

**Д.А. Данилов, А.А. Яковлев**

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
СМЕШАННЫХ ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ  
В ЛУЖСКО-ВОЛХОВСКОМ ЛАНДШАФТНОМ ОКРУГЕ**

*Введение.* Морфологическая структура, или совокупность генетических форм рельефа, заложенная в иерархическую систему ландшафтных единиц, обуславливает всю естественную матрицу природных комплексов [Исаченко и др., 1965; Исаченко, 1985; Пузаченко, 2002; Демаков и др., 2014]. С экологической точки зрения она статична или крайне мало динамична и остается практически неизменной на протяжении многих столетий. Это единственно возможная основа для последующего выстраивания всей системы территориальных единиц. Одним из ведущих признаков ландшафта являются почвообразующие породы и почвы [Благовидов, 1946; Исаченко и др., 1965; Чертов, 1981; Исаченко, 1985; Громцев, 2000, 2008]. Определяющее значение в формировании напочвенного покрова имеют почвообразующие породы.

Характеристика биогеоценотической структуры лесов на примере отдельных типов ландшафта показывает, что они имеют ярко выраженные особенности. Спектр, соотношение и территориальная компоновка типов смешанных хвойных древостоев в лесных биогеоценозах имеют более или менее выраженные отличия в каждом типе ландшафта и являются основополагающими при выявлении закономерностей структурной организации лесного покрова. Этот статичный каркас местообитаний определяет формирование лесных фитоценозов самых различных по строению и продуктивности и имеет ярко выраженные особенности в различных типах ландшафта, которые определяются комплексом микроклиматических и гидрологических условий, составом и мощностью четвертичных отложений и обусловленных ими почвообразовательными процессами.

Типы ландшафта отличаются по структуре местообитаний самым различным образом, и лесорастительные качества территории региона имеют ярко выраженные ландшафтные особенности.

Весьма важно отметить и ландшафтную специфику лесорастительного оптимума. Можно утверждать, что он отклоняется от среднестатистиче-

ского значения в различных типах ландшафта [Чертов, 1981; Столяров и др., 1992; Романюк, 1998; Громцев, 2000; Федорчук и др., 2005; Громцев, 2008; Киреев, 2012; Демаков и др., 2014; Демаков и др., 2016]. Применительно к проблеме классификации лесных местообитаний это означает, что наиболее распространенная и оптимальная по лесорастительным условиям в регионе зеленомошная серия типов леса неодинакова в различных ландшафтах для распространения смешанных хвойных древостоев с различной долей участия сосны и ели.

Использование в качестве ландшафтообразующего признака доминирующих производных лесов, по мнению многих исследователей, не всегда корректно, поскольку они являются результатом антропогенной трансформации ландшафтов [Чертов, 1981; Исаченко, 1998; Пузаченко, 2002; Федорчук и др., 2005; Dobrovolsky и др., 2019]. Даже в пределах одинаковых по всем параметрам ландшафтах доминирующие леса могут быть совершенно разные по породному составу. Находясь на разных стадиях постантропогенных сукцессионных рядов, обусловленных разными масштабами, способами и временем человеческого воздействия, они больше сами находятся под воздействием того или иного ландшафта.

Однако рассматривая сукцессионную смену хвойных пород в динамике развития древесных насаждений, надо не забывать, что период стабилизации определенных этапов этого явления может быть довольно продолжителен.

Существование смешанных древостоев сосны и ели, а также хвойно-лиственных, где доминантами являются последние, принимается как факт антропогенного воздействия на лесные биоценозы по последним представлениям многих исследователей [Чертов, 1981; Громцев, 2000; Федорчук и др., 2005; Громцев, 2008; Швецов и др., 2011; Киреев, 2012; Демаков и др., 2014; Демаков и др., 2016; Данилов, 2017].

Если происхождение хвойно-лиственных древостоев бесспорно является прямым воздействием человеческого хозяйствования за последние столетия в регионе исследования, и они являются вторично-производными, то вопрос по смешанным древостоям сосны и ели не так однозначен. Ряд ученых поддерживают точку зрения о вторичности древостоев сосны и признают коренной еловую формацию в условиях Северо-Западного региона России [Федорчук и др., 2005].

Однако стоит отметить, что проведенный рядом исследователей споро-пыльцевой анализ в различных ландшафтах области показывает, что в течение суббореального периода в растительных сообществах на террито-

рии области сперва преобладала ель, с примесью в начале периода сосны и березы примерно в равных количествах, а в конце периода субдоминантом становится сосна [Ниценко, 1960,а,б; Нейштадт, 1992; Нестерова и др., 2002]. В ближайшие столетия происходила смена елово-сосновых лесов на сосново-еловые, и на этот процесс накладывались антропогенные воздействия. Поэтому вопрос коренных и производных лесов нужно рассматривать не только с точки зрения господствующей породы, но и с точки зрения состава древесных ценозов, произрастающих в определенных ландшафтных условиях.

Необходимо отметить, что древесная растительность, являясь наиболее динамичным компонентом ландшафта, в ходе естественных сукцессий или антропогенных воздействий влечет за собой изменения и в почвенно-гидрологическом режиме данной территории. Господствующая лесообразующая порода в условиях таежных ландшафтов является их важнейшим классификационным признаком.

Как уже отмечалось, в сочетании с другими признаками господствующие леса обычно отражают ключевые особенности почвообразующих пород и почвенного покрова. Однако доля условно чистых хвойных древостоев, т. е. с участием в составе кроме преобладающей породы сопутствующей породы не более 1 единицы состава, не превышает по разным данным более 15–20% от площади, занимаемой елью и сосной в регионе исследования [Логвинов, 1954; Чертов, 1981; Кранкина, 1986; Столяров и др., 1992; Громцев, 2000; Федорчук и др., 2005; Лесохозяйственные регламенты]. Гипотетически, большая доля естественно возникших смешанных лиственно-еловых древостоев, пройдя определенную сукцессионную стадию, должна превратиться в условно чистые хвойные древостои. Однако антропогенные воздействия в виде рубок, пожаров и т. п. служат мощнейшим фактором образования новых подобных ценозов, и, таким образом, доля последних в лесном фонде региона не уменьшается.

Анализ многолетних данных ГУЛФ и проведенные ранее исследования показывают, что модальные смешанные хвойные древостои преобладали и доминируют в регионе исследования [Логвинов, 1954; Кранкина, 1986]. В лесных таежных ландшафтах хвойные ценозы являются наиболее стабильными во временном состоянии растительными сообществами. В пределах одинаковых по всем параметрам ландшафтах доминирующие леса могут быть совершенно разные по составу. Поэтому представляет несомненный интерес доля участия смешанных хвойных древостоев с преобладанием сосны и ели в составе насаждения в определенных ландшафт-

тах с точки зрения производительности произрастающих насаждений. С точки зрения экологии полидоминантные древостои сосны и ели – это наиболее устойчивые лесные сообщества, производительность которых в большинстве случаев выше, чем условно чистых хвойных древостоев [Логвинов, 1954; Кранкина, 1986; Федорчук и др., 2005; Данилов, 2017].

Цель данного исследования – выявить особенности распространения смешанных хвойных древостоев Лужско-Волховского ландшафтного округа. Нами выдвинута гипотеза о том, что площадь смешанных хвойных древостоев сосны и ели будет занимать в лесопокрытой площади ландшафтов определенную стабильную долю от общей лесопокрытой площади в зеленомошной серии типов леса во всех ландшафтах Лужско--Волховского округа.

Хвойные древостои в наиболее представленной в регионе зеленомошной серии типов леса произрастают на разных по своему генезису почвах, которые находятся в тесной взаимосвязи с ландшафтом, его рельефом и гидрологией. Присутствие этих древесных группировок в большей мере будет зависеть от почвенно-гидрологических условий, того или иного ландшафта, т. е. лесорастительных условий. Из всего типологического спектра хвойных лесов выделение зеленомошной группы было сделано по следующим соображениям: в ней представлено около 2/3 хвойных лесов от лесопокрытой площади региона [Логвинов, 1954; Кранкина, 1986 Столяров и др., 1992].

Оптимизация породного состава хвойных древостоев в различных районах с целью повышения их производительности к возрасту спелого насаждения является одной из основных целей лесовыращивания [Столяров и др., 1992; Романюк, 1998; Громцев, 2008; Данилов, 2017]. Соответственно режим хозяйствования в таких смешанных древостоях будет иметь свою специфику.

*Методика исследования.* Характер распространения смешанных хвойных древостоев оценивали по площади древостоев в исследуемых ландшафтах, средним значениям их возраста на основе базы данных ГУЛФ Ленинградской области. Обработку материала проводили стандартными методами, используя прикладные программы математической статистики.

Для уточнения выводов о роли ландшафта, как фактора, определяющего возникновение и развитие древостоев того или иного породного состава в тех или иных лесорастительных условиях, нами проведен ранговый статистический анализ распространения смешанных насаждений по основ-

ным ландшафтам округа [Протасов, 2002; Миркин, Наумов, 2012]. Для оценки степени согласованности направлений отклонений индивидуальных значений факторного и результативного признаков, т. е. обнаружения влияния ландшафта, как фактора образования той или иной лесорастительной группировки, нами использован коэффициент Фехнера, т. е. оценки степени согласованности направлений отклонений индивидуальных значений факторного и результативного признаков от средних значений факторного и результативного признаков.

Для определения соотношения разных стадий сукцессионного процесса и их направленности, т. е. в нашем случае доли участия тех или иных смешанных древостоев в различных ландшафтах, нами рассчитаны индексы для этих дендроценозов. Использовались индексы Шенонна, Пилу и Симпсона, широко применяемые в биогеоэкологических исследованиях для растительных сообществ [Мэгарран, 1957; Одум, 1975; Протасов, 2002; Пузаченко, 2002]. Оценка видового разнообразия сообщества с использованием энтропии была впервые применена Р. Маргалефом (1958) и Р. Мак-Артуром (1955), в результате чего большое распространение и повсеместное признание в практической экологии получил индекс Шеннона [MacArthur, 1955; Margalef, 1958].

*Объект исследования.* Лужско-Волховский ландшафтный округ охватывает около 60% территории области и его площадь составляет 31,1 тыс. км<sup>2</sup> [Исаченко, 1965, 1985, 1998]. В нем ведется основная эксплуатация лесного фонда области. Выбор данного объекта связан с тем, что в нем фактически представлены все ландшафтные группы, которые присутствуют в регионе исследования.

Данный округ представляет собой обширную сильно заболоченную низменную равнину. В основном фундамент сложен породами нижнего палеозоя: ордовикскими и девонскими озерно-ледниковыми песками, которые перекрыты валунными суглинками, ленточными глинами. Выделяется фундамент Ижорского плато, который приподнят и сложен известняками и доломитами, прикрытыми мореной [Исаченко, 1994]. Климат континентальный. Средняя температура января составляет  $-8,5^{\circ}\text{C}$ , июля  $16,7^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность безморозного периода составляет 120 дней в году. По типу рельефа преобладают абразионные и аккумулятивно террасированные озерно-ледниковые равнины [Машовец и др., 1967].

В пределах Лужско-Волховского округа различаются 13 ландшафтов, которые группируются в следующие группы: 1) озерно-ледниковые песчаные (Нарвско-Лужский, Лужский ландшафт), 2) равнинно-моренные (Сам-

ро-Плюсский, Лужско-Оредежский, Путиловский, Пашско-Сяьский, Вишерский ландшафт), 3) озерно-ледниковые глинистые (Тосненско-Волховский ландшафт), 4) камовые (Лужский, Мгинский ландшафт), 5) возвышенное плато на карбонатных породах (Ижорский ландшафт), 6) низменная равнина на карбонатных породах (Верхнелужский ландшафт) (рис. 1).

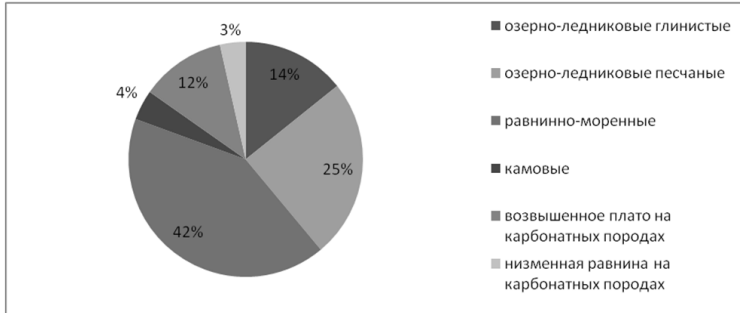


Рис. 1. Распределение площади по группам типов ландшафтов Лужско-Волховского округа

Fig. 1. Distribution of area by groups of landscape types of the Luga-Volkhov district

Был проведен анализ доли участия в лесном фонде по основным типам леса смешанных хвойных древостоев в рамках основных ландшафтов этого округа для определения роли этих дендроценозов в растительном покрове биогеоценозов данного ландшафтного округа.

*Результаты исследования.* В Лужско-Волховском округе древостои с преобладанием мелколиственных пород занимают около половины лесопокрываемой площади, что свидетельствует о его сильной предыдущей антропогенной хозяйственной освоенности. Увеличение площади чистых сосняков в Лужско-Волховском связано с наличием камовых ландшафтов и является отличительной чертой данного округа. Заметное уменьшение площадей сосново-еловых и елово-сосновых древостоев также свидетельствует о сильном антропогенном воздействии (рис. 2).

Смешанные древостои с преобладанием сосны и ели наиболее часто произрастают в условиях черничного типа леса. Данный тип леса является самым распространенным на территории Ленинградской области, его условия являются оптимальными для формирования и роста смешанных хвойных лесов.

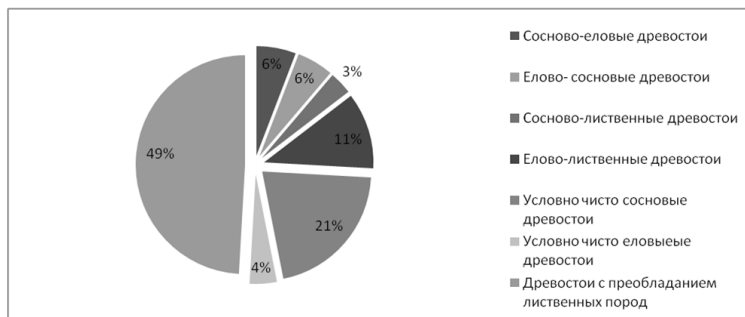


Рис. 2. Распределение площади чистых и смешанных древостоев Лужско-Волховского округа

Fig. 2. Distribution of the area of clean and mixed woodlands of the Luga-Volkhov district

Тип леса является одной из важнейших лесоводственных характеристик лесного фитоценоза. С установлением самых распространенных типов леса лесного массива и выяснением их пространственного распределения лесовод может правильно выбрать формы лесохозяйственных мероприятий и своевременно провести их в лесу, зная зависимость проводимых мероприятий от природных свойств леса [Сукачев и др., 1957].

В каждой группе типов ландшафтов формируются специфические природные условия, для которых будут характерны строго определенные типы леса. В этих типах леса самыми распространенными и наиболее продуктивными будут те смешанные древостои, для которых эти условия будут оптимальными. На формирование типов леса в большей степени будут влиять такие факторы, как почвенное плодородие и водный режим. На водный режим, в свою очередь, будут влиять рельеф (расположение участка в определенной форме макрорельефа ландшафта) и почвообразующая порода.

В изучаемом ландшафтном округе наиболее часто встречаются такие типы леса, как брусничник (БР), кисличник (КС), черничник свежий (ЧС), черничник влажный (ЧВ), черничник влажный осушенный (ЧВО), долгомошник (ДЛ), долгомошник осушенный (ДЛЮ). Так как другие типы леса представлены незначительно по площади распределении смешанных древостоев, они будут рассматриваться только среди перечисленных выше типов.

На территории Лужско-Волховского ландшафтного округа самыми широко распространенными типами леса являются черничник свежий и кисличник (рис. 3, 4). Широкое распространение кисличных типов леса связывается с преобладанием ландшафтов с потенциально богатыми усло-

виями местопроизрастания леса при хорошем дренаже территории. К таким типам ландшафтов относятся: возвышенное плато на карбонатных породах, низменная равнина на карбонатных породах, равнинно моренные ландшафты и озерно-ледниковые глинистые. Для перечисленных выше групп ландшафтов на территории Лужско-Волховского ландшафтного округа будет характерно преобладание еловых древостоев. Среди смешанных будут доминировать елово-лиственные. Древостои с преобладанием сосны будут занимать наибольшую площадь в камовых ландшафтах.

Для возвышенного плато на карбонатных породах (Ижорский ландшафт) характерно преобладание елово-лиственных древостоев. Среди елово-лиственных насаждений наиболее часто встречается кисличный тип леса. Черничники занимают практически вдвое меньшую площадь. Сосново-лиственные древостои в данном ландшафте представлены незначительно. Елово-сосновые насаждения занимают второе место по площади среди смешанных древостоев (рис. 3).

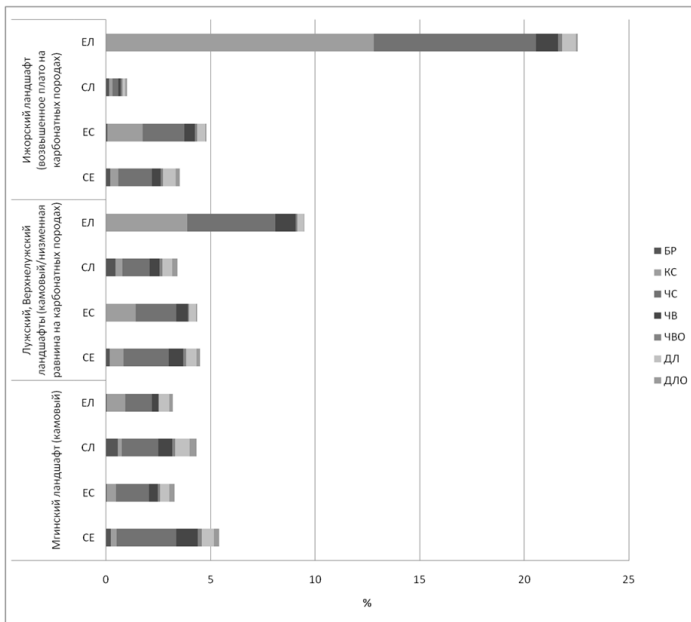


Рис. 3. Распределение по типам леса смешанных древостоев ландшафтов на карбонатных породах и камовых

Fig. 3. Distribution by forest type of mixed woodlands of landscapes on carbonate rocks and kame landscape



В данных древостоях кисличные и черничные типы леса занимают примерно одинаковые площади. Сосново-еловые насаждения преимущественно будут преобладать в черничных и долгомошных типах леса. Брусничники в данном ландшафте практически не встречаются. Для низменной равнины на карбонатных породах (Верхнелужский ландшафт) также будут характерны вышеперечисленные закономерности.

Для группы равнинно-моренных ландшафтов (Самро-Плюсский, Лужско-Оредежский, Вишерский, Пашско-Сясьский ландшафты) в целом характерно преобладание черничных типов леса. Площадь лесов кисличного типа значительно меньше, чем на возвышенном плато на карбонатных породах. Также в данных ландшафтах увеличивается площадь древостоев с участием сосны, при этом сохраняется доминирование елово-лиственных насаждений. Среди елово-лиственных древостоев практически во всех случаях наблюдается преобладание черничных типов леса, а площадь кисличников значительно меньше. В сосново-лиственных формациях доминируют черничные липы леса, но также увеличивается площадь долгомошных типов. Среди елово-сосновых и сосново-еловых древостоев также преобладают черничные типы леса. В сосново-еловых ценозах наблюдается увеличение площади брусничников, по сравнению с другими видами смешанных древостоев.

В озерно-ледниковых глинистых ландшафтах (Госненско-Волховский ландшафт) самыми распространенными типами леса являются черничники, что связано с ухудшением дренажа почв. Наибольшую площадь занимают елово-лиственные древостои. Вторыми по занимаемой площади будут елово-сосновые и сосново-еловые древостои. Наименьшую площадь занимают сосново-лиственные древостои. В сосново-лиственных насаждениях типы леса черничники и долгомошники имеют примерно одинаковую площадь. Также в данной группе ландшафтов наблюдается самая большая площадь долгомошных типов леса, по сравнению с другими ландшафтными группами Лужско-Волховского округа.

Для озерно-ледниковых песчаных ландшафтов (Нарвско-Лужский ландшафт) также характерно преобладание черничных типов леса. В ландшафтах данной группы значительно сокращается площадь кисличных типов леса, по сравнению с выше рассмотренными. Особенной чертой данных ландшафтов в Лужско-Волховском округе являются приблизительно равные площади черничников и брусничников в сосново-лиственных древостоях (рис. 4).

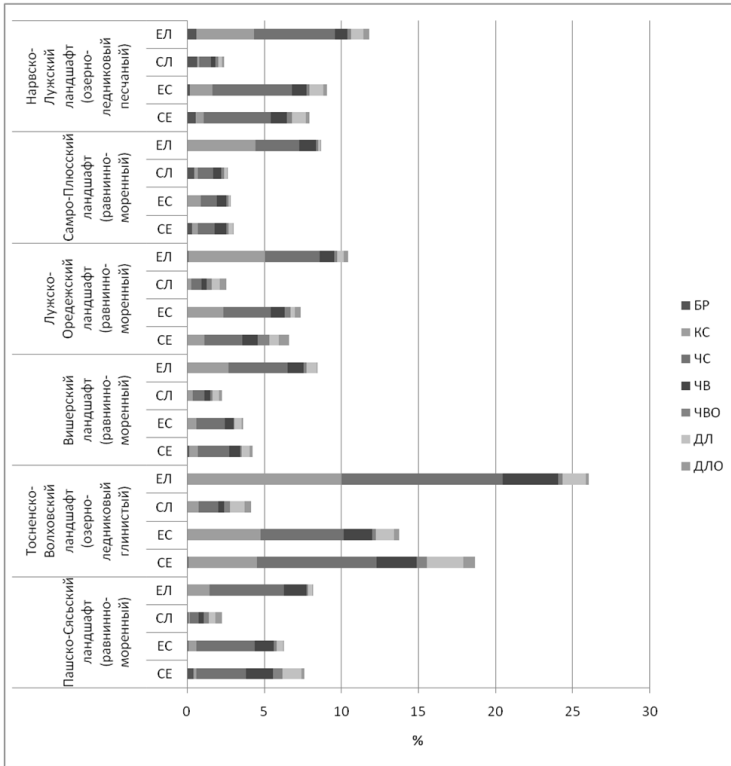


Рис. 4. Распределение по типам леса смешанных древостоев в моренных и озерно-ледниковых ландшафтах

Fig. 4. Distribution by forest type of mixed stands in moraine and lake-glacial landscapes

Камовые ландшафты (Мгинский, Лужский ландшафты) отличаются широким распространением древостоев с преобладанием сосны. Самую большую площадь имеют сосново-еловые древостои. Вторыми по площади являются сосново-лиственные насаждения, затем идут елово-сосновые. Самой наименьшей площадью в камовых ландшафтах обладают елово-лиственные древостои. Самым распространенным типом леса в данной ландшафтной группе является черничник свежий. Кисличный тип леса в камовых ландшафтах занимает наименьшую площадь среди всех ландшафтных групп Лужско-Волховского округа. Отличительной чертой является преобладание брусничных типов леса над кисличными в сосново-

лиственных древостоях, а в сосново-еловых насаждениях брусничники и кисличники имеют примерно одинаковую площадь (см. рис. 3).

Наибольший интерес переставляет распределение древостоев по площади ландшафтного округа в отдельности, что позволяет определить приуроченность типов древостоев к типам ландшафтов каждого отдельного округа. На территории Лужско-Волховского ландшафтного округа индекс Шеннона имеет наибольшее значение для лиственных древостоев во всех лесничествах, кроме Мгинского камового ландшафта (рис. 5). В Мгинском ландшафте наибольшее значение индекса у чистых сосновых древостоев. Среди хвойных древостоев индекс Шеннона самый высокий у чистых сосновых древостоев во всех лесничествах, кроме Ижорского ландшафта на карбонатных породах. На территории Ижорского ландшафта самое большое значение индекса у елово-лиственных древостоев.

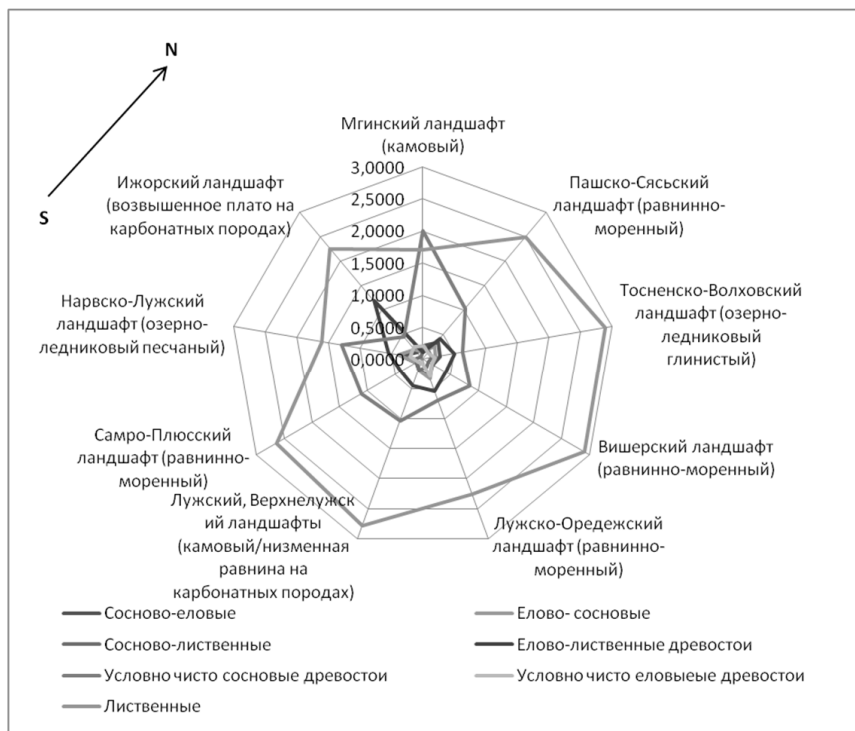


Рис. 5. Значений индекса Шеннона для ландшафтов Лужско-Волховского округа  
 Fig. 5. Shannon index values for landscapes of the Luga-Volkhov district

На размещение чистых сосновых древостоев ландшафтные особенности также оказывают значительное влияние. Чистые древостои произрастают в экстремальных условиях (сосняки на очень сухих и бедных или заболоченных почвах, а ельники – на богатых или создаются искусственно путем посадки культур).

Сосново-лиственные древостои произрастают во всех типах рассматриваемых нами ландшафтов. При распределении сосново-еловых, чистых ельников и лиственных древостоев по ландшафтному округу данная зависимость проявляется незначительно. Рассматривая полученные ландшафтные метрики и зная о силе антропогенных воздействий, можно сделать заключение, что распространение чистых ельников и лиственных насаждений, в первую очередь, связано с хозяйственной деятельностью человека.

Сосново-еловые древостои, как правило, приурочены к легким супесчаным почвам на границах между различными ландшафтными местоположениями. Минимальное влияние ландшафтных условий наблюдается у елово-сосновых древостоев, так как данный тип насаждений является одним из самых распространенных в регионе и может произрастать во всех условиях местообитаний с умеренным увлажнением и относительно богатыми супесчаными почвами.

Для смешанных хвойных и елово-лиственных древостоев меньшая взаимосвязь с ландшафтными условиями произрастания, по-видимому, связана с сильным уменьшением их площади в результате вырубki и замены их чистыми культурами ели или возобновлением мелколиственных древесных пород. На размерность лесопокрытой площади большое влияние оказывают антропогенные факторы в виде рубок и пожаров, а из природных факторов наибольшее влияние оказывают почвенно-гидрологические условия.

Индекс Симпсона также подтверждает преобладание лиственных древостоев во всех лесничествах, кроме Мгинского ландшафта, где доминируют чистые сосновые древостои (рис. 6). Среди хвойных древостоев также везде доминируют чистые сосновые древостои. Только в Ижорском ландшафте преобладают елово-лиственные насаждения. остальных типов древостоев значение индекса Симпсона слишком незначительно, чтобы говорить о доминировании одного древостоя над другим.

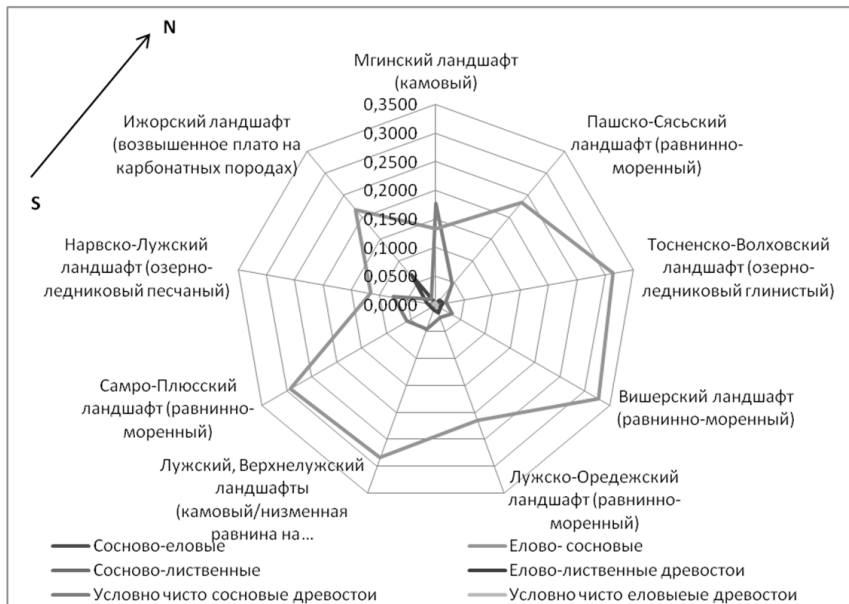


Рис. 6. Значение индекса Симпсона для ландшафтов Лужско-Волховского округа  
 Fig. 6. Simpson index values for landscapes of the Luga-Volkhov district

Пространственное размещение древостоев в Лужско-Волховском ландшафтном округе свидетельствует о сложной ландшафтной структуре данной территории. Так доминирование чистых сосновых древостоев в Мгинском ландшафте связано с наличием камовых групп ландшафтов на его территории. Елово-лиственные древостои в Ижорском ландшафте получили широкое распространение за счет возвышенного плато на карбонатных породах и преобладания равнинно-моренных групп ландшафтов.

Широкое распространение чистых сосновых древостоев в ландшафтном округе связано с высокой заболоченностью равнинно-моренных и холмисто-моренных ландшафтов и преобладанием супесчаных почв в озерно-ледниковых песчаных и камовых ландшафтов. Практически абсолютное доминирование древостоев с преобладанием мягколиственных пород обусловлено преобладанием ландшафтов с суглинистыми почвами (холмисто- и равнинно-моренные) и высокой антропогенной освоенностью. Коренные еловые древостои после проведения сплошных рубок часто сменяются насаждениями с преобладанием лиственных пород.

Проведенное исследование показало, что во всех ландшафтах зеленомошная группа типов леса находится в области экологического оптимума. Особенно на двучленных почвах, подстилающих суглинком, лесные экосистемы смешанных хвойных древостоев обладают значительной устойчивостью к антропогенным и природным воздействиям благодаря высокой скорости восстановления растительности и почв на фоне достаточной буферности суглинистых почв с развитым гумусовым горизонтом.

Доля смешанных хвойных древостоев, как видно из распределения площадей по типам леса в данной серии, в большинстве случаев занимает доминирующее место в данном ландшафтном округе.

Проведенный выше анализ распределения смешанных древостоев по различным ландшафтам Лужско-Волховского округа показал, что, несмотря на различные почвенно-гидрологические условия, подстилающие материнские породы и различные формы рельефа, прослеживается определенная закономерность в формировании длительно-производных смешанных древостоев.

Данные материалы позволяют обоснованно проводить лесотипологическое районирование смешанных хвойных древостоев на ландшафтной основе. При этом по сходству ландшафты целесообразно группировать, в том числе с использованием статистических методов.

Для уточнения выводов о роли ландшафта, как фактора определяющего возникновения и развития древостоев того или иного породного состава в тех или иных лесорастительных условиях, нами проведён ранговый статистический анализ распространения смешанных насаждений по основным ландшафтам округа. Для получения статистически достоверного результата использован коэффициент Фехнера. Полученное значение коэффициента  $K_{Фех} = 0,67$  свидетельствует о том, что можно предполагать наличие прямой связи между особенностями того или иного ландшафта и долей смешанных хвойных и хвойно-лиственных древостоев в лесопокрытой площади данного ландшафтного округа.

Приведенные в таблице показатели индекса Шенонна служат мерой хаотичности распределения площадей, занятых смешанными хвойными древостоями в данном ландшафтном округе, и характеризуют равномерность их распределения. При незначительной разнице показателей данного индекса для смешанных хвойных и хвойно-лиственных древостоев в целом данные дендроценозы равномерно распределены по площади ландшафтного округа, что согласуется с вышеполученными результатами по отдель-

ным ландшафтам. Однако если рассматривать по доминирующей породе в составе смешанных древостоев, получается, что древостои с преобладанием ели более равномерно распределены по лесопокрытой площади и общее разнообразие по породному составу выше у этих ценозов. Более высокие индексы Шеннона для елово-лиственных и елово-сосновых древостоев, чем для других древесных формаций, могут служить мерой менее активных сукцессионных процессов, чем в древостоях с преобладанием сосны после антропогенных вмешательств.

Индекс Симпсона, являясь мерой доминирования, характеризует преобладание того или иного смешанного дендроценоза. При преобладании одного из группы смешанных древостоев он должен быть максимален по значению. Однако по полученным данным видно, что он минимален, и смешанные хвойные древостои распределены по площади ландшафтного округа равномерно.

Индекс Пилу является мерой выравнинности и позволяет сделать вывод, что смешанные древостои сосны и ели более равномерно размещены по ландшафтному округу, чем хвойно-лиственные древостои.

**Значения индексов экосистемного разнообразия  
по распределению смешанных древостоев  
на территории Лужско-Волховского ландшафтного округа**

**Values of ecosystem diversity indices for the distribution of mixed woodlands  
in the territory of the Luga-Volkhov landscape district**

Индексы	Смешанные хвойные древостои	Сосново-еловые	Елово-сосновые	Сосново-лиственные	Елово-лиственные
Шеннона	1,48	0,28	0,36	0,14	0,74
		0,68		0,72	
Пилу		0,12	0,11	0,02	0,04
Симпсона		0,002	0,003	0,005	0,003

*Выводы.* Проведенный анализ показал, что присутствие смешанных хвойных и хвойно-лиственных древостоев в лесопокрытой площади в преобладающих типах леса ландшафтного округа связано определенной закономерностью. Доля таких смешанных древостоев составляет 20–30% лесопокрытой площади в ландшафтах округа. Проведенная статистическая

обработка с использованием различных показателей на достоверном уровне ( $p = 5\%$ ) подтверждает этот факт. Присутствие сложного комплекса холмисто-моренных, камовых, озовых урочищ, чередующихся с заболоченными котловинами и озёрами практически во всех рассмотренных ландшафтах, позволяет сделать заключение, что приуроченность смешанных хвойных древостоев связана с фактором переходных форм рельефа от одной ландшафтной группы к другой. Типологическая приуроченность хвойных полидоминантных древостоев является закономерной для зеленомошной серии типов леса данного ландшафтного округа. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в данном ландшафтном округе в зеленомошной группе типов леса, несмотря на длительное антропогенное воздействие, присутствие длительно-производной формации смешанных хвойных древостоев сосны и ели является закономерным явлением в течение длительного времени как в историческом, так и экологическом контексте происходящих сукцессионных процессов.

### Библиографический список

- Благовидов Н.Л.* Почвы Ленинградской области. Л., 1946. 144 с.
- Громцев А.Н.* Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. 144 с.
- Громцев А.Н.* Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России / КарНЦ РАН, Петрозаводск, 2008. 238 с.
- Данилов Д.А.* Особенности формирования смешанных древостоев сосны и ели и их влияния на товарную структуру и плотность древесины : дис. ... д-ра с.-х. наук / СПбГЛТУ. СПб., 2016. 406 с.
- Демаков Ю.П., Краснов В.Г., Исаев А.В.* Структура и закономерности развития древостоев с участием дуба в лесах Республики Марий Эл // Вестник ПГТУ. 2016. № 2 (30). С. 45–59. (Серия: Лес. Экология. Природопользование).
- Демаков Ю.П., Исаев А.В., Черных В.Л.* Эколого-ресурсный потенциал древостоев лесообразующих пород Среднего Поволжья // Вестник ПГТУ. 2014. № 4 (24). С. 5–17. (Серия: Лес. Экология. Природопользование).
- Исаченко А.Г., Дашкевич З.В., Карнаухова Е.В.* Физико-географическое районирование Северо-Запада СССР. Л., 1965. 248 с.
- Исаченко А.Г.* Ландшафты СССР. Л., 1985. С. 320.
- Исаченко А.Г.* Ландшафтное районирование и типология ландшафтов Ленинградской области // Общие принципы стратегии лесопользования и лесовыращивания на ландшафтно-типологической основе. СПб.: НИИ ЛХ, 1994. С. 11–25.
- Исаченко А.Г.* Ландшафтные типы лесных местопроизрастаний: определение, классификация, картографирование, характеристика // Труды СПбНИИЛХа.



Устойчивое лесопользование и критерии его оценки в период перехода к рыночной экономике. 1998. С.161–183.

*Киреев Д.М.* Индикационный метод изучения лесов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. № 198. С. 40–47.

*Кранкина О.Н.* Программа рубок ухода в сосново-еловых насаждениях южной тайги: дис. ... канд. с.-х. наук. Л., 1986. 250 с.

Лесохозяйственные регламенты Ленинградской области: сайт комитета по природным ресурсам Ленинградской области. URL: <http://www.nature.lenobl.ru>

*Логвинов И.В.* Основы организации лесного хозяйства в сосново-еловых насаждениях Ленинградской области: дис. ... канд. с.-х. наук / ЛТА. Л., 1954. 312 с.

*Машовец В.И., Зубков А.И., Дуров А.Г.* Атлас Ленинградской области. М.: ГУИК при СМ СССР, 1967. С. 82.

*Миркин Б.Н., Наумов Л.Г.* Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. 488 с.

*Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.

*Ниценко А.А.* Еловые леса Ленинградской области // Вестник ЛГУ. 1960а. № 9. Вып. 2. С. 5–16. (Сер. Биология).

*Ниценко А.А.* Сосновые леса Ленинградской области // Вестник ЛГУ. 1960б. № 21. Вып. 2. С. 22–32. (Сер. Биология).

*Нейштадт М.И.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Наука, 1957. 220 с.

*Нестерова Л.А. Юренков Г.И.* Зонально-провинциальные особенности эволюции ландшафтов востока Ленинградской области и сопредельных территорий [коллект. моногр. по матер. междунар. семинара]. СПб., 2002. С. 87–99.

*Одум Ю.* Основы экологии. М., 1975. 742 с.

*Протасов А.А.* Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. Киев, 2002. 105 с.

*Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М.* Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 76–78.

*Романюк Б.Д.* Планирование устойчивого лесопользования на ландшафтной основе // Труды СПбНИИЛХа. Устойчивое лесопользование и критерии его оценки в период перехода к рыночной экономике. 1998. С. 86–94.

*Столяров Д.П., Бруневский Ю.И., Романюк Б.Д.* Особенности структуры лесного фонда и роста древостоев по географическим ландшафтам Ленинградской области // Труды СПбНИИЛХа. Экологические предпосылки и последствия лесохозяйственной деятельности. 1992. С. 3–9.

*Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П.* Методические указания к изучению типов леса. М.: Академия наук СССР, 1957. С. 116.

Чертвов О.Г. Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). Л.: Наука, 1981. 192 с.

Федорчук И.Н., Нешиатаев В.Ю., Кузнецов М.Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России: Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб., 2005. 382 с.

Швецов А.М., Швецов С.М. Размерная и онтогенетическая структура ценопопуляций древесных растений в сураменях Марийского Заволжья / Всерос. науч.-исслед. ин-т информатизации агрономии и экологии (Немчиновка-1) // АГРОЭКОИНФО, 2011. №1. С. 10–21.

Широкова В.А., Снытко В.А., Низовцев В.А., Фролова Н.Л., Дмитрук Н.Г., Чеснов В.М., Озерова Н.А., Широков Р.С. Тихвинская водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. М.: Аккольт, 2013. 376 с.

Dobrovolsky A.A., Kireev D.M., Lebedev P.A., Nguen C.T., Sergeeva V.L. Landscape and environmental properties of the European Russian wood species // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV scientific-technical conference «Forests of Russia: Policy, Industry, Science and Education». 2019. P. 012056.

MacArthur R.H. Fluctuations of animal populations, and measure of community stability // Ecology. 1955. Vol. 36, no. 7. P. 353–356.

Margalef R. Information theory in biology // Trans. Soc. Gen. Syst. Res. 1958. Vol. 3. P. 36–71.

## References

- Blagovidov N.L. Soils of the Leningrad Region. L., 1946. 144 p. (In Russ.)
- Gromtsev A.N. Landscape ecology of taiga forests: theoretical and applied aspects. Petrozavodsk, 2000. 144 p. (In Russ.)
- Gromtsev A.N. Fundamentals of landscape ecology of European taiga forests of Russia. KarNTS RAS, Petrozavodsk, 2008. 238 p. (In Russ.)
- Danilov D.A. Peculiarities of the formation of mixed wood stands and spruce and their influence on the commercial structure and density of wood: dissertation... Doctor of Agricultural Sciences. St. Petersburg GLTU named after S.M. Kirov. St. Petersburg, 2016. 406 p. (In Russ.)
- Demakov Yu.P., Krasnov V.G., Isaev A.V. The structure and natural style of the development of woodlands with the participation of oak in the forests of the Republic of Mari El. *Bulletin of PSTU. Series: Forest. Ecology. Environmental management*, 2016, no. 2 (30), pp. 45–59. (In Russ.)
- Demakov Yu.P., Isaev A.V., Chernykh V.L. Ecological-resource potential of woodlands of the Middle Volga region. *Bulletin of PSTU. Series: Forest. Ecology. Environmental management*, 2014, no. 4 (24), pp. 5–17. (In Russ.)
- Isachenko A.G., Dashkevich Z.V., Karnaukhova E.V. Physical and geographical zoning of the North-West of the USSR. JL., 1965. 248 p. (In Russ.)

*Isachenko A.G.* Landscapes of the USSR. L., 1985. 320 p. (In Russ.)

*Isachenko A.G.* Landscape Zoning and Typology of Landshafths of the Lesningrad Region. *General Principles of Forest Management and Land Cultivation Strategy on a Landscape-Typological Basis*. St. Petersburg: Research Institute of Forestry, 1994, pp. 11–25. (In Russ.)

*Isachenko A.G.* Landscape types of forest habitats: op-determination, classification, mapping, characterization. *Works of SpbNILHA. Sustainable forest management and evaluation criteria during the transition to a market economy*, 1998, pp. 161–183. (In Russ.)

*Kireev D.M.* Indication method of forest study. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehhniceskoj Akademii*, 2012, is. 198, pp. 40–47. (In Russ.)

*Krankina O.N.* Chopping program for care in pine-spruce plantations of the southern taiga: diss. edging. agricultural sciences L., 1986. 250 p. (In Russ.)

Forestry regulations of the Leningrad region. Website of the Committee on Natural Resources of the Leningrad Region. URL: <http://www.nature.lenobl.ru> (In Russ.)

*Logvinov I.V.* Fundamentals of the organization of forestry in pine-spruce plantations of the Leningrad Region: Diss.... Cand. s.-x. sciences. Le Ningrad, LTA, 1954. 312 p. (In Russ.)

*Mashovets V.I. Zubkov A.I., Durov A.G.* Atlas of the Leningrad Region. - Moscow: GUiK under the USSR Council of Ministers, 1967. P. 82. (In Russ.)

*Mirkin B.N., Naumov L.G.* The modern state of the main concepts of vegetation science. Ufa: AN RB, Gil, 2012. 488 p. (In Russ.)

*Magarran E.* Ecological diversity and its dimension. M.: World, 1992. 184 p. (In Russ.)

*Nitsenko A.A.* Spruce forests of the Leningrad Region. *Vestnik I LIE. It is gray. Biology*, 1960a, no. 9, is. 2, pp. 5–16. (In Russ.)

*Nitsenko A.A.* Pine forests of the Leningrad Region. *Vestnik I LIE. It is gray. Biology*, 1960b, no. 21, is. 2, pp. 22–32. (In Russ.)

*Neustadt M.I.* History of forests and paleogeography of the USSR in the Holocene. M.: Science, 1957. 220 p. (In Russ.)

*Nesterova L.A. Yurenkov G.I.* Zonal-provincial especially-styles of the evolution of landscapes of the east of the Leningrad region and neighboring territories. Collective monograph on the materials of the international seminar. St. Petersburg, 2002, pp. 87–99. (In Russ.)

*Odum Yu.* Fundamentals of ecology. M., 1975. 742 p. (In Russ.)

*Protasov A.A.* Biodiversity and its assessment. Conceptual di-versionology. Kiev, 2002. 105 p. (In Russ.)

*Puzachenko Yu.G., Dyakonov K.N., Aleshchenko G.M.* Landscape diversity and methods of its measurement. *Geography and monitoring of biodiversity*. M.: Publishing House, 2002, pp. 76–78. (In Russ.)

*Romanyuk B.D.* Planning for sustainable forest management on a land-step basis. *Works of SPbNILHA. Sustainable forest management and evaluation criteria during the transition to a market economy*, 1998, pp. 86–94. (In Russ.)

*Stolyarov D.P., Brunevsky Yu. I., Romanyuk B. D.* Features of the structure of the forest fund and the growth of woodlands in the geographical landscape there of the Leningrad Region. *Works of SpbNILHA. Environmental considerations and impacts of forestry activities*, 1992, pp. 3–9. (In Russ.)

*Sukachev V.N., Zonn S.V. and Motovilov G.P.* Methodological guidelines for the study of forest types. M.: USSR Academy of Sciences, 1957. P. 116. (In Russ.)

*Chertov O.G.* Ecology of forest lands (soil-ecological study of forest habitats). L: Science, 1981. 192 p. (In Russ.)

*Fedorchuk I.N., Neshataev V. Yu., Kuznetsova M. L.* Forest ecosystems of the northwestern regions of Russia: Typology, dynamics, economic features. St. Petersburg, 2005. 382 p. (In Russ.)

*Shvetsov A.M., Shvetsov S.M.* Dimensional and ontogenetic structure of the cenopopulations of woody plants in the suramen of the Mari Volga region. All-Russian Research Institute of Informatization agronomy and Ecology (Nemchinovka-1). *AGROECOINTO*, 2011, no. 1, pp. 10–21. (In Russ.)

*Shirokova V.A., Snytko V.A., Nizovtsev V.A., Frolova N.L., Dmitruk N.G., Chesnov V.M., Ozerova N.A., Shirokov R.S.* Tikhvin water system: retrospective and modernity. Hydrological and ecological situation and landscape changes in the waterway area. M.: Akkolit LLC, 2013. 376 p. (In Russ.)

*Dobrovolsky A.A., Kireev D.M., Lebedev P.A., Nguen C.T., Sergeeva V.L.* Landscape and environmental properties of the European Russian wood species. In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IV scientific-technical conference "FORESTS OF RUSSIA: POLICY, INDUSTRY, SCIENCE AND EDUCATION". 2019. 012056 pp.

*MacArthur R.H.* Fluctuations of animal populations, and measure of community stability. *Ecology*, 1955, vol. 36, no. 7, pp. 353–356.

*Margalef R.* Information theory in biology. *Trans. Soc. Gen. Syst. Res.*, 1958, vol. 3, pp. 36–71.

*Материал поступил в редакцию 26.11.2020*

**Данилов Д.А., Яковлев А.А.** Особенности распространения смешанных хвойных древостоев в Лужско-Волховском ландшафтном округе // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 234. С. 80–101. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.234.80-101

Смешанные древостои с преобладанием сосны и ели занимают территории с оптимальными лесорастительными условиями, в отличие от монодоминантных насаждений. Условно чистые древостои в большинстве случаев приурочены к экстремальным условиям местообитания или обусловлены созданием лесных культур. Среди смешанных древостоев с преобладанием хвойных пород однозначно только хвойно-лиственные, а именно – елово-лиственные древостои,

связываются с антропогенным воздействием на географический ландшафт. В каждом отдельно взятом ландшафте будет формироваться отличное распределение типов хвойных насаждений по лесопокрытой площади в зависимости от почвенно-гидрологических условий. Оценка пространственного распределения смешанных хвойных древостоев в различных типах леса позволяет дать точную экологическую характеристику и оценку ландшафта и оценить его антропогенную изменённость. Рассматриваются особенности распространения смешанных древостоев с преобладанием сосны и ели в наиболее представленных типах леса в основных ландшафтах Лужско-Волховского ландшафтного округа Ленинградской области. Проведён анализ ландшафтов по распределению покрытой лесом площади по почвенно-гидрологическим условиям и основным обобщённым группам типов леса. Присутствие сложного комплекса холмисто-моренных, камовых, озовых урочищ, чередующихся с заболоченными котловинами и озёрами практически во всех рассмотренных ландшафтах, позволяет сделать заключение, что приуроченность смешанных хвойных древостоев связана с фактором переходных форм рельефа от одной ландшафтной группы к другой. Типологическая приуроченность хвойных полидоминантных древостоев является закономерной для зеленомошной серии типов леса данного ландшафтного округа.

Ключевые слова: ландшафты; почвенно-гидрологические условия; типы леса; смешанные древостои сосны и ели; индексы и корреляционные коэффициенты.

**Danilov D.A., Yakovlev A.A.** Distribution of mixed coniferous stands in the Luzhsko-Volkhovsky landscape district. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2021, is. 234, pp. 80–101 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2021.234.80-101

Mixed woodlands with a predominance of pine and spruce occupy territory with optimal forest-growing conditions, unlike monodominant plantations. Conditionally clean woodlands are in most cases shortened to extreme habitat conditions or due to the creation of forest crops. Among mixed woodlands with a predominance of conifers, unambiguously only coniferous-deciduous, namely spruce-deciduous woodlands, are associated with anthropogenic effects on the geographical landscape. In each individual landscape, an excellent distribution of the types of coniferous plantations along the covered area will be formed, depending on soil and hydrological conditions. The assessment of the spatial distribution of mixed coniferous trees in different types of forest allows to give an accurate ecological characteristic and assessment of the landscape and to assess its anthropogenic variation. The article considers the distribution features of mixed woodlands with a predominance of pine and spruce in the most represented types of forest in the main landscapes of the Luga-Volkhov landscape district of the Leningrad region. An analysis of landscapes was carried out on the

distribution of forest-covered area according to soil-hydrological conditions and the main generalized groups of forest types. The presence of a complex of hilly-moraine, stone, oze tracts alternating with swampy basins and lakes in almost all the landscapes considered allows us to conclude that the confluence of mixed coniferous woodlands is associated with the factor of the transition forms of relief from one landscape group to another. The typological confluence of coniferous polydominant woodlands is natural for a green-haired series of forest types of this landscape district.

**Key words:** landscapes; soil-hydrological conditions; Types of forest; mixed tree pine and spruce; indices and correlation coefficients.

---

**ДАНИЛОВ Дмитрий Александрович** – профессор кафедры лесоводства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор сельскохозяйственных наук.

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: stown200@mail.ru.

**DANILOV Dmitry A.** – DSc (Agricultural), Professor, Department of Forestry, St. Petersburg State Forestry University named.

194021. Institutsky per. 5. Lit. U. St. Petersburg. Russia. E-mail: stown200@mail.ru.

**ЯКОВЛЕВ Артём Антонович** – аспирант кафедры лесоводства, ассистент кафедры почвоведения и лесных культур Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова; научный сотрудник отдела агрохимии и агроландшафтов Ленинградского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Белогорка филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха».

194021, Институтский пер., д. 5, лит. У, Санкт-Петербург, Россия; 188388, ул. Институтская, д. 1, д. Белогорка, Гатчинский р-н, Ленинградская область, Россия. E-mail: artem95692@gmail.com

**YAKOVLEV Artem A.** – PhD student in the Department of forestry, assistant of Soil and Forest Plantation Department at St. Petersburg State Forest Technical University; Researcher, Leningrad Agricultural Research Institute «Belogorka» branch office Russian Potato Research Centre

194021. Institutsky per. 5. Lit. U. St. Petersburg. Russia; 188388. Institute str. 1. Vill. Belogorka. Gatchina District. Leningrad region. Russia. E-mail: artem95692@gmail.com