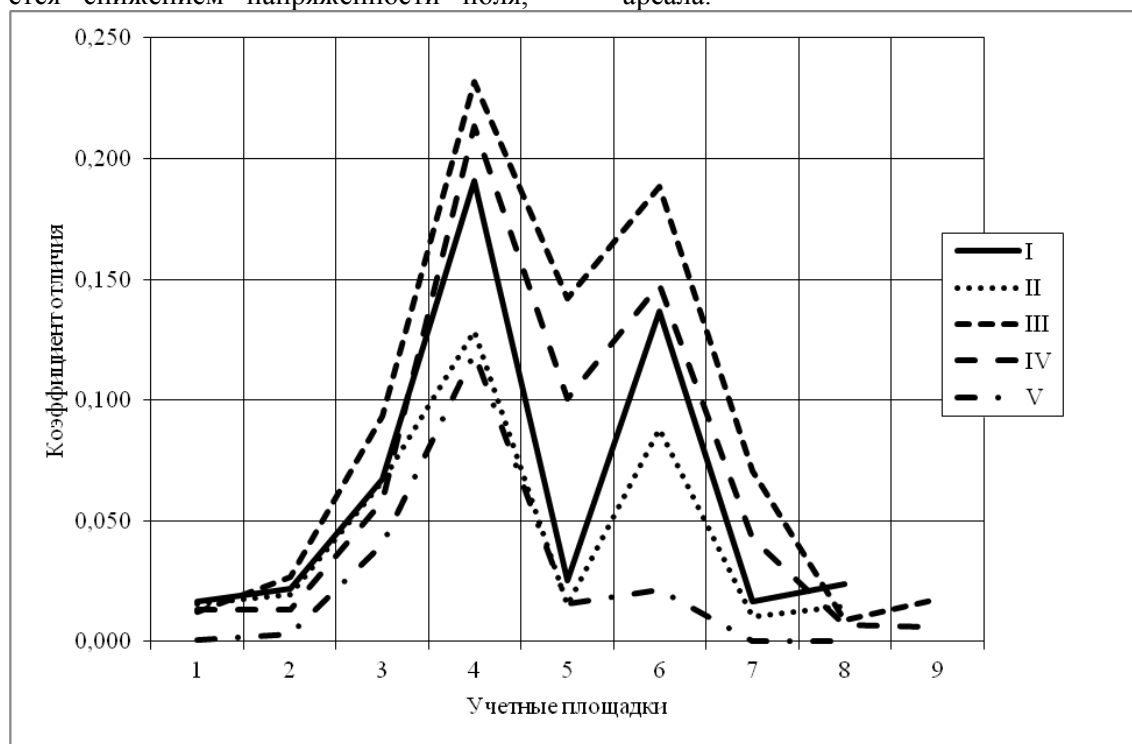
ной фракции. Это отражается на увеличении напряженности ценогенного поля – во внутренней части в 1,2–5,3 раза, внешней – в 1,1–6,6 раза. При этом про-

странство, охватываемое полем, статистически достоверно расширяется.

При IV стадии рекреационной дигрессии напряженность поля, относительно I стадии дигрессии, во внутренней части снижается на 13,1–39,6%, а во внешней зоне и наружной границе – остается выше в 1,1–2,6 раза. V стадии рекреационной дигрессии характеризуется снижением напряженности поля,

как во внутренней части (в среднем на 61,3%), так и во внешней (на 59,6%).

В среднегорной зоне дубовой консорции при I стадии рекреационной дигрессии ценогенное поле охватывает большее пространство (рис. 4), при этом снижается влияние на растения низших ярусов, ввиду большей ослабленности эдификаторов, на границе высотного ареала.



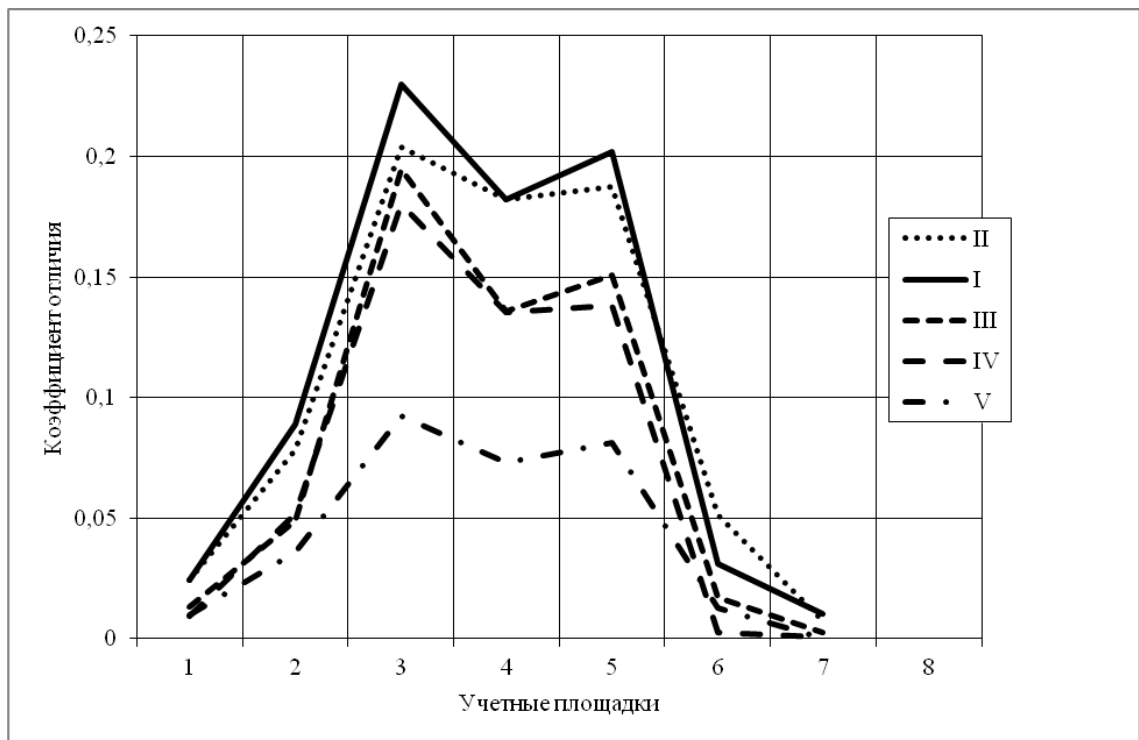
Р и с. 4. Структура ценогенного поля индивидуальной дубовой консорции в среднегорной зоне: I, II, III, IV, V – коэффициент отличия при 1–5 стадиях рекреационной дигрессии

При II-IV стадиях отмечаются аналогичная реакция, характерная для предгорной зоны. При V стадии рекреационной дигрессии, относительно I стадии, во внутренней части ценного поля напряженность снижается в среднем на 64,4% (на 3,1% больше, чем в предгорной зоне), а во внешней – на 79,6% (на 20,0% больше), что говорит о меньшей устойчивости дуба к рекреационному воздействию на границе высотного ареала.

Сравнив рассмотренные структуры ценогенных полей, с учетом высотных зон, можно сделать вывод, что при высокой рекреационной нарушенности территории происходит снижение разницы между внутренней и внешней частями ценогенного поля, что указывает на ослабление вида-детерминанта консорции [22 – 25].

Ценогенное поле, создаваемое в бучковой консорции при I-II стадиях рекреационной дигрессии, хотя и охватывает меньшее пространство, чем в дубовой (рис. 5), в пределах одной высотной зоны, но во внутренней и внешней его части этот эдификатор оказывает более сильное влияние на автотрофов низших ярусов [25].

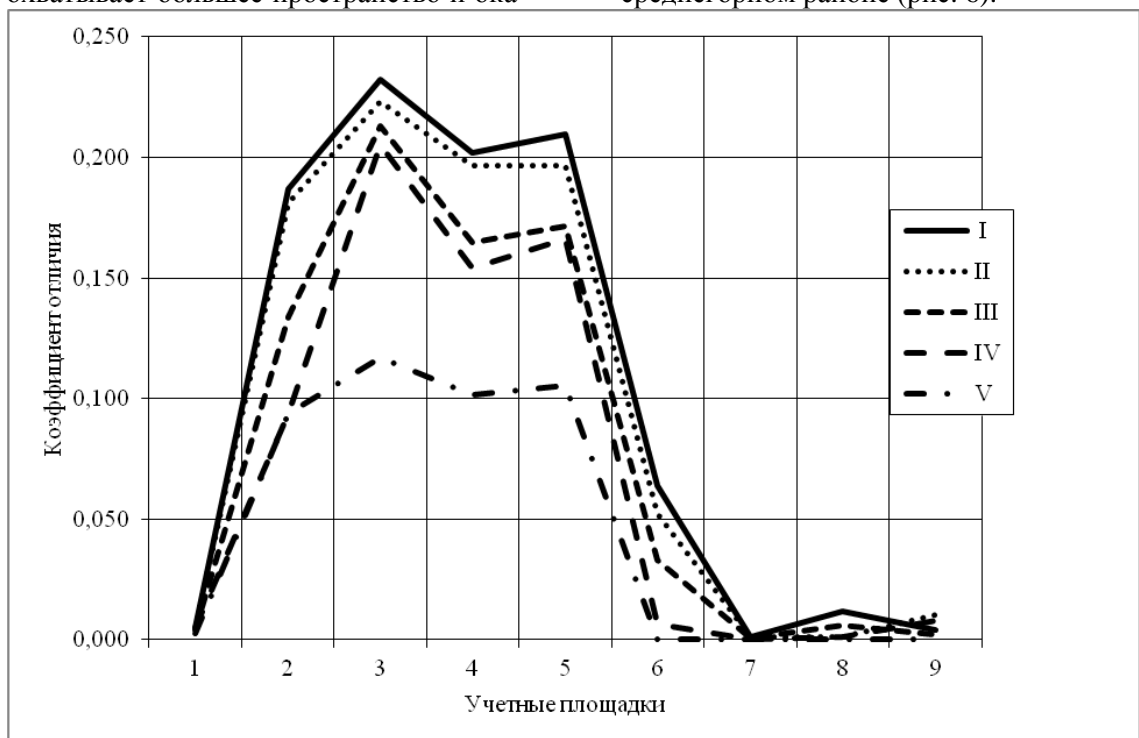
При III-IV стадиях зависимость меняется на противоположную – влияние дуба на напочвенный покров выше. При V стадии у бука ценогенное поле выше на наружной границе и внешней зоне поля. Это указывает на большую рекреационную устойчивость дубового древостоя при III-IV стадиях рекреационной дигрессии, и большую устойчивость бука при V стадии.



Р и с. 5. Структура ценогенного поля индивидуальной буковой консорции в среднегорной зоне: I, II, III, IV, V – коэффициент отличия при 1–5 стадиях рекреационной дигрессии

В горной зоне ценогенное поле бука охватывает большее пространство и ока-

зывает более сильное влияние, чем в среднегорном районе (рис. 6).



Р и с. 6. Структура ценогенного поля индивидуальной буковой консорции в горной зоне: I, II, III, IV, V – коэффициент отличия при 1–5 стадиях рекреационной дигрессии

Эта зависимость прослеживается на всем диапазоне рекреационных нагрузок – с I по V стадию дигрессии. При этом,

на IV и V стадиях площадь внешней зоны сокращается, что указывает на рост трансформации эдификатора.

Проведя анализ зависимостей величины внутренней зоны ценогенного поля («внутреннее поле») и величины внешней зоны («внешнее поле») с фитоценотической высотной зональностью («высотная зона»), видовой принадлежностью детерминанта консорции («детерминант») и долей активной фракции корней («активная фракция») в рекреационных условиях («рекреация») с помощью дисперсионного анализа по иерархической схеме, получаем следующие данные:

– при I стадии рекреационной дигрессии: «высотная зона – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 12,0 \pm 0,12$; $9,2 \pm 0,10$ ($F_{\text{табл.}} = 10,92$; $6,93$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 359$; 450); «детерминант – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 90,3 \pm 2,17$ ($F_{\text{табл.}} = 10,92$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 359$); «высотная зона – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 13,6 \pm 0,01$; $11,38 \pm 0,06$ ($F_{\text{табл.}} = 10,92$; $6,93$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 359$; 450); «детерминант – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 79,9 \pm 8,87$ ($F_{\text{табл.}} = 10,92$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 359$); «активная фракция – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 31,6 \pm 2,11$ ($F_{\text{табл.}} = 6,93$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 450$); «активная фракция – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 136,0 \pm 3,18$ ($F_{\text{табл.}} = 6,93$, при $p = 0,01$; $df = 450$).

– при II-V стадиях рекреационной дигрессии: «рекреация – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 23,7 \pm 0,68$; $45,7 \pm 2,56$; $44,6 \pm 1,04$ ($F_{\text{табл.}} = 5,99$; $3,85$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 600$; 1575 ; 540); «детерминант – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 86,9 \pm 8,08$ ($F_{\text{табл.}} = 5,99$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 600$); «активная фракция – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 10,9 \pm 0,84$ ($F_{\text{табл.}} = 3,85$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 1575$); «высотная зона – внутреннее поле»: $F_{\text{факт.}} = 8,4 \pm 0,10$ ($F_{\text{табл.}} = 5,99$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 540$); «рекреация – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 10,9 \pm 0,04$; $11,5 \pm 0,48$; $10,5 \pm 0,17$ ($F_{\text{табл.}} = 5,99$; $3,85$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 600$; 1575 ; 540); «детерминант – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 33,9 \pm 0,44$ ($F_{\text{табл.}} = 5,99$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 600$); «активная фракция – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 36,9 \pm 0,89$ ($F_{\text{табл.}} = 3,85$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 1575$); «высотная зона – внешнее поле»: $F_{\text{факт.}} = 10,0 \pm 0,11$ ($F_{\text{табл.}} = 5,99$, при $p = 0,01$; $df_{\text{общее}} = 540$).

Из результатов факторного анализа следует, что выборки достоверно отличаются друг от друга. При I стадии рекреационной дигрессии из сравнения случайной вариации, становится очевидно, что большая часть вариабельности величины внутренней зоны ценогенного поля зависит от вида-детерминанта консорции (48–54%) и доли физиологически активной фракции корней (39–43%) и, меньше – от фитоценотической высотной зональности консорции (3–13%). Величина внешней зоны ценогенного поля в большей мере зависит от высотной зональности (66–71%), в меньшей – от доли активной фракции корней (22–26%) и, совсем незначительно, от видовой принадлежности детерминанта консорции (7–8%).

При II-V стадиях рекреационной дигрессии показатель величины внутренней зоны ценогенного поля больше зависит от величины рекреационного воздействия (93%) и, в меньшей – от видовой принадлежности детерминанта консорции (1%), высотной зональности (2%) и доли активной фракции корней (4%). Величина внешней зоны ценогенного поля, также в большей степени зависит от рекреационной нагрузки (88–89%) и, в меньшей – от вида-детерминанта (5%), доли активной фракции корней (4–5%), высотной зональности (2%).

Заключение. В предгорной зоне дубовой консорции при II стадии рекреационной дигрессии во внутренней и внешней частях ценогенного поля отмечается снижение напряженности, что ведет к росту биомассы и разнообразия консортов в зоне внешнего поля. При III стадии отмечается увеличение корненасыщенности и доли физиологически активной фракции, что приводит к увеличению напряженности ценогенного поля во внутренней и внешней части. При этом поле охватывает большее пространство влияния. При IV и V стадиях напряженность поля снижается.

В среднегорной зоне при I стадии рекреационной дигрессии ценогенное поле охватывает большее пространство, при этом снижается влияние на растения низших ярусов, ввиду большей ослабленности эдификаторов, на границе вы-

сотного ареала. При II-IV стадиях отмечаются аналогичная реакция, характерная для предгорной зоны. При V стадии рекреационной дигрессии, относительно I стадии, во внутренней и внешней частях ценогенного поля напряженность снижается больше, чем в предгорной зоне, что указывает на меньшую устойчивость дуба к рекреационному воздействию на границе высотного ареала.

Ценогенное поле в среднегорной зоне, создаваемое буком при I-II стадиях рекреационной дигрессии, хотя и охватывает меньшее пространство, чем дуб, в пределах одной высотной зоны, но во внутренней и внешней его части отмечается более сильное влияние на растения низших ярусов. При III-IV стадиях зависимость меняется на противоположную – влияние дуба на напочвенный покров выше. При V стадии у бука ценогенное поле выше на наружной границе и внешней зоне поля, что указывает на большую рекреационную устойчивость дубового древостоя при III-IV стадиях рекреационной дигрессии, и большую устойчивость бука при V стадии.

В горной зоне на всем диапазоне рекреационных нагрузок охватывается большее пространство и оказывается более сильное влияние, чем в среднегорном районе. При этом, на IV и V стадиях, площадь внешней зоны сокращается, что указывает на рост трансформации вида-эдификатора.

Можно сделать следующие выводы:

1. Активная фракция корней при I-II стадиях рекреационной дигрессии характеризуется большими показателями в буковых консорциях. При III стадии в дубовой консорции происходит подъем корненаасыщенности и доли активной фракции, в результате снижения корневой конкуренции в результате значительной элиминации автотрофных консортов. При IV-V стадиях большая корненаасыщенность характерна для дубовых консорций.

2. Показатель доли физиологически активных окончаний проявляет большую чувствительность на изменение высотной зональности и видовую принадлежность детерминанта консорции, чем общий показатель корненаасыщенности.

3. В дубовой консорции предгорной и среднегорной высотной зоны при II стадии рекреационной дигрессии напряженность ценогенного поля во внутренней части трансформируется на 1–11%, внешней – 33–40%. При III стадии происходит подъем напряженности в 1–5 (внутренняя часть) – 1–7 (внешняя) раза. При IV стадии дигрессии напряженность поля во внутренней части снижается на 13–40%, а во внешней зоне остается выше в 1-3 раза. V стадии характеризуется снижением напряженности поля во внутренней (на 61–64%) и внешней (на 60–80%) части, с большими значениями в среднегорной высотной зоне.

4. В буковых консорциях внутренняя часть ценогенного поля трансформируется меньше (на 14–30%), чем внешняя, составляя: при II стадии рекреационной дигрессии 5–8%; III – 18–35%; IV – 21–42%; V – 50–60%. Внешняя часть поля трансформируется: при III стадии на 38–43%; IV – 60–63%; V – 70–83%. При этом меньшие величины характерны для горной высотной зоны, а большие – для среднегорной.

5. Величина внутренней зоны ценогенного поля при I стадии рекреационной дигрессии на 48–54% зависит от вида-детерминанта консорции и на 39–43% от доли физиологически активной фракции корней, а величина внешней зоны поля – на 66–71% от высотной зональности и на 22–26% от доли активной фракции. В рекреационно выраженных условиях величины внутренней и внешней зон ценогенного поля на 88–93% зависят от величины рекреационного воздействия и на 4-5% от доли активной корневой фракции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уранов А.А., Михайлова Н.Ф. Из опыта изучения фитогенного поля *Stipa pennata* L. // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1974. – Вып. 5. – С. 151–159.
2. Михайлова Н.Ф. Об изучении фитогенного поля у плотнотравянистых злаков // Структура и динамика растительного покрова. – М., 1977. – С. 114–116.
3. Михайлова Н.Ф. Размещение особей одного вида относительно особей

- другого вида-эдификатора (к проблеме фитогенного поля): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1975. – 24 с.
4. *Заугольнова Л.Б., Михайлова Н.Ф.* Структура фитогенного поля у некоторых плотнoderновинных злаков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1978, 83 (6). – С. 79–89.
 5. *Катенин А.Е.* Растительность лесотундрового стационара // Почвы и растительность восточноевропейской лесотундры. – Л., 1972. – С. 118–259.
 6. *Норин Б.Н.* Некоторые вопросы теории фитоценологии. Ценогическая система, ценогические отношения, фитогенное поле // Ботанический журнал. – 1987, 72, № 9. – С. 1161–1174.
 7. *Колесников В.А.* Методы изучения корневой системы древесных растений. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 152 с.
 8. *Лащинский Н.Н., Гинзбург Э.Х.* К методике определения влияния деревьев на структуру травяного покрова в парковых сосновых лесах Нижнего Приангарья // Изв. СО АН СССР, сер. биол. наук. – 1972, 5. – Вып. 1. – С. 128–131.
 9. *Щербина В.Г.* Фоновые экосистемы санно-бобслейного комплекса. – Кривой Рог: Видавничий дім, 2010. – 176 с.
 10. *Василевич В.И.* Выявление границ в растительном покрове // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1975. – Вып. 2. – С. 94–104.
 11. *Ипатов В.С., Кирикова Л.А.* Статистический анализ квантованности растительного покрова // Ботанический журнал. – 1985, 70. – № 2. – С. 255–261.
 12. *Мальцев М.П.* Бук. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 80 с.
 13. *Щербина В.Г.* Изменения корневой системы бука восточного под воздействием неорганизованной рекреации // Тр. КубГАУ. – 2007. – № 4 (8). – С. 121–124.
 14. *Щербина Ю.Г., Щербина В.Г., Волков А.Н.* Биогеоценогическая инерция возрастной структуры древостоев: Учебное пособие. – Кривой Рог: Изд-во «Минерал», 2011. – 267 с.
 15. *Щербина В.Г.* Экологические особенности цикличности лесных биогеоценозов: Учебное пособие. – Кривой Рог: Изд-во «Минерал», 2006. – 120 с.
 16. *Щербина В.Г.* Экологические аспекты буковых экосистем. 3-е изд, доп., перераб. – Кривой Рог: Изд-во «Минерал», 2005. – 410 с.
 17. *Щербина В.Г., Щербина Ю.Г.* Рекреационные ресурсы Северного Кавказа. Часть I. Буковые экосистемы: Учебное пособие. – Кривой Рог: Изд-во «Минерал», 2006. – 500 с.
 18. *Щербина Ю.Г., Щербина В.Г., Волков А.Н.* Биохорный эндоэкогенез природно-территориального комплекса. – Кривой Рог: «Видавничий дім», 2012. – 264 с.
 19. *Щербина В.Г.* Экологические принципы лесосеменного районирования Северного Кавказа: Учебное пособие. – Кривой Рог: Изд-во «Минерал», 2006. – 152 с.
 20. *Щербина В.Г.* Экогетология Кавказа. – Кривой Рог: Изд-во «Видавничий дім», 2008. – 316 с.
 21. *Щербина В.Г.* Рекреационная индикация субтропических буковых биогеоценозов. 2 изд., доп. и перераб. – Кривой Рог: Изд-во «Минерал», 2005. – 352 с.
 22. *Щербина В.Г., Битюков Н.А., Гордиенко В.П.* Экологический мониторинг. – Кривой Рог: Изд-во «Наука», 2008. – 363 с.
 23. *Погребняк П.С.* Общее лесоводство. – М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1963. – 399 с.
 24. *Добрынин А.П.* Влияние интенсивных рекреационных нагрузок на состояние корневой системы дуба монгольского // Экология. – 1990. – № 2. – С. 74–77.
 25. *Щербина В.Г., Волков А.Н.* Механизмы динамики устойчивости антропогенно трансформированных интегрированных экосистем // Строительство в прибрежных курортных регионах: IV Междунар. науч.-прак. конф., 15–20 мая 2006 г. – Сочи, СГУТиКД, 2006. – С. 46–50.