

Труды Карельского научного центра РАН
Биогеография Карелии (флора и фауна таежных экосистем)
Выпуск 4.
Петрозаводск, 2003. С. 81-87.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ВЫРУБОК ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

А.М. КРЫШЕНЬ

Институт леса Карельского НЦ РАН, Петрозаводск

Исследования вырубок маршрутным методом в Пудожском районе и многолетние наблюдения на постоянных пробных площадях в Кондопожском районе показали высокую пространственную и временную изменчивость растительных сообществ, образовавшихся на месте сплошных рубок. Среди ведущих факторов формирования растительного сообщества вырубки можно назвать рельеф и почвенные условия, структуру бывшего насаждения и антропогенный, в совокупности создающие сложную мозаику растительного покрова. Анализ развития сообщества на веяниковых вырубках позволил выделить 3 стадии сукцессии, характеризующиеся различным участием возобновления древесных пород. Существующая классификация вырубок Карелии Н.И. Ронконен, выполненная по методу И.С. Мелехова, требует некоторого уточнения и дополнения. УДК 630*22(470.22)

A.M. Kryshen. Spatial and temporal differentiation of plant communities in cut-over sites in southern Karelia // Biogeography of Karelia (flora and fauna of boreal ecosystems). Petrozavodsk, 2003. P. 81-87.

Line transect surveys of cut-over sites in the Pudozh district and long-term monitoring of permanent sample plots in the Kondopoga district have demonstrated high spatial and temporal variability of plant communities developing in clear-cut areas. The leading factors influencing the plant community formation in cut-over sites are the topography and soil conditions, structure of the preceding stand and the anthropogenic factor. All taken together they shape the complex mosaic of the plant cover. Analysis of the development of communities in small-reed clear-cuttings revealed 3 succession stages differing in the degree and scope of tree species regeneration. The currently used classification of cut-over sites in Karelia developed by Ronkonen following Melekhov's technique needs to be fine-tuned and completed.

Пространственная дифференциация растительного покрова выражается в наборе растительных сообществ на определенной достаточно большой территории и одновременно в варьировании структуры каждого сообщества. В первом случае, расширяя территорию, мы получаем классификацию растительных сообществ. М.Л. Раменская (1958), отмечая специфику сообществ вырубок, все же включила их в свою классификационную схему лугов, и это можно считать первой попыткой систематизации растительных сообществ вырубок Карелии. Действительно, одним из вариантов классификации растительности вырубок может быть отнесение их к лугам (мезофильная травянистая растительность), кустарничковым и лишайниковым пустошам. Но в этом случае надо ставить вопрос таким образом – отличаются ли вырубки от лугов? Вырубка – кратковременная (по сравнению с периодом восстановления леса до климакса) стадия, специфика которой заключается в остаточном влиянии вырубленных деревьев, а также в особенности почвенных процессов (Морозова, 1964; Федорец, 1983 и др.). Луга (суходольные) в подзоне средней тайги могут существовать только при условии периодического внешнего воздействия (преимущественно антропогенного), направленного на уничтожение древесной растительности, в то время как на вырубке деятельность человека направлена, наоборот, на восстановление и ускоренный рост древесных пород. В связи с этим

возникает еще один вопрос: является ли вырубка сообществом только травянистых растений? Кроме травянистых здесь присутствуют в разной степени, но всегда в значительном количестве, древесные виды, роль которых в сообществе с каждым годом возрастает. Таким образом, вырубка отличается от луга остаточным влиянием вырубленных деревьев и значительным участием естественного и искусственного возобновления древесных пород и логичным является создание самостоятельной классификации вырубок. Единственным пока вариантом такой классификации является система И.С. Мелехова (1959), уточненная для Карелии В.С. Вороновой (1964) и Н.И. Ронконен (1975). Согласно взглядам И.С. Мелехова, тип вырубки – это тип местообитания, диагностирующийся по комплексу лесорастительных условий, в первую очередь, по признакам растительности, которая закономерно связана с предшествующим рубке типом леса. Такая классификация, безусловно, имеет большое хозяйственное значение. В то же время тип вырубки не совпадает по объему с растительной ассоциацией – основной единицей классификации фитоценозов, и этот момент требует уточнения, а сама классификация – дополнения. Проведенные маршрутные исследования вырубок на небольшой территории Пудожского района показали наличие растительных сообществ, не отраженных в существующей схеме (Ронконен, 1975).

Материалы и методы

Разнообразие растительных сообществ вырубок изучалось в Пудожском, Медвежьегорском и Кондопожском районах (Южная Карелия, подзона средней тайги) маршрутным методом. Выполнялись геоботанические описания 3-7 летних вырубок (возраст определялся по естественному возобновлению древесных пород). Исследования изменения структуры сообществ вырубок во времени проводили в Кондопожском районе. На злаковых и злаково-разнотравных вырубках ельников-черничных (как чистых, так и со значительной примесью лиственных пород), расположенных на небольшой сравнительно однородной территории, заложили 22 постоянные пробные площади размером 10 x 5 м. 20 ППП расположены на участках с подзолистыми вторично-дерновыми лесными, видоизмененными почвами. 2 ППП из-под чистых хвойных древостоев расположены на маломощных языковатых подзолах.

Результаты и обсуждение

Высокое разнообразие растительных сообществ вырубок можно продемонстрировать описаниями сообществ на территории, расположенной вблизи границы Водлозерского национального парка. Здесь на 3-5 летних вырубках на площади, не превышающей 3 км², образовались сообщества с доминированием березы (*Betula pubescens* Ehrh.), брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.), вейников лесного (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth) и наземного (*C. epigeios* (L.) Roth), иван-чая (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), луговика извилистого (*Avenella flexuosa* (L.) Drej.), малины (*Rubus idaeus* L.), осины (*Populus tremula* L.), осоки буроватой (*Carex brunnescens* (Pers.) Poir.), таволги вязолистной (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.). Разнообразие сообществ вырубок определяется в первую очередь варьированием рельефа и почв (влажность и богатство). Так, среди вырубок с доминированием луговика извилистого на южных склонах небольших возвышенностей, образуются сообщества с доминированием брусники и иван-чая. Такой «северный» вариант вырубки обусловлен сухостью почвы. На влажных местообитаниях образуются сообщества с доминированием осок (*Carex brunnescens* и *C. canescens* L.) и достаточно высоким обилием сфагнумов. Кроме почвенных условий и рельефа, имеет значение состав бывшего леса. Присутствие осины в вырубленном насаждении обуславливает ее доминирование за счет быстрого развития корневых отпрысков с первых лет восстановления растительности после рубки, в то время как в других условиях древесные начинают доминировать, как правило, с 6–7 годов и позже.

Состав и структура растительного сообщества достаточно сильно варьирует и в пределах одной вырубки. Изменения в данном случае определяются мезорельефом, почвенными условиями и антропогенным влиянием. Показательным может быть изменение растительного сообщества на протяженно-

сти около 100 м, где в основании небольшого склона и у края леса во влажных условиях в травянистом ярусе доминирует осока (*Carex brunnescens*), а покрытие сфагнумов достигает 80% (Табл. 1, фрагмент 1). Чуть выше по склону покрытие сфагнумов снижается до 10% и усиливается влияние злаков и иван-чая (Табл. 1, фрагмент 2). Еще выше по склону влажность почвы снижается до уровня, когда сфагнум исчезает, а в травянистом ярусе преобладают уже иван-чай и луговик извилистый – типичное сообщество вырубок в данном районе (Табл. 1, фрагмент 3). Еще выше сухость верхних горизонтов почвы не позволяет восстановиться растительности после нарушения (Табл. 1, фрагмент 4), и здесь присутствуют только отдельные растения луговика и иван-чая и некоторых других видов (общее покрытие 5%). Далее у дороги на месте свалки порубочных остатков образовалось сообщество с преобладанием малины (Табл. 1, фрагмент 5) – достаточно редкое в условиях Карелии явление.

Представленное изменение структуры сообщества вырубки не уникально и наблюдается повсеместно. Даже на вырубках с ровной горизонтальной поверхностью будут участки, отличающиеся по увлажнению. У кромки леса практически всегда создаются условия или более влажные, или, наоборот, более сухие, чем центральная часть вырубки, что объясняется влиянием лесного сообщества и зависит от механического состава почвы. То же наблюдается и у дороги. Лесное сообщество обычно также неоднородно, особенно если древесный ярус представлен разными породами или имеются окна в пологе, ветровал и т. п. В первые годы после рубки эта неоднородность создает фрагментарность растительного покрова на вырубке. Антропогенное влияние (применение различной техники, химикатов, а также создание участков различного назначения: от складирования древесины до мест сжигания порубочных остатков) накладывается на естественное варьирование растительности, создавая тем самым сложную мозаику различной размерности.

Пространственная неоднородность растительного покрова вырубок сочетается с сильной изменчивостью сообщества во времени, что еще более усложняет отнесение вырубки к той или иной группе в классификационной схеме И.С. Мелехова. Динамичность процессов, происходящих в сообществе, хорошо иллюстрируется данными ежегодных наблюдений на постоянных пробных площадях (ППП), заложенных на 6 расположенных вблизи друг к другу вырубках в Кондопожском районе Карелии. Так, видовой состав на некоторых ППП в течение 10 лет обновился на 40% (Крышень, 2001), что придало процессам, происходящим в сообществе, хаотичный вид. На самом деле, в целом происходит выравнивание структуры растительного сообщества вырубки. Это было продемонстрировано в том числе и результатами факторного анализа, при выполнении которого описания были преобразованы

Таблица 1.

Пространственное варьирование состава и обилия видов в растительном сообществе вырубki

Виды	Проективное покрытие вида, %				
	Фрагмент 1 - основное склона	Фрагмент 2 - нижняя часть склона	Фрагмент 3 - верхняя часть склона	Фрагмент 4 - возвышенная часть вырубки	Фрагмент 5 - участок у дороги, место свалки порубочных остатков
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drej.	2	10	30	3	2
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	—	5	5	—	1
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	—	5	—	—	—
<i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir.	40	60	5	—	—
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	15	20	15	2	5
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Aschers. et Graebn.	1	1	—	—	—
<i>Epilobium palustre</i> L.	2	1	—	—	—
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	3	2	1	—	1
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	1	1	—	—	—
<i>Geranium sylvaticum</i> L.	3	2	—	—	—
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.	1	—	—	—	—
<i>Linnaea borealis</i> L.	3	1	1	—	—
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	—	2	3	1	1
<i>Melampyrum pratense</i> L.	—	5	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i> L.	—	2	5	—	—
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	2	—	—	1	—
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	5	—	—	—	—
<i>Rubus chamaemorus</i> L.	3	—	1	—	—
<i>R. idaeus</i> L.	—	1	5	—	60
<i>R. saxatilis</i> L.	3	—	1	1	—
<i>Salix caprea</i> L.	—	—	—	—	1
<i>S. phylicifolia</i> L.	—	2	—	—	—
<i>Solidago virgaurea</i> L.	2	2	1	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	5	5	15	1	5
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	1	—	—	—	—
<i>V. vitis-idaea</i> L.	1	1	1	—	—
<i>Sphagnum</i> sp.	80	10	—	—	—
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	1	—	1	—	—
Общее покрытие	90	80	50	7	70
Всего видов сосудистых растений	18	19	14	6	8

следующим образом. Переменными являлись описания 20 постоянных пробных площадей площадью 50 м² в 1990, 1994 и 1998 гг. Промежуточные описания не использовались, т.к. это значительно затруднило бы интерпретацию результатов, а изменения, происходящие в напочвенном покрове в течение 1 года, не позволяют выявить тенденции развития и в значительной степени отражают случайные процессы, погодные условия текущего года и возможные ошибки глазомерного учета. В характеристике переменных участвовали следующие виды: вейник лесной, луговик извилистый, полевица тонкая и иван-чай. Все остальные виды были объединены в группы по эколого-ценотическим признакам: 1) сорные – растения, обитающие преимущественно на с.-х. полях и занесенные на вырубке с техникой или с посадочным материалом; 2) таежное мелкотравье и лесные кустарнички – в большинстве это виды, свойственные коренным ельникам черничным; 3) луговые виды и виды, обитающие под пологом смешанных лесов; 4) древесные растения. В результате было выявлено 7 значимых факторов. В плоскости двух первых (Рис. 1) (1-й – факторы экотопа, обеспечивающие преобладание вейника лесного и 2-й – время) наблюдается сужение варьирования структуры сообщества с возрастом вырубки. Более нагляд-

но процесс выравнивания сообщества демонстрируется изменениями структуры сообщества на 2-х примыкающих друг к другу ППП на вейниково-разнотравной вырубке. Одна из ППП была заложена на месте сжигания порубочных остатков, и здесь закономерно наблюдалось преобладание иван-чая. Постепенно в сообщество внедрялись полевица тонкая и вейник лесной, последний к девятому году имел уже большее проективное покрытие, чем иван-чай. Постепенно происходило формирование типичного сообщества вейниковой вырубки. На вплотную примыкающей к описанному выше участку другой ППП изначально сформировалось злаковое сообщество с доминированием полевицы и вейника, последний постепенно вытеснял полевицу, параллельно происходило заселение участка иван-чаем. На обеих ППП в течение 9 лет развитие шло таким образом, что происходило выравнивание долей преобладающих видов, в том числе и за счет проникновения и разрастания видов из соседних участков. За это время коренным образом отличавшиеся по составу и строению ППП приобрели сходный облик (Рис. 2). Это пример процессов на изначально наиболее контрастных ППП, в других случаях выравнивание растительного сообщества происходит еще быстрее.

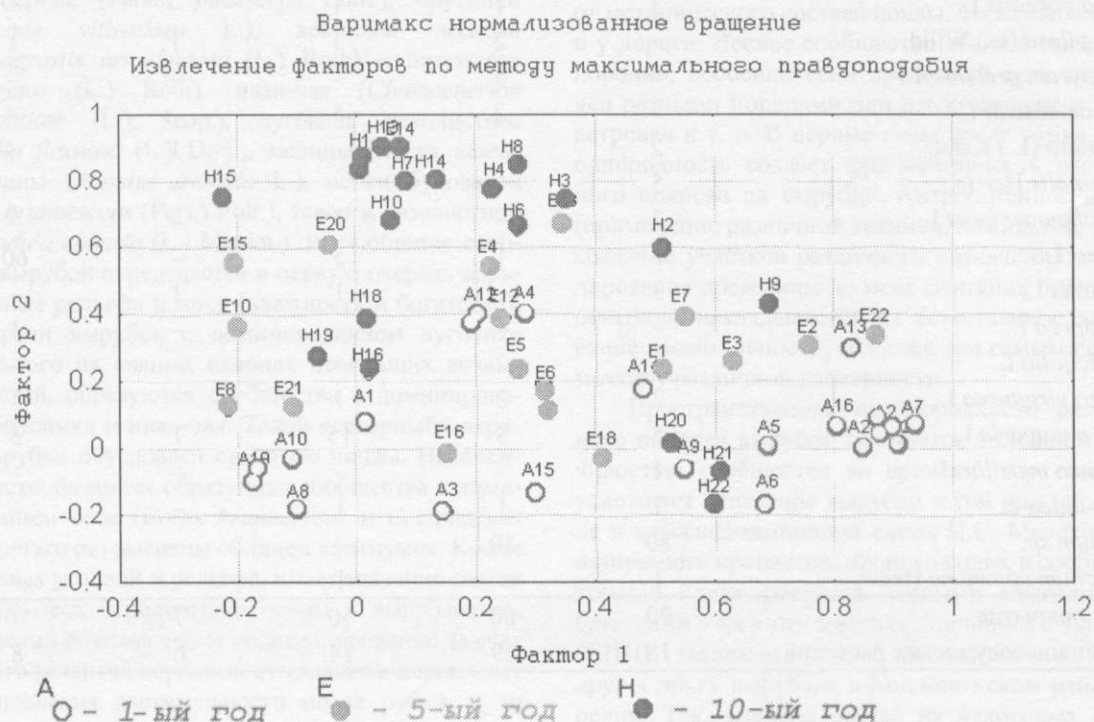


Рис. 1. Варьирование структуры растительного сообщества вейниковой вырубки в пространстве двух факторов: фактор 1 – условия экотопа, обеспечивающие доминирование вейника лесного; фактор 2 – время.

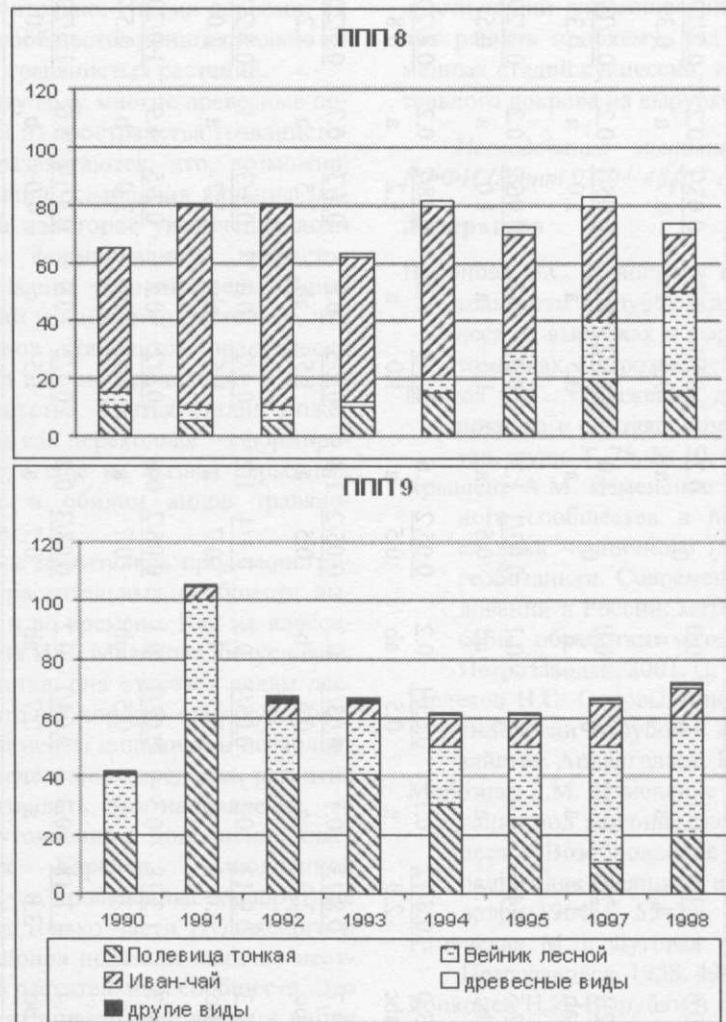


Рис. 2. Изменение проективного покрытия основных групп видов на примыкающих вплотную друг к другу ППП: ППП 8 расположена на месте сжигания порубочных остатков, растительный покров на ППП 9 развивался без воздействия огня.

Растительные сообщества вырубок южной Карелии существуют недолго – до смыкания крон листовых пород проходит не более 10–12 лет. Мы попытались ответить на вопрос: возможно ли выделение стадий сукцессии в столь краткий период развития сообщества? Оказалось, что по составу и обилию травянистых растений выделение стадий сукцессий не было возможным, т. к. изменения были постепенными или, наоборот, резкими, но разнонаправленными. В то же время древесные породы оказались именно тем признаком (Табл. 2), по которому достаточно четко выделяются три стадии сукцессии.

В первую стадию структуру сообщества в значительной степени определяют: состав бывшего насаждения, расположение участка в рельефе, удаленность его от края леса, почвенные условия, окружающая растительность. Эти факторы регулируют поступление и прорастание зачатков растений. Разнообразие элементарных местообитаний и отсутствие острой конкуренции (еще много свободного про-

странства) обеспечивают на этой стадии возможность большому количеству видов закрепиться в сообществе. Древесные породы, распространяющиеся семенами, находятся на стадии всходов и практически не влияют на структуру сообщества, корнеотпрысковые (осина) также еще не проявляют своего преимущества.

Вторая стадия сукцессии начинается со 2–3-го года, когда на большей территории вырубки общее проективное покрытие достигает 80–100%, а процессы регуляции численности и состава сообщества проходят в значительной степени под контролем внутренних факторов. Постепенно формируется сообщество с 3–4 доминантами, как правило, это вейник лесной и иван-чай, а также луговик и (или) полевица, иногда осики, кустарнички или виды разнотравья (в зависимости от условий местопроизрастания). Древесные породы, за исключением подрастающего, оставленного на вырубке, находятся в пространстве травянистого яруса (до 2 м), и если и пре-

Таблица 2.

Изменение обилия древесных видов по годам на вейниковых вырубках на 20 ППП

Воз- раст выруб- ки, лет	Вид																			
	ольха		береза		осина		ива		рябина		шиповник		волчье лыко		малина		сосна		ель	
	пп*	h**	пп	h	пп	h	пп	h	пп	h	пп	h	пп	h	пп	h	пп	h	пп	h
1	0.3 a***	0	0.0 a	<u>0.05/1</u> 1.0	1.1 a	<u>0.08/3</u> 1.0	0.3 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.6 a	<u>0.1/4</u> 1.0	0.1 a	0	0.0 a	0	0.2 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.2 a	<u>0.03/1</u> 0.7	0.2 a	<u>0.2/19</u> 0.3
2	4.3 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.3 a	<u>0.08/2</u> 1.5	2.1 ab	<u>0.1/3</u> 1.0	1.0 ab	<u>0.05/2</u> 0.5	2.1 ab	<u>0.2/5</u> 1.0	0.0 a	0	0.0 a	0	1.0 a	<u>0.05/2</u> 0.5	0.2 a	<u>0.05/1</u> 1.0	0.2 a	<u>0.2/19</u> 0.3
3	4.8 a	<u>0.03/1</u> 0.5	2.4 ab	<u>0.3/7</u> 2.5	2.5 ab	<u>0.1/5</u> 1.5	1.3 abc	<u>0.1/4</u> 1.5	3.5 bc	<u>0.4/9</u> 1.3	0.0 a	0	0.1 ab	<u>0.03/1</u> 0.5	1.3 a	<u>0.08/2</u> 1.0	0.2 a	<u>0.06/2</u> 1.0	0.2 a	<u>0.3/20</u> 0.5
4	4.8 a	<u>0.05/1</u> 1.0	3.4 ab	<u>0.5/9</u> 3.0	4.2 abc	<u>0.3/7</u> 2.5	2.5 abc	<u>0.2/5</u> 2.5	3.0 abc	<u>0.8/12</u> 2.0	0.1 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.2 ab	<u>0.05/2</u> 0.5	1.6 a	<u>0.1/3</u> 1.0	0.2 a	<u>0.08/2</u> 1.2	0.2 a	<u>0.4/20</u> 0.8
5	6.0 a	<u>0.07/1</u> 1.5	4.1 ab	<u>0.8/14</u> 4.0	6.1 abcd	<u>0.8/9</u> 3.5	3.2 abc	<u>0.6/10</u> 3.0	3.7 bc	<u>0.8/13</u> 2.0	0.1 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.3 b	<u>0.05/2</u> 0.5	1.8 a	<u>0.2/5</u> 1.5	0.3 ab	<u>0.1/3</u> 1.5	0.7 a	<u>0.5/20</u> 1.2
6	6.3 a	<u>0.1/1</u> 2.0	6.2 bc	<u>1.4/15</u> 4.5	6.8 bcd	<u>0.9/9</u> 4.0	4.2 bc	<u>0.9/12</u> 3.0	4.3 bc	<u>0.9/13</u> 3.0	0.1 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.3 b	<u>0.1/4</u> 0.7	1.2 a	<u>0.1/2</u> 1.5	0.3 abc	<u>0.1/3</u> 1.7	1.1 a	<u>0.8/20</u> 2.0
8	7.8 a	<u>0.3/2</u> 4.0	10. 7 d	<u>2.0/18</u> 5.0	10.1 d	<u>1.7/12</u> 5.5	4.9 c	<u>2.2/14</u> 5.0	4.7 c	<u>1.3/18</u> 3.0	0.5 a	<u>0.03/1</u> 0.5	0.1 ab	<u>0.06/2</u> 0.7	0.6 a	<u>0.1/2</u> 1.5	0.8 bc	<u>0.2/5</u> 3.0	4.9 b	<u>1.0/20</u> 2.5
9	6.4 a	<u>0.8/7</u> 5.0	8.6 cd	<u>2.0/19</u> 5.0	8.0 cd	<u>1.7/13</u> 5.5	4.8 c	<u>1.9/16</u> 5.0	3.4 bc	<u>1.1/18</u> 3.0	0.3 a	<u>0.04/1</u> 0.7	0.2 ab	<u>0.08/3</u> 0.7	0.8 a	<u>0.1/2</u> 1.5	0.9 c	<u>0.4/10</u> 4.0	5.6 b	<u>1.3/20</u> 3.0

*- проективное покрытие;

**- высота;

***одинаковые буквы отмечают отсутствие достоверного (5% уровень значимости) отличия проективного покрытия в соответствующие годы (Kruskal-Valis test).

вышают его, то незначительно. Иными словами, их влияние на структуру сообщества принципиально не отличается от влияния травянистых растений.

Как правило, к 6-му году многие древесные породы (Табл. 2) выходят из пространства травянистого яруса, кроны их разрастаются, что, возможно, является одной из причин ослабления влияния злаков и влечет за собой некоторое увеличение доли разнотравья. Далее с формированием древостоя продолжается выравнивание условий среды. Влияние древесных растений усиливается настолько, что внедрение новых видов становится практически невозможным, но пока еще не происходит и выпадения видов из сообщества. Третья стадия может быть охарактеризована как переходная – сформированный древесный ярус еще не вызвал серьезных изменений в составе и обилии видов травяно-кустарничкового яруса.

Таким образом, мы попытались продемонстрировать изменчивость растительных сообществ вырубки в пространстве и во времени. Как их классифицировать? Типология И.С. Мелехова, безусловно, имеет свои преимущества, она отвечает целям лесного хозяйства, достаточно хорошо структурирована, включает в себя элементы динамики и позволяет прогнозировать, в определенных пределах, развитие сообщества. Если развивать это направление, то требуется некоторое уточнение и дополнение классификации вырубок Карелии, выполненной Н.И. Ронконен (1975), т.к. проведенные маршрутные обследования вырубок только части Пудожского и Медвежьегогорского районов показали наличие неотраженных в нем типов растительных сообществ. Это вызвано еще и тем, что в настоящее время в рубку идут вторичные сообщества со значительной примесью лиственных пород, и развитие растительности на таких вырубках имеет некоторые особенности.

На наш взгляд, перспективным для классификации столь изменчивых в пространстве и времени объектов может оказаться динамический метод В.С. Ипатова (1999). Построение пространственных и временных рядов и циклов и включение их в соот-

ветствующий динамический ряд ассоциаций позволит решить проблему, как нескольких кратковременных стадий сукцессии, так и мозаичности растительного покрова на вырубке.

Исследования выполнялись при поддержке РФФИ (грант 02-04-48467-а).

Литература

- Воронова В.С. К вопросу о классификации растительности вырубок Карелии // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск., 1964. С. 22–32.
- Ипатов В.С. Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах // Ботан. журн. Т. 75. № 10, 1999. С. 1380–1388.
- Крышень А.М. Изменение разнообразия растительного сообщества в процессе восстановления ельника черничного // Актуальные проблемы геоботаники. Современные направления исследований в России: методологии, методы и способы обработки материалов. Тез. шк.-конф. Петрозаводск, 2001. С. 111–113.
- Мелехов И.С. Основы типологии вырубок // Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве. Архангельск, 1959. С. 5–23.
- Морозова Р.М. Изменение процессов почвообразования под влиянием концентрированных рубок леса // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. Петрозаводск, 1964. С. 55–73.
- Раменская М.Л. Луговая растительность Карелии. Петрозаводск, 1958. 490 с.
- Ронконен Н.И. Вырубки и естественное возобновление на них // Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск, 1975. С. 36–65.
- Федорец Н.Г. Почвенные условия вырубок Карелии последнего десятилетия // Вопросы лесовосстановления и лесозащиты в Карелии. Петрозаводск, 1983. С. 4–13.