

A  
195

На правах рукописи

*Handwritten signature*

Дюбанова Наталья Владимировна

**МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА  
ОБЫКНОВЕННОГО В ПРИПЫШМИНСКИХ БОРАХ  
ПОДЗОНЫ ПРЕДЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

06.03.02 - Лесоведение и лесоводство, лесоустройство и лесная  
таксация

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Екатеринбург - 2013

A-1737

Работа выполнена в лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса ФГБУН «Ботанический сад» Уральского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: Петрова Ирина Владимировна, доктор биологических наук

Официальные оппоненты: Кожевников Алексей Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра ботаники и защиты леса, заведующий

Горланова Людмила Аркадьевна, кандидат биологических наук, ФГБУН «Институт экологии растений и животных», научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится 18 июня 2013 года в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу:

620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Автореферат разослан 17 мая 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного  
совета, канд. с.-х. наук,  
доцент



Магасумова Альфия Гаптрауфовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.) является одним из широко распространенных и ценотически важных видов подлеска хвойных лесов Северной Евразии и перспективным для интродукции и озеленения видов семейства кипарисовых. Однако информация о распространении, морфоэкологических особенностях его структуры, роста и семеношения в различных типах леса, особенно в Западной Сибири, недостаточна. Почти не изучены его эколого-морфологические изменения под влиянием таких глобальных лесоразрушающих факторов как сплошные рубки и пожары, а также ценоэкологические особенности изменений морфологических параметров ценопопуляций можжевельника под влиянием изменений структуры и конкуренции древостоя-эдификатора.

**Цель диссертации.** Изучение лесотипологического распределения, морфологической структуры, жизненности, роста и семеношения в зависимости от структуры и конкуренции древостоя-эдификатора, а также на сплошных вырубках и гарях в преобладающих типах леса сосновых лесов подзоны предлесостепи Западной Сибири (на примере Припышминских боров).

**Задачи диссертации.** 1. Изучение лесотипологического распределения, численности, возрастной, высотной структуры и проективного покрытия ценопопуляций можжевельника под пологом древостоев. 2. Изучение роста, морфогенеза и жизненности особей можжевельника под пологом древостоев и на вырубках. 3. Изучение половой структуры и семеношения ценопопуляций можжевельника. 4. Количественный анализ структурно-функциональных связей роста и жизненности можжевельника с параметрами структуры и конкуренции древостоя-эдификатора. 5. Изучение возрастной структуры и жизненности ценопопуляций можжевельника после сплошной рубки. 6. Разработка рекомендаций по сохранению природных ценопопуляций можжевельника обыкновенного и его интродукции.

**Обоснованность результатов исследований.** Научные положения, выводы и рекомендации диссертации обоснованы соответствующими цели, задачам и объектам изучения апробированными методическими подходами и методами, достаточным объемом, репрезентативностью и уровнем анализа фактических данных и применением современных математических методов.

**Научная новизна.** Впервые на южной границе ареала можжевельника обыкновенного в сосновых лесах подзоны предлесостепи Западной Сибири изучены рост, морфогенез и семеношение его особей, возрастная и половая структура, проективное покрытие и жизненность ценопопуляций под пологом древостоев в преобладающих типах леса. Впервые в лесоведении на количественном уровне выявлена связь роста и жизненности можжевельника с изменениями структуры и конкуренции древостоя-эдификатора и светового режима под его пологом.

**На защиту выносятся следующие положения:** 1. Лесотипологическое распределение проективного покрытия и жизненности можжевельника обыкновенного в Припышминских борах предлесостепи Западной Сибири. 2.

Научная библиотека  
УГЛТУ  
г. Екатеринбург

Параметры роста, морфогенеза особей и проективного покрытия, возрастной, половой структуры и семеношения ценопопуляций можжевельника под пологом древостоев и на сплошных вырубках в преобладающих типах леса. 3. Структурно-функциональные связи параметров роста и жизнестойкости можжевельника обыкновенного с конкуренцией древостоя-эдификатора и уровнем ФАР.

**Практическая полезность и реализация результатов.** Составлены схематические карты ареала можжевельника обыкновенного в национальном парке «Припышминские боры» на площади 49,5 тыс. га и разработаны лесоводственные рекомендации по сохранению и введению его в культуру.

**Апробация работы и научные публикации.** Основные результаты исследований представлены и доложены на: III Всероссийской научной конференции «Принципы и способы сохранения биоразнообразия» (Йошкар-Ола, Пущино, 2008); I Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Фундаментальные и прикладные исследования в биологии» (Донецк, 2009); I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Проблемы сохранения биологического разнообразия Волжского бассейна и сопредельных территорий» (Чебоксары, 2009); научно-практической конференции, посвященной 5-летию природного парка «Река Чусовая» «Охрана, экопросвещение, рекреационная деятельность, изучение биоразнообразия и культурного наследия на ООПТ» (Нижний Тагил, 2009); III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования» (Нижний Тагил, 2010); Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия на охраняемых и иных территориях» (Уфа, 2010); II Международной научно-практической конференции «Биодиверситология: современные проблемы сохранения и изучения биологического разнообразия» (Чебоксары, 2010); Всероссийской научной конференции «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» (Санкт-Петербург, 2011). Основные положения диссертации изложены в 12 печатных работах, в т.ч. 2 в рецензируемых журналах.

**Личный вклад автора** заключается в анализе состояния проблемы, определении цели и основных задач программы, выборе адекватных методов и объектов исследований, сборе, обработке и анализе их результатов, формулировании выводов и рекомендаций по введению можжевельника в культуру, а также в написании и оформлении диссертационной работы.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, выводов, рекомендаций, заключения, списка литературы, включающего 136 работ, из которых 5 на иностранных языках. Диссертация изложена на 125 страницах, иллюстрирована 28 рисунками, содержит 16 таблиц и 7 приложений.

**Организация исследований.** Диссертационная работа выполнялась с 2003 по 2012 гг. на территории национального парка «Припышминские боры». В сбо-

ре материалов принимали участие сотрудники национального парка «Припышминские боры» Д. В. Прядеин, А. С. Дюбанов, Л. Л. Козулин, В. Б. Вахрушева. Работа выполнена под руководством доктора биологических наук Петровой И. В., при консультативном содействии кандидата биологических наук Санниковой Н. С. и доктора биологических наук, профессора Санникова С. Н. Всем им автор выражает искреннюю признательность.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА

В данной главе на основании предшествующих разносторонних исследований [Чудников П. И., 1930; Зубарева Р. С., 1960; Санников, 1961, 1962, 1992; Фирсова В. П., 1969; Санникова Н. С., 1984; Санников С. Н., Санникова Н. С., 1985] определено зонально-географическое положение лесного массива Припышминских боров, расположенных в западной части подзоны предлесостепи Западной Сибири [Колесников Б. П., 1956]. Кратко охарактеризованы особенности климата, рельефа, почв и растительности преобладающих типов леса сосняков, в которых наиболее распространен подлесок можжевельника обыкновенного.

### ГЛАВА 2. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Приведен обзор литературных данных предыдущих исследований по проблемам изучения лесотипологической приуроченности (экологического ареала), строения генеративных органов и репродуктивном цикле, морфоэкологических и анатомических признаков особей, возрастной структуры, семеношения в различных регионах на Русской равнине, Урале, Алтае, в Средней Сибири и других регионах [Каппер О. Г., 1954; Мухамедшин К. Д., 1970; Аксенова Н. А., 1976; Мухамедшин К. Д., Таланцев Н. К., 1982; Бакланова Е. Г., 1988; Аши, 1991а; Михеева Н. А., 2002а, 2002б; Кожевников А. П., Тишкина Е. А., Кожевникова Г. М., 2009; Кожевников А. П., Тишкина Е. А., 2009, 2011а, 2011б; Князева С. Г., 2000а, 2000б, 2010]. Охарактеризованы особенности размножения *Juniperus communis* и перечислены виды фауны, потребляющие и распространяющие его семена. Описаны различные способы предпосевной подготовки семян, а также черенкования этого вида с целью вегетативного размножения. Приведена информация о многообразном использовании можжевельника обыкновенного в хозяйстве, в фармацевтической и пищевой промышленности. Сделан вывод о недостаточной изученности лесотипологических различий можжевельника обыкновенного, а также о почти полной неизученности влияния структуры и конкуренции древостоя-эдификатора на рост, жизнестойкость и семеношение *Juniperus communis*.

### ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Объекты изучения.** Объектами исследований являлись естественные ценопопуляции можжевельника обыкновенного в преобладающих типах сосновых

лесов национального парка «Припышминские боры» – в черничнике, бруснично-черничном и злаково-мелкотравном (далее – «сосняк травяной») под пологом средневозрастных древостоев со средней полнотой 0,6 - 0,7, максимально варьирующей на пробной площади (ПП), что позволяет выявить влияние изменений структуры и конкуренции древостоя на структуру, рост и жизненность можжевельника. Всего заложено 600 учетных площадок (УП) – по 100 на каждой ПП под пологом древостоев, а также на гарях и вырубках.

**Принципы и методы исследования.** В исследованиях применялись методические принципы популяционных лесозокологических исследований [Санников С. Н., Санникова Н. С., 1985]: 1. Лесотиполого-экологический – сравнительное количественное изучение параметров среды, структуры и возобновления ценопопуляций можжевельника обыкновенного на вырубках и гарях в различных типах леса. 2. Микроэкосистемный – сопряженный количественный анализ хронологических изменений структуры и функций можжевельника в зависимости от структуры и функций древостоя-эдификатора по методике Н. С. Санниковой (1992).

Фотосинтетически активная радиация (ФАР) измерена на всех ПП в общем на 600 учетных площадках в пасмурный день (облачность 10 баллов) в 12-14 часов люксметром Ю-16 на высоте 1,3 м. Относительная ФАР выражалась в процентах от освещенности (в люксах) на ближайшем открытом месте.

**Рост и морфогенез особей.** На каждой из ПП заложено по 1 трансекте, на которых производился учет всех экземпляров можжевельника, определялись его проективные покрытие кроны и биометрические показатели (диаметр и высота, возраст - по числу годичных колец на поперечном срезе ствола у шейки корня, прирост терминального побега). У каждого отдельно растущего экземпляра измерялись прирост осевого побега можжевельника за три последних года, фиксировалась жизненная форма растения: дерево, куст, стланик. Отмечалась форма ствола: прямой, слегка изогнут в виде латинской буквы «L», изогнут в виде русской буквы «С», изогнут в виде латинской буквы «S», «V»-образный. По жизнеспособности различались здоровые, слабо-, средне- и сильно угнетенные, а также механически поврежденные, больные (усыхающие) и мертвые экземпляры. К числу здоровых отнесены особи с прогрессирующим среднегодовым приростом терминального побега за последние 3 года более 5% от общей высоты растения, незначительно ослабленных – 4–5%, средне ослабленных – 3–4%, сильно ослабленных – 2–3%, усыхающих – менее 2%.

**Микроэкосистемный анализ связей с древостоем-эдификатором.** Сопряженный анализ структуры древостоя, можжевельного подлеска и факторов среды (по Санниковой Н. С., 1992) выполнялся на 100 круговых УП в каждом типе леса: сосняках черничнике, бруснично-черничном и травяном. Проведено измерение диаметра на высоте 1,3 м всех живых деревьев и их расстояния от куста можжевельника, который находился на круговой УП радиусом 10 м. Площадки размещались на ПП систематически выборочно на 3 - 5 параллельных трансектах, которые пересекали участки с различной плотностью древостоя. Расстояние между рядами составляло 10–20 м, между центрами площадок в ряду

– 5 - 10 м. Каждая круговая учетная площадка рассматривалась как элемент «микроэкосистемы» в пределах биогеоценоза [Санникова Н. С., 1992]. Конкурентная роль корневой системы дерева тесно коррелирует с его текущим приростом по объему фитомассы [Санникова Н. С., 1984], площадью сечения его ствола. Можно допустить, что фактор корневой конкуренции дерева пропорционален площади сечения ствола ( $S_{1,3}$ ) и находится в обратной связи с расстоянием до дерева от центра учетной площадки ( $D$ ) [Stern K., 1966]. Для оценки корневой конкуренции интегральный «показатель Штерна» ( $S_{1,3} / D$ ) конкуренции всех ( $n$ ) деревьев, расположенных на круговой площадке, по отношению к кусту можжевельника, характеризовался суммой  $\sum S/D$ .

**Экспериментальная часть.** В различных типах леса на вырубках и гарях заложены опытные посеы семян можжевельника (60 площадок размером 50 x 50 см в 10-кратной повторности по 100 семян). Семена высевались извлеченными из шишкоягод и в шишкоягодах. Требования к влаге прорастающих семян можжевельника изучалась в серии лабораторных опытов в климатической камере. Стратифицированные и скарифицированные семена высевались в различные типы субстрата: моховой, песчаный, гаревой, хвойную подстилку (по 50 семян в пятикратной повторности для каждого из следующих режимов влажности: 10, 25, 50% по объему). Кроме того, апробировано и размножение можжевельника способом черенкования. Для выявления зависимости численности, жизнеспособности и роста ценопопуляций можжевельника от структуры древостоя и среды для основных ПП выполнен корреляционно-регрессионный анализ с использованием программы STATISTICA с учетом соответствующих рекомендаций [Василевич В. И., 1969; Рокицкий П. Ф., 1973; Зайцев Г. Н., 1984]. По результатам анализа производилась оценка относительной роли факторов в возобновлении.

#### ГЛАВА 4. ЛЕСОТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АРЕАЛ, РОСТ, МОРФОГЕНЕЗ И ЖИЗНЕННОСТЬ ОСОБЕЙ

**Рост и жизненность.** Средняя высота можжевельника в сосняке бруснично-черничном ( $92,8 \pm 5,78$  см) достоверно меньше, чем в сосняке-черничнике ( $124,4 \pm 3,16$  см), где она максимальна, как и средний диаметр главного осевого побега у шейки корня ( $33,2 \pm 0,28$  мм). В целом, биометрические показатели можжевельника во всех типах леса варьируют по высоте от 36,4 до 62,8%, а по диаметру от 40,8 до 72,8%. Среднегодовой прирост его терминальных (осевых) побегов в сосняке бруснично-черничном за последние 3 года составил  $80,5 \pm 3,12$  мм при максимуме 155 мм и минимуме 13 мм. Между диаметром осевого побега у шейки корня и высотой можжевельника наблюдается высокая теснота связи (коэффициент регрессии  $0,76 - 0,79$ ,  $p < 0,05$ ). Связь между диаметром у шейки корня и длиной терминального побега также достоверна ( $p < 0,05$ ).

Подлесок можжевельника в Припышминском массиве в основном принадлежит к категории незначительно ослабленных растений (рис. 1). Доля здоровых особей заметно выше в сосняке бруснично-черничном (22,3%), в то время как

доля сильно ослабленных растений в этом же типе леса ниже (1,7%). В сосняках травяном и черничнике доля сильно ослабленных особей составила 9,0 и 6,2% соответственно.

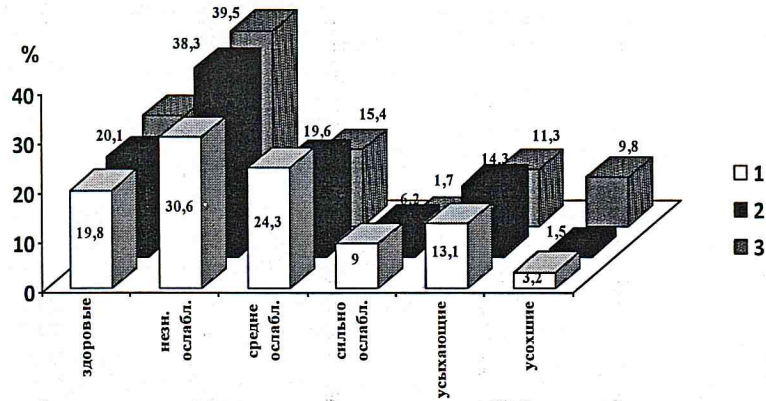


Рис. 1. Распределение можжевельника обыкновенного по категориям жизненно-го состояния (%). Сосняки: 1 – травяной, 2 – черничник, 3 – бруснично-черничный.

**Морфологические особенности.** Преобладающей жизненной формой можжевельников в Припышминских борах является кустарниковая распростертая. Встречаемость стланиковой формы можжевельника составляет 5,5% в сосняке-черничнике и 3,4% в сосняке бруснично-черничном. Присутствие прямостоящих растений достигает 10% в сосняке-черничнике, в бруснично-черничном 7 и в травяном 1,5%. Редкий экземпляр древовидной морфы обнаружен на окраине Бахметского болота: около 8 метров высотой с одним главным стволом и очень узкой кроной (с диаметром не более 50 см) в терминальной части кроны.

От 1,9 (в сосняке бруснично-черничном) до 54,9% (в сосняке травяном) стволов можжевельника имеют изгиб у корневой шейки в виде латинской буквы «L». Встречаемость особей с формой ствола в виде буквы «С» колеблется от 8,3% в сосняке травяном до 47,1% в сосняке бруснично-черничном, а в виде латинской буквы «S» - от 10,1 в сосняке-черничнике до 39,2% в бруснично-черничном и 33,8% в сосняке травяном. В сосняках травяном и бруснично-черничном единично встречаются раздвоенные стволы в виде латинской буквы «V» (1,6 и 5,0%, соответственно).

**Опыты по искусственному разведению.** В связи с полной «невсхожестью» семян (вероятно, требующих более длительной стратификации), появления всходов как из семян, так и из шишкоягод не установлено. Средняя укореняемость черенков составила 12,5%.

**ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ**

**Численность.** Средняя степень положительной связи проективного покрытия можжевельника обыкновенного с относительной ФАР показана на рисунке 2.

Корреляционные связи между проективным покрытием можжевельника и конкуренцией древостоя, выраженной через «показатель Штерна» аппроксимируются логарифмическими уравнениями в сосняках бруснично-черничном и травяном, а в сосняке-черничнике – отрицательной степенной функцией. Коэффициенты детерминации связи колеблются в узких пределах ( $R^2$  от 0,35 до 0,38,  $p < 0,05$ ), отражая достоверную связь проективного покрытия с конкуренцией древостоя.

Положительная достоверная корреляция между проективным покрытием можжевельника и его численностью на УП аппроксимируется экспонентой ( $y = 1,93e^{0,03x}$ ,  $R^2 = 0,36$ ,  $p < 0,05$ ) в сосняке бруснично-черничном, степенным уравнением в сосняке-черничнике ( $y = 0,38x^{-0,7}$ ,  $R^2 = 0,56$ ,  $p < 0,05$ ) и линейным в сосняке травяном ( $y = 0,1x + 1$ ,  $R^2 = 0,46$ ,  $p < 0,05$ ).

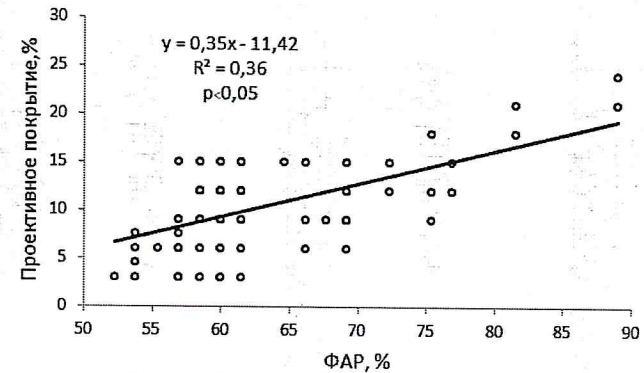


Рис. 2. Связь проективного покрытия можжевельника обыкновенного с ФАР в сосняке-черничнике.

**Жизненность.** Положительная связь между жизненным состоянием можжевельника и относительной ФАР аппроксимируется линейным уравнением в сосняке бруснично-черничном ( $y = 0,21x - 8,56$ ,  $R^2 = 0,34$ ,  $p < 0,05$ ) и степенными уравнениями в сосняке-черничнике (рис. 3) и сосняке травяном ( $y = 7E - 09x^{3,7}$ ,  $R^2 = 0,42$ ,  $p < 0,05$ ).

Связь жизненного состояния с показателем Штерна выражается логарифмическим уравнением в сосняке бруснично-черничном ( $y = -3,9 \ln(x) + 3,9$ ,  $R^2 = 0,38$ ,  $p < 0,05$ ), экспоненциальным уравнением в сосняке-черничнике ( $y = 9,6e^{-1,08x}$ ,  $R^2 = 0,42$ ,  $p < 0,05$ ) и степенным в сосняке травяном ( $y = 1,8x^{-1,1}$ ,  $R^2 = 0,41$ ,  $p < 0,05$ ).

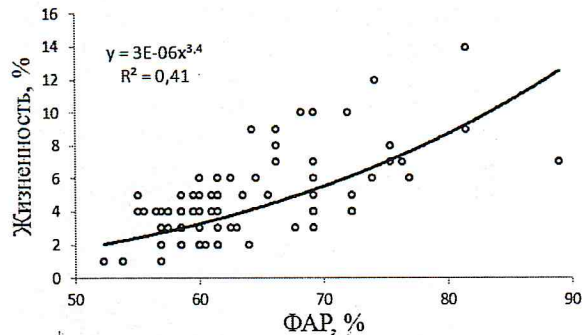


Рис. 3. Связь жизненного состояния можжевельника и относительной ФАР в сосняке-черничнике.

Абсолютная полнота древостоя оказывает отрицательное влияние на жизненное состояние можжевельника (рис. 4). Коэффициенты детерминации почти не различаются по типам леса: в сосняке-черничнике и бруснично-черничном  $R^2 = 0,39$ , а в сосняке травяном  $R^2 = 0,40$ , показатели  $p$  не превышают 0,05, что указывает на достоверность выявленных связей. Полученная гиперболическая форма связи отражает конкурентное влияние этого фактора на жизненность и формирование можжевельного подлеска.

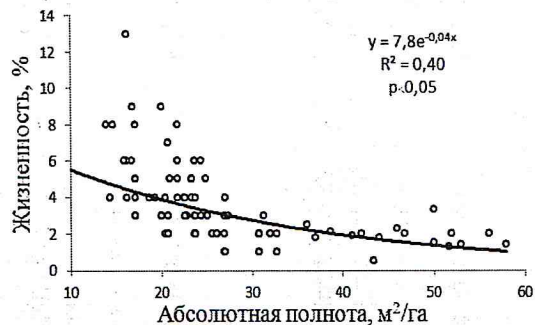


Рис. 4. Связь жизненного состояния можжевельника с абсолютной полнотой в сосняке травяном.

**Возрастная структура.** Средняя высота яруса можжевельника во всех изучавшихся типах леса не превышает 3 м. Средний возраст ценопопуляций можжевельника под пологом древостоев 72 – 86 - летнего возраста на 28 – 35 лет ниже возраста древостоев. Это свидетельствует о возобновлении ценопопуляций можжевельника обыкновенного под пологом древостоев сосны 35 – 55 - летнего возраста, когда биоценоэкологические факторы, по-видимому, становятся достаточно благоприятными для зоохорной иммиграции и семенного возобновления можжевельника (рис. 5).

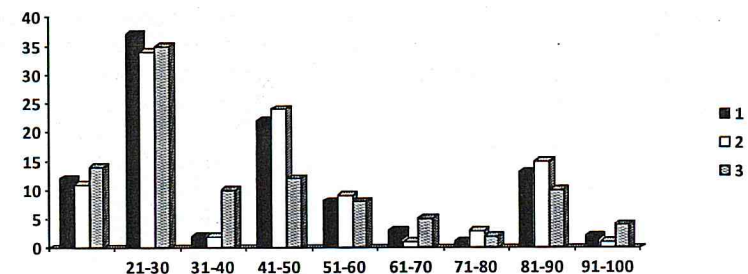


Рис. 5. Возрастные спектры ценопопуляций можжевельника обыкновенного. Сосняки: 1 – бруснично-черничный, 2 – черничник, 3 – травяной.

**Половая структура.** Под пологом древостоев средней полноты (0,6 – 0,7) почти независимо от лесорастительных условий, преобладают стерильные особи. Доля их колеблется в довольно узких пределах: сосняк-черничник – 42,6%, бруснично-черничный – 38,2% и травяной – 39,3% от общего количества (таблица 1).

В целом можно констатировать резкие различия в половой структуре ценопопуляций под пологом леса по отношению к открытым местообитаниям и предположить соответствующее увеличение репродуктивного потенциала после высвобождения можжевельника от конкурентного влияния древостоя.

Таблица 1 - Половая структура ценопопуляций можжевельника обыкновенного

Сосняки	Встречаемость типов пола, %*		
	мужской	женский	стерильный
бруснично-черничный	25,5	36,3	38,2
	45,7	42,8	11,5
черничник	38,2	19,2	42,6
	43,2	44,2	12,6
травяной	29	31,7	39,3
	40,1	46,8	13,1

\* Примечание: над чертой - под пологом древостоя, под чертой – на открытых местообитаниях (вырубках и гарях)

**Семенная репродукция.** Установлено почти полное отсутствие семеношения особей можжевельника, произрастающих под пологом древостоя сосны с полнотой более 0,7 (менее 7 г/га). Самыми продуктивными по урожаю шишкочкогод оказались средневозрастные сосняки-черничники и бруснично-черничные полнотой 0,5 – 0,6 (в 2007 г. урожай составил  $7,53 \pm 0,53$  и  $4,49 \pm 0,46$  кг/га, соответственно). В связи с дефицитом ФАР и корневой конкуренцией древостоев-эдификатора доля генеративных особей под пологом древостоев не превышает 36,3%, среднее количество шишкочкогод на одной особи  $10,0 \pm 1,3$  шт., число семян –

27,0 ± 3,2 шт. Общее число семян на 1 га даже в сосняке-черничнике, где оно максимально – не более 3500 шт.; в сосняке бруснично-черничном количество семян в 1,5 раза, а в сосняке травяном в 3 раза меньше, чем в сосняке-черничнике.

**Естественное возобновление.** Естественное возобновление ценопопуляций можжевельника под пологом древостоев происходит преимущественно вегетативным путем в результате укоренения нижних латеральных ветвей, погрбенных подстилкой или мхом. Под пологом леса возобновление можжевельника протекает при постоянном дефиците ФАР. В сосновых лесах с полнотой более 0,5 – 0,6 под полог проникает от 20 до 40% ФАР от освещенности на открытом месте. Семенное возобновление можжевельника, вероятно, происходит в результате зоохорного распространения семян после длительного срока их стратификации в верхнем слое подстилки или мохового покрова.

## ГЛАВА 6. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО НА ОТКРЫТЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ

**Параметры можжевельника на сплошных вырубках.** Наивысшее среднее проективное покрытие можжевельника (28,7%) обнаружено в сосняке бруснично-черничном под пологом 40–60-летнего древостоя с полнотой 0,7. Лучшие условия для естественного возобновления можжевельника, по-видимому, складываются в средневозрастных сосняках бруснично-черничных с полнотой древостоя около 0,7. Средний возраст можжевельника здесь несколько выше, чем в других типах леса (20,2 года), а его максимальное проективное покрытие достигает 80%. В сомкнутых ельниках можжевельник изредка встречается в разреженных древостоях относительно влажных типов леса на наноповышениях рельефа. В производных березняках и осинниках, возникших на вырубках, можжевельник также встречается лишь единично. Это связано с особенностями динамики развития мелколиственных видов: очень высокая плотность их порослевого возобновления, крайне неблагоприятный световой режим до и в течение 30–40 лет после рубки, сомкнутость полога 1,0 и выше. Кроме того, здесь интенсивно развиваются травянистая растительность и задернение злаками [Санников С. Н., 1992], почти полностью исключаящие семенное возобновление можжевельника.

**Параметры можжевельника на гарях.** В сосняке бруснично-черничном сразу после интенсивного пожара, в результате которого выгорело более 80% исходной толщины мохово-хвоевого субстрата, толщина его уменьшилась с  $6,4 \pm 0,25$  до  $1,2 \pm 0,24$  см. После беглого весеннего пожара толщина мохово-хвоевого субстрата снизилась с  $6,8 \pm 0,3$  до  $3,2 \pm 0,5$  см. В первые 5–7 лет в связи с распространением политриховых мхов и под влиянием дождей осадков происходит некоторое уплотнение гаревого субстрата. Позднее, на 10–15-й годы после пожара, из-за накопления свежего опада толщина подстилки увеличивается, приближаясь к таковой на негорелых участках. На 15-й год относительная ФАР возросла до 38%, однако возобновления можжевельника на этом и других участках, пройденных пожаром, обнаружено не было. В первые 2–3 года

после пожара световое довольствие (относительная ФАР 30 – 40%), по-видимому, вполне достаточно для выживания и роста всходов можжевельника. Однако из-за малого количества источников семян (не более 10% генеративно зрелых особей можжевельника), на участках гарей 2 – 15-летней давности, а также, вероятно, из-за слабого заноса семян извне, всходов и подростов можжевельника послепожарных генераций не найдено. Прогноз дальнейшего возобновления можжевельника на горелых участках также весьма неблагоприятен. Можжевельник по степени пожароустойчивости относится к видам «неустойчивым к пожару». Почки возобновления у можжевельника обыкновенного образуются в надземной части. Кора очень тонкая, отслаивающаяся и горимая, камбиальные слои залегают близко к поверхности. Эти морфологические особенности растений определяют слабую устойчивость к пожарам и почти полное отсутствие послепожарного вегетативного возобновления. Пожары являются главным экзогенным фактором, лимитирующим успешность долговременного выживания можжевельника. На ПП в сосняке бруснично-черничном на большинстве гарей можжевельник предыдущих генераций почти полностью погиб даже при слабом низовом пожаре. Отмечена лишь незначительная сохранность живых вегетативных особей (до 10%). Вероятно, при пожаре часть спящих (латентных) почек на приземленных ветвях сохранилась.

В целом на наших ПП особи последующего семенного возобновления на гарях за 10 – 15 последних лет не обнаружены. Цикл пожаров в одном биогеоценозе составляет в нашем регионе 30 – 50 лет [Санников С. Н., 1992]. Раньше, когда пожары были нерегулируемые, выгорали очень большие территории лесов. Фаунистический комплекс агентов распространения семян можжевельника относительно стабилен. Тем не менее, в настоящее время при участившихся пожарах в антропогенных лесных экосистемах семенное возобновление можжевельника на гарях носит случайный, крайне нерегулярный характер. В целом, влияние частоты пожаров на возобновление этого вида требует дальнейшего более детального изучения.

## ГЛАВА 7. АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ РОСТА И ЖИЗНЕННОСТИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО СО СТРУКТУРОЙ И КОНКУРЕНЦИЕЙ ДРЕВОСТОЯ

**Связь с конкуренцией древостоя.** Задача данной главы – выявление связей роста и жизненности можжевельника с хорологическими изменениями структуры и конкуренции древостоя и светового режима под его пологом в пределах одного биогеоценоза. Полученные нами на основе микроэкосистемного анализа уравнения регрессии имеют следующий вид:  $y = 8,0e^{-0,5x}$ ,  $r = -0,60$ ;  $p < 0,05$  (сосняк бруснично-черничный),  $y = 4,1x^{-0,47}$ ,  $r = -0,55$ ;  $p < 0,05$  (сосняк-черничник),  $y = 3,61x^{-0,64}$ ,  $r = -0,57$ ;  $p < 0,05$  (сосняк травяной), где  $y$  – среднегодовой текущий прирост терминальных побегов главной оси можжевельника (в высоту),  $x$  – показатель корневой конкуренции древостоя Штерна (рис. 6). Таким образом, с увеличением показателя Штерна прирост осевого побега можжевельника во всех изучавшихся типах леса достоверно уменьшается. При этом во всех

типах леса влияние древостоя на рост осевых побегов примерно одинаковое. Более тесные связи параметров прироста можжевельника могут быть получены с помощью экологически обоснованного индекса корневой конкуренции древостоя [Санников С. Н., Санникова Н. С., Петрова И. В., 2012].

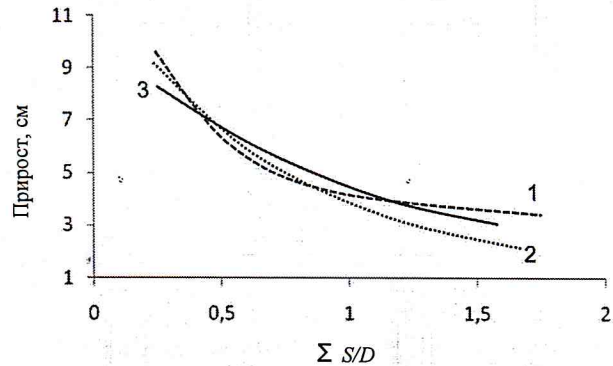


Рис. 6. Связь прироста осевого побега можжевельника с индексом конкуренции древостоя ( $\Sigma S/D$ ). Сосняки: 1 – черничник, 2 – травяной, 3 – бруснично-черничный.

**Связь с ФАР.** Положительная корреляция прироста можжевельника с ФАР оказалась самой высокой в сосняке-черничнике ( $R^2 = 0,54$ ), всего ниже в сосняке травяном ( $R^2 = 0,43$ ) (рис. 7).

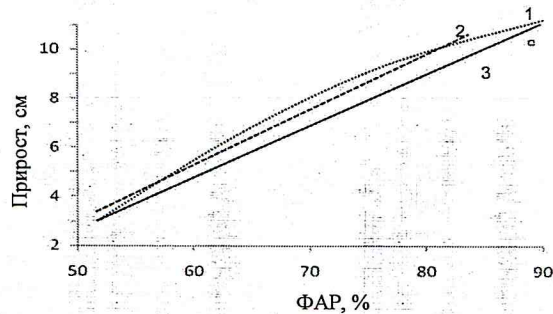


Рис. 7. Связь прироста осевого побега можжевельника с относительной ФАР. Сосняки: 1 - бруснично-черничный, 2 - черничник, 3 – травяной.

В сосняке-черничнике достоверные связи ( $p < 0,05$ ) прироста терминальных побегов можжевельника обыкновенного выявлены на уровне  $r = -0,55$  с показателем конкуренции Штерна (рис. 6) и  $r = 0,54$  с ФАР. В целом установленные на примере трех типов леса достаточно высокие уровни связи свидетельствуют о ведущей роли факторов общей конкуренции древостоя в формировании структуры и функций можжевельника обыкновенного.

### РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе результатов исследований можно предложить следующие рекомендации: 1. В связи с тем, что под влиянием рубок и частых антропогенных пожаров можжевельник обыкновенный, по-видимому, частью утрачивает свои коренные фитоценологические позиции, необходимо: а) проводить более интенсивные противопожарные мероприятия; б) исключить предпочитаемые местообитания можжевельника из сферы интенсивного лесопользования; в) расширить площадь охраняемых природных территорий с его проективным покрытием более 15 – 20%; г) проводить на них частичное равномерное разреживание древостоя (до полноты 0,5–0,6) с целью уменьшения его корневой и световой конкуренции. 2. Перспективными для заготовки шишкоягод можжевельника считать его заросли под пологом древостоев с полнотой 0,5 - 0,6 в сосняках-черничниках и бруснично-черничных при проективном покрытии не менее 20 – 30% с урожайностью шишек до 12 - 16 кг/га. 3. Учитывая хорошую укореняемость черенков в условиях культуры (питомники, частные сады) целесообразно организовать создание семенных плантаций и выращивание вегетативных саженцев предпочитаемых формотипов можжевельника обыкновенного для широкого использования в качестве декоративного кустарника в садах и парках.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлесостепные сосновые леса Припышминских боров в последние столетия претерпели значительную антропогенную трансформацию. Рубки и частые пожары, повторяющиеся с интервалом от 30 до 80 лет, изменили их первоначальный облик – сократились общая площадь массивов, доля участия хвойных видов. Проведенные нами исследования в лесорастительных условиях предлесостепных сосново-березовых лесов западной части Западной Сибири позволили получить результаты, показывающие отрицательное воздействие пожаров и сплошных рубок различной давности на распространение и структуру ценопопуляций можжевельника. Площадь, пригодная для произрастания можжевельника сократилась и продолжает сокращаться.

Под пологом древостоев модальной полноты (0,6 - 0,8) в Припышминских борах подзоны предлесостепи Западной Сибири максимум численности, проективного покрытия, жизненности, семеношения и фитоценологический оптимум эоареала ценопопуляций можжевельника обыкновенного находятся в сосняках зеленомошной группы *Pineta hylacomiosa* (черничниках и бруснично-черничных), пессимум – в сосняках лишайниковых, брусничниках и бруснично-вересковых, а в сосняках сфагновой группы он не встречается.

Состав наиболее постоянных растений, произрастающих совместно с можжевельником, позволяет считать последний одним из характерных видов сосновых и сосново-еловых лесов бореальной лесной зоны Северной Евразии.

Возрастная динамика роста особей можжевельника под сомкнутым пологом древостоев характеризуется относительно медленным текущим приростом в высоту до 20 – 25-летнего возраста, максимумом в 45 – 50-летнем возрасте и депрессией



роста в последующем. При этом средняя высота яруса можжевельника как типичного вида подлеска не превосходит 3 м.

Большая часть особей можжевельника (59 – 98%) под пологом леса относится к кустарниковой биоморфе, доля древовидной формы не превышает 37% (в сосняке бруснично-черничном), а одностовольной 1 – 10%, т.е. на порядок меньше, чем плагиотропных («С» и «S») биоморф.

В связи с дефицитом ФАР и корневой конкуренцией древостоя-эдификатора доля генеративных особей под пологом древостоев не превышает 36,3%, среднее количество шишкочагод на одной особи 9–13 шт., а число семян на одной особи – 27 шт. Общее число семян на 1 га не более 3500; в сосняке бруснично-черничном количество семян в 1,5 раза, а в сосняке травяном в 3 раза меньше, чем в сосняке-черничнике.

Средний возраст ценопопуляций можжевельника под пологом древостоев 72–86-летнего возраста на 28–35 лет ниже возраста древостоев, что свидетельствует о его возобновлении под пологом древостоев сосны 35 – 55-летнего возраста, когда биоценоэкологические факторы, по-видимому, становятся достаточно благоприятными для зоохорной иммиграции и семенного возобновления можжевельника. Последующий процесс естественного возобновления ценопопуляций можжевельника под пологом древостоев происходит преимущественно вегетативным путем в результате укоренения нижних латеральных ветвей, погребенных подстилкой или мхом. Семенное возобновление, вероятно, осуществляется в результате зоохорного распространения семян после длительного срока их стратификации в верхнем слое подстилки или мохового покрова.

Можжевельник обыкновенный характеризуется слабой пожароустойчивостью, связанной с надземным размещением латентных почек возобновления, легкой воспламеняемостью его тканей и низким расположением кроны. Семенное возобновление можжевельника на горях почти не происходит в течение первых 15 – 25 лет, что связано с огневой элиминацией источников его семян на самих горях и слабой в этот период зоохорной иммиграцией семян.

Отрицательная достоверная ( $p < 0,05$ ) корреляционная связь ( $r =$  от  $-0,55$  до  $-0,57$ ), выявленная между приростом главных терминальных побегов можжевельника и морфодендрометрическим индексом конкуренции древостоя Штерна, отражает влияние этого фактора на рост, жизненность и формирование можжевельника под пологом леса. Однако эту связь необходимо уточнить в дальнейшем с помощью обоснованных индексов конкуренции древостоя.

Достоверная ( $p < 0,05$ ) положительная корреляция прироста терминальных побегов главной оси стволов можжевельника с относительной ФАР ( $r$  от 0,43 до 0,54) свидетельствует о ведущей роли этого фактора в детерминации роста, жизненности (и, вероятно, семеношения), т.е. о значительной гелиофильности этого вида.

Судя по показателям экоареала, проективного покрытия, роста, жизненности, возрастной структуры и семеношения ценопопуляций можжевельника, в целом почвенно-климатические условия лесного массива Припышминских боров в достаточной мере удовлетворяют экологическим требованиям этого вида.

Многие вопросы, намевившиеся в итоге исследований, требуют дополнительных исследований. К ним можно отнести: более подробное изучение экологических факторов (особенно пожаров и рубок) и естественного (семенного и вегетативного) возобновления можжевельника, относительной роли световой и корневой конкуренции древостоя (с применением экофизиологически обоснованных и точных методов) в зависимости от их видового состава, полноты и стадий развития, разработку технологии семенного и вегетативного воспроизводства можжевельника обыкновенного для его интродукции и введения в культуру; создание семенных и вегетативных плантаций.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### В журналах, рекомендованных ВАК

Дюбанова Н. В. Низовые пожары, как фактор, лимитирующий распространение можжевельника обыкновенного в национальном парке «Припышминские боры» / Н. В. Дюбанова // Лесной журнал. – 2009. - № 2. - С. 18-22.

Дюбанова Н. В. Влияние корневой и световой конкуренции древостоя-эдификатора *Pinus sylvestris* L. на рост можжевельника обыкновенного / Н. В. Дюбанова, И. В. Петрова, Н. С. Санникова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - № 6. - С. 24-26.

Дюбанова Н. В. Распространение, морфо-биологическая структура можжевельника обыкновенного *Juniperus communis* L. под влиянием пожаров и сплошных рубок в Припышминском лесном массиве подзоны предлесостепных сосново-березовых лесов Зауралья (на примере национального парка «Припышминские боры») Свердловской области / Н. В. Дюбанова // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: мат-лы III Всероссийской научной конференции. - Йошкар-Ола, Пушино, 2008. – С. 330-331.

Дюбанова Н. В. Изменчивость прироста побегов можжевельника обыкновенного в течение вегетационного сезона в зависимости от метеорологических факторов на фоне уровня освещенности. / Н. В. Дюбанова // Фундаментальные и прикладные исследования в биологии: мат-лы I Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Донецк, 2009. - С. 40-41.

Дюбанова Н. В. Состояние и возрастная структура ценопопуляций можжевельника обыкновенного *Juniperus communis* L. в национальном парке «Припышминские боры» / Н. В. Дюбанова // Охрана, экопросвещение, рекреационная деятельность, изучение биоразнообразия и культурного наследия на ООПТ: мат-лы региональной научно-практической конференции, посвященной 5-летию природного парка «Река Чусовая». - Нижний Тагил, 2009. – С. 34-36.

Дюбанова Н. В. Изучение состояния ценопопуляций можжевельника обыкновенного *Juniperus communis* L. в национальном парке «Припышминские боры» / Н. В. Дюбанова // Биодиверситиология: современные проблемы сохранения и изучения биологического разнообразия: мат-лы II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2010. – С. 70-71.

А-1437

**Дюбанова Н. В.** Возобновление можжевельника обыкновенного на сплошных вырубках / Н. В. Дюбанова // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: сборник мат-лов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Нижний Тагил, 2010. - С. 191-194.

**Дюбанова Н. В.** Изучение особенностей жизненного развития и репродуктивного потенциала популяции можжевельника обыкновенного *Juniperus communis* L. в национальном парке «Припышминские боры» / Н. В. Дюбанова // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия на охраняемых и иных территориях: мат-лы Всероссийской научно-практической конференции. - Уфа, 2010. - С. 25-27.

**Дюбанова Н. В.** Экологический оптимум произрастания можжевельника обыкновенного на южной границе ареала (национальный парк «Припышминские боры») / Н. В. Дюбанова // Проблемы сохранения биологического разнообразия Волжского бассейна и сопредельных территорий: мат-лы I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. - Чебоксары, 2010. - С. 106-107.

Петрова И. В. Структурно-функциональные связи *Calluna vulgaris* Hull. и древостоя-эдикатора *Pinus silvestris* / И. В. Петрова, Ю. Д. Мищикина, Н. С. Санникова, **Н. В. Дюбанова** // Генетика, экология и география дендропопуляций и ценоэкосистем: сборник научных трудов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2010. - С. 93-98.

**Дюбанова Н. В.** Структурно-функциональные связи *Juniperus communis* L. и древостоя-эдикатора *Pinus silvestris* L. / Н. В. Дюбанова, И. В. Петрова // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: мат-лы Всероссийской научной конференции с международным участием. - СПб, 2011. - Т. 2. - С. 65-68.

Мищикина Ю. Д. Анализ зависимости проективного покрытия и роста *Calluna vulgaris* от структуры и функций древостоя-эдикатора *Pinus silvestris* в Притоболье и на Русской равнине / Ю. Д. Мищикина, И. В. Петрова, **Н. В. Дюбанова** // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы: мат-лы Всероссийской научной конференции с международным участием. - СПб, 2011. - Т. 2. - С. 156-159.

Отзывы на автореферат просим направлять в трех экземплярах с заверенными печатью подписями по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ФГБОУ ВПО «УГЛТУ», ученому секретарю диссертационного совета Магасумовой А. Г. Факс: (343) 262-96-38; e-mail: [dissovet.usfeu@mail.ru](mailto:dissovet.usfeu@mail.ru).

Подписано в печать 15 мая 2013 г. Объем 1,0 п.л. Тираж 100. Заказ № 89  
Типография «Акварель», 620062, г. Екатеринбург, ул. Ленина, 101/2.  
Тел. (343) 206-78-78. Юр. лицо: ООО «Позитив ПК».