

Таблица 1. Проективное покрытие видов растений (%), среднее из 40 площадок размером 1 м² в I варианте (контроль) в 1976–1997 гг.

Виды растений	Год исследований										
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1992	1994	1995	1997
Кустарнички											
<i>Andromeda polifolia</i>	2.5	1.7	2.4	1.5	3.0	3.5	1.8	1.7	2.8	2.4	2.5
<i>Betula nana</i>	1.0	2.0	0.3	0.9	1.3	1.8	1.3	1.6	1.3	1.4	1.2
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	1.4	1.7	2.3	1.1	3.9	2.2	0.7	0.5	1.1	1.5	1.2
<i>Oxycoccus palustris</i>	3.5	7.3	2.7	8.0	6.6	3.0	6.2	7.7	3.3	2.7	3.4
Осоки и травы											
<i>Carex chordorrhiza</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>C. lasiocarpa</i>	4.2	5.4	2.6	6.3	1.4	1.8	5.1	0.4	0.3	0.2	0.2
<i>C. limosa</i>	0	0.1	0	0	0	0.1	0	+	0.1	0.1	+
<i>C. pauciflora</i>	+	0.2	0	0	0.1	0	0.1	+	0.1	0.2	0.3
<i>C. rostrata</i>	2.0	2.7	2.5	4.0	2.2	2.9	3.1	7.3	8.3	6.9	6.2
<i>Drosera rotundifolia</i>	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2
<i>Eriophorum polystachion</i>	0	0.1	0.1	0.3	0.2	0	0	+	+	+	0
<i>E. vaginatum</i>	0.8	0.3	0.4	0.5	0.4	1.4	0.8	0.7	0.5	1.2	1.0
<i>Menyanthes trifoliata</i>	3.0	4.8	2.4	6.4	4.8	10.0	12.2	6.7	13.1	13.3	9.3
<i>Scheuchzeria palustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0.1	0.1	0.2
Мхи											
<i>Sphagnum angustifolium</i>	59.9	35.6	40.0	44.5	36.5	30.0	34.9	33.7	23.1	12.6	46.5
<i>S. fallax</i>	4.1	37.0	19.4	15.0	15.0	22.9	22.1	20.6	26.0	49.7	15.4
<i>S. magellanicum</i>	35.4	57.4	39.2	40.5	48.4	47.1	43.0	44.8	50.6	35.9	35.1
<i>Aulacomnium palustre</i>	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	+	0.1
<i>Calliergon stramineum</i>	0.3	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+
<i>Drepanocladus fluitans</i>											
<i>Polytrichum strictum</i>	0.3	0	0.5	0	0.2	0	0	0.9	0.5	0.3	0.3
Проективное покрытие											
Травяно-кустарничкового яруса	18.4	26.0	15.7	28.8	23.8	26.6	31.2	26.7	31.2	30.4	25.7
Кустарничков	8.4	13.4	7.9	17.4	9.0	16.1	21.2	15.2	22.7	22.4	8.3
Осок	6.2	8.1	5.1	10.3	3.6	4.7	8.2	7.7	8.6	7.1	6.4
Трав	10.0	12.6	7.8	11.4	14.8	10.5	10.0	11.5	8.5	8.0	17.4
Мохового яруса	100	100	89.0	100	100	100	100	100	100	98.5	97.4

Примечание: "+" здесь и в табл. 2 означает проективное покрытие растений меньше 0.1%.

Опыт заложен по традиционной схеме: I – контроль (удобрения не вносятся), II – N₃₀P₆₀; III – N₃₀K₄₅; IV – P₆₀K₄₅; V – N₃₀P₆₀K₄₅ кг/га (по действующему веществу). Площадь каждого варианта 600 м² (20 × 30 м), расстояние между ними 5 м. Общая площадь участка 0.3 га. Удобрения в форме аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия вносили ежегодно в конце мая – начале июня до начала вегетации растений. Двойной суперфосфат содержит кальций, поэтому считали, что в вариантах опыта с фосфором вносилось также до 20 кг/га Са. Во II и III вариантах удобрения вносили в 1976–1978 гг., в IV–V – в 1976–1981 гг.

В пределах каждого варианта равномерно было заложено по 40 постоянных площадок размером 1 м², на которых производили геоботанические описания растительности (обычно в июле в

период максимального накопления фитомассы). В табл. 1, 2 приведены результаты описаний для I (контрольного) варианта и V (N₃₀P₆₀K₄₅), в котором произошли наиболее сильные изменения.

Изменение растительности по годам мы также оценивали, используя количественный метод координат В.Д. Лопатина (1983), разработанный на основе известной схемы эдафо-фитоценологических рядов В.Н. Сукачева (1975). Сначала метод координат был успешно апробирован для анализа динамики луговой растительности Карелии (Лопатин, Зайкова, 1966; Зайкова, 1980). Затем В.Д. Лопатин (1983) модифицировал метод применительно к болотам. Ряды для болот пришлось построить по двухфакторному принципу, учитывая специфику их растительности (см. рисунок). По оси абсцисс отложены показатели условий питания – от гипертрофных (+х) до дистрофных (–х), по оси

Таблица 1. Проективное покрытие видов растений (% , среднее из 40 площадок размером 1 м²) в I варианте (контроль) в 1976–1997 гг.

Виды растений	Год исследований										
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1992	1994	1995	1997
Кустарнички											
<i>Andromeda polifolia</i>	2.5	1.7	2.4	1.5	3.0	3.5	1.8	1.7	2.8	2.4	2.5
<i>Betula nana</i>	1.0	2.0	0.3	0.9	1.3	1.8	1.3	1.6	1.3	1.4	1.2
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	1.4	1.7	2.3	1.1	3.9	2.2	0.7	0.5	1.1	1.5	1.2
<i>Oxycoccus palustris</i>	3.5	7.3	2.7	8.0	6.6	3.0	6.2	7.7	3.3	2.7	3.4
Осоки и травы											
<i>Carex chordorrhiza</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
<i>C. lasiocarpa</i>	4.2	5.4	2.6	6.3	1.4	1.8	5.1	0.4	0.3	0.2	0.2
<i>C. limosa</i>	0	0.1	0	0	0	0.1	0	+	0.1	0.1	+
<i>C. pauciflora</i>	+	0.2	0	0	0.1	0	0.1	+	0.1	0.2	0.3
<i>C. rostrata</i>	2.0	2.7	2.5	4.0	2.2	2.9	3.1	7.3	8.3	6.9	6.2
<i>Drosera rotundifolia</i>	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2
<i>Eriophorum polystachion</i>	0	0.1	0.1	0.3	0.2	0	0	+	+	+	0
<i>E. vaginatum</i>	0.8	0.3	0.4	0.5	0.4	1.4	0.8	0.7	0.5	1.2	1.0
<i>Menyanthes trifoliata</i>	3.0	4.8	2.4	6.4	4.8	10.0	12.2	6.7	13.1	13.3	9.3
<i>Scheuchzeria palustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	0.1	0.1	0.2
Мхи											
<i>Sphagnum angustifolium</i>	59.9	35.6	40.0	44.5	36.5	30.0	34.9	33.7	23.1	12.6	46.5
<i>S. fallax</i>	4.1	37.0	19.4	15.0	15.0	22.9	22.1	20.6	26.0	49.7	15.4
<i>S. magellanicum</i>	35.4	57.4	39.2	40.5	48.4	47.1	43.0	44.8	50.6	35.9	35.1
<i>Aulacomnium palustre</i>	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	+	0.1
<i>Calliergon stramineum</i>	0.3	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+
<i>Drepanocladus fluitans</i>											
<i>Polytrichum strictum</i>	0.3	0	0.5	0	0.2	0	0	0.9	0.5	0.3	0.3
Проективное покрытие											
Травяно-кустарничкового яруса	18.4	26.0	15.7	28.8	23.8	26.6	31.2	26.7	31.2	30.4	25.7
Кустарничков	8.4	13.4	7.9	17.4	9.0	16.1	21.2	15.2	22.7	22.4	8.3
Осок	6.2	8.1	5.1	10.3	3.6	4.7	8.2	7.7	8.6	7.1	6.4
Трав	10.0	12.6	7.8	11.4	14.8	10.5	10.0	11.5	8.5	8.0	17.4
Мохового яруса	100	100	89.0	100	100	100	100	100	100	98.5	97.4

Примечание: "+" здесь и в табл. 2 означает проективное покрытие растений меньше 0.1%.

Опыт заложен по традиционной схеме: I – контроль (удобрения не вносятся), II – N₃₀P₆₀; III – N₃₀K₄₅; IV – P₆₀K₄₅; V – N₃₀P₆₀K₄₅ кг/га (по действующему веществу). Площадь каждого варианта 600 м² (20 × 30 м), расстояние между ними 5 м. Общая площадь участка 0.3 га. Удобрения в форме аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлористого калия вносили ежегодно в конце мая – начале июня до начала вегетации растений. Двойной суперфосфат содержит кальций, поэтому считали, что в вариантах опыта с фосфором вносилось также до 20 кг/га Са. Во II и III вариантах удобрения вносили в 1976–1978 гг., в IV–V – в 1976–1981 гг.

В пределах каждого варианта равномерно было заложено по 40 постоянных площадок размером 1 м², на которых производили геоботанические описания растительности (обычно в июле в

период максимального накопления фитомассы). В табл. 1, 2 приведены результаты описаний для I (контрольного) варианта и V (N₃₀P₆₀K₄₅), в котором произошли наиболее сильные изменения.

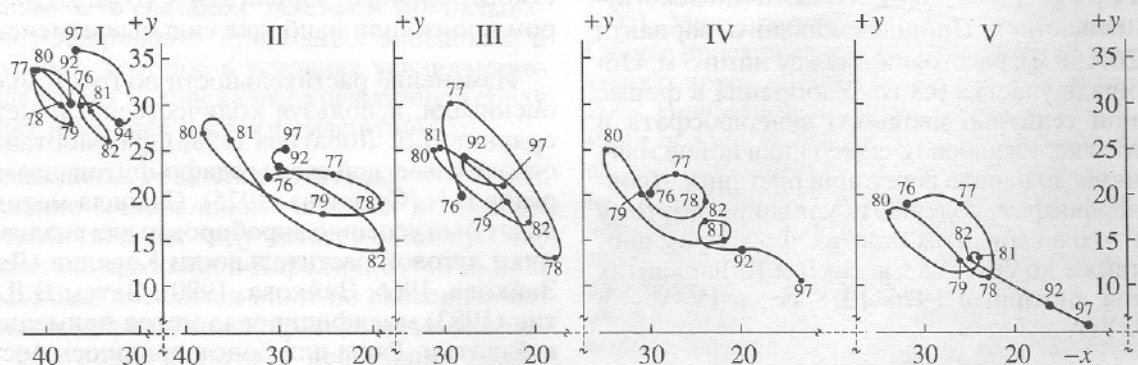
Изменение растительности по годам мы также оценивали, используя количественный метод координат В.Д. Лопатина (1983), разработанный на основе известной схемы эдафо-фитоценологических рядов В.Н. Сукачева (1975). Сначала метод координат был успешно апробирован для анализа динамики луговой растительности Карелии (Лопатин, Зайкова, 1966; Зайкова, 1980). Затем В.Д. Лопатин (1983) модифицировал метод применительно к болотам. Ряды для болот пришлось построить по двухфакторному принципу, учитывая специфику их растительности (см. рисунок). По оси абсцисс отложены показатели условий питания – от гипертрофных (+х) до дистрофных (–х), по оси

Таблица 2. Проективное покрытие видов растений в V варианте ($N_{30}P_{60}K_{45}$) в 1976–1997 гг.

Виды растений	Год исследований								
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1992	1997
Кустарнички									
<i>Andromeda polifolia</i>	4.2	6.8	11.5	10.8	13.0	14.4	16.8	4.3	2.8
<i>Betula nana</i>	0.3	0.5	1.7	0.8	2.3	2.9	4.1	2.1	0.8
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	3.2	4.9	12.1	7.7	15.0	8.9	4.4	2.7	1.3
<i>Oxycoccus palustris</i>	4.3	15.2	13.2	25.2	15.2	20.2	15.4	5.5	3.5
Осоки и травы									
<i>Carex lasiocarpa</i>	1.0	3.1	0.5	3.7	1.2	4.7	5.4	3.4	4.7
<i>C. limosa</i>	0.5	1.2	0.5	0.8	0.1	0.3	0.2	0.9	1.1
<i>C. pauciflora</i>	0.5	1.1	0.2	0.8	0	0	0.1	+	0.1
<i>C. rostrata</i>	4.6	5.5	7.1	8.9	4.6	7.6	7.4	7.5	7.9
<i>Eriophorum polystachion</i>	0	0	0	0	0	0	0	+	+
<i>E. vaginatum</i>	0.6	0.2	0.2	3.0	0.8	3.8	5.2	0.1	+
<i>Menyanthes trifoliata</i>	2.0	6.2	1.4	0.5	2.1	8.8	19.0	6.2	9.9
<i>Scheuchzeria palustris</i>	0.1	0.1	0	0	0	0	0	+	+
Мхи									
<i>Sphagnum angustifolium</i>	47.0	25.3	37.5	50.0	30.0	23.7	20.4	22.6	16.0
<i>S. fallax</i>	23.1	49.5	46.5	31.6	8.5	9.0	25.3	67.2	66.8
<i>S. fuscum</i>	4.0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. magellanicum</i>	23.6	22.1	12.0	6.5	4.0	5.0	6.3	9.5	9.7
<i>Aulacomnium palustre</i>	0	0	0	0.4	0.3	0	0	0	+
<i>Calliergon stramineum</i>	0.4	0	2.5	10.0	0.9	7.4	3.4	0	+
<i>Drepanocladus fluitans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polytrichum strictum</i>	0.6	2.6	0	1.5	1.3	0.4	0.3	0	0.1
Проективное покрытие									
Травяно-кустарничкового яруса	21.3	44.8	48.4	62.2	54.3	71.6	78.0	32.7	32.1
Кустарничков	12.0	27.4	38.5	44.5	45.5	46.4	40.7	14.6	8.4
Осок	6.6	8.6	7.6	12.6	5.8	12.3	12.8	10.9	12.6
Трав	9.3	17.4	9.9	17.7	8.8	25.2	37.3	18.1	23.7
Мохового яруса	98.7	99.5	98.5	100	45.0	45.5	55.7	99.3	92.6

ординат условий увлажнения – от постоянно обводненных, где вода стоит всегда выше поверхности субстрата (–y), до резко переменного увлажнения на высоких моховых кочках (+y). За центр

(место пересечения осей координат) рядов взято собственно мезотрофное питание и увлажнение, характерное для невысоких повышений с ровной поверхностью, называемых обычно “коврами”.



Местоположение растительности мезо-олиготрофной болотной фации *Sphagneta magellanici* + *S. fallaxi* в системе экологических рядов за 22 года наблюдений: I–V – варианты опыта: I – контроль, II – $N_{30}P_{60}$, III – $N_{30}K_{45}$, IV – $P_{60}K_{45}$, V – $N_{30}P_{60}K_{45}$; точки – местоположение растительности вариантов опытов в годы наблюдений.

Таким образом, ряды для растительности болот являются экологическими, выраженными в системе координат, но в известной степени они отражают и экофитоценотические связи. Согласно указанному методу координат В.Д. Лопатина (1983), в каждый год определялось местоположение (координаты) растительного сообщества каждого варианта в системе экологических рядов по среднему проективному покрытию видов растений. Более подробно суть метода координат и способ вычисления координат для лугов излагаются В.Д. Лопатиным, В.А. Зайковой (1966), для болот – В.Д. Лопатиным (1983).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее быстро отреагировала на внесение всех сочетаний минеральных удобрений клюква болотная, обладающая поверхностной корневой системой. Уже на второй год опыта ее проективное покрытие в II–V вариантах увеличилось в 4–6 раз. Этому способствовало и то, что достаточно теплый и влажный 1977 г. был вообще благоприятным для ее развития, о чем свидетельствуют данные контрольного варианта (табл. 1). Внесенные удобрения усваивались растениями, что было установлено методом листовой диагностики (Юдина и др., 1983).

Внесение минеральных удобрений не оказало влияния на изменение флористического состава сообществ, но по годам существенно варьировало абсолютное и относительное участие отдельных видов сосудистых растений и сфагновых мхов. Возросло обилие сосудистых растений, что привело к увеличению проективного покрытия травяно-кустарничкового яруса в 1979 г.: I вариант (контроль) – 29, II – 48, III – 54, IV – 50, V – 62%. Через 11–14 лет после прекращения внесения удобрений в 1992 г. покрытие травяно-кустарничкового яруса на удобряемых участках уменьшилось до его величины в контроле (25–30%; табл. 1, 2).

Особое внимание следует уделить вопросам динамики мохового яруса, так как сфагновые мхи являются основными доминантами и эдификаторами растительности болот. Наиболее сильное мускоцидное воздействие удобрений, особенно их азотных форм (II, III и V варианты), проявилось на популяциях олиготрофного сфагнового мха *Sphagnum magellanicum*, обладающего более узкой экологической амплитудой по сравнению с олиготрофным *S. angustifolium* (Елина и др., 1984). *S. magellanicum* неуклонно снижал свои позиции (проективное покрытие) в течение всего срока внесения удобрений: во II и III вариантах – в течение трех лет, в V варианте – в течение шести лет. Как только прекратилось внесение удобрений, популяции мха стали постепенно восстанавливаться. Отрицательная реакция сфагновых мхов,

в том числе *Sphagnum magellanicum*, на многократное увеличение минерального питания (в частности, по азоту) отмечена также Е.О. Кузьминой (1993) при загрязнении олиготрофного болота в Ленинградской области жидкими стоками животноводческих комплексов.

Общее проективное покрытие мхов в начале опыта было около 100%. В контроле по годам оно колебалось от 90 до 100%. Во II–V вариантах снижение покрытия (соответственно до 79, 95, 89 и 45%) произошло в 1980 г. после отмеченного в 1979 г. сильного разрастания трав и кустарничков, которые сильно затеняли моховой покров.

К концу опыта (1997 г.) микрорельеф части болотной фации, где проводилось внесение удобрений, из преимущественно волнисто-равнинного стал явно мелкопочковато-равнинным. Увеличился процент площади фации, занятой обширными ровными сильно увлажненными участками с господством в растительном покрове *Sphagnum fallax*. Это явление, вероятно, связано с увеличением скорости процессов разложения органических остатков под воздействием минеральных удобрений и особенно кальция, который, по мнению Н.И. Пьявченко (1978), является торфогенным элементом, снижающим кислотность среды и активизирующим процессы разложения. В опытах по внесению минеральных удобрений на мезотрофное сфагновое болото в Московской области (Работнов, Ракитина, 1976; Гордеева, 1979) дозы удобрений превышали дозы наших опытов в 3–10 раз. Поэтому изменения растительности были более сильными, сукцессионными со сменой доминантов сфагновых мхов, которые почти полностью отмерли, на травянистые растения *Calamagrostis canescens* и *Carex rostrata*.

Обработка полученного геоботанического материала методом координат В.Д. Лопатина (1983) позволила показать изменения растительности количественно и наглядно в системе экологических рядов. В контроле, который представляет собой участок изучаемой мезо-олиготрофной болотной фации *Sphagneta magellanici* + *S. fallaxi*, изменения растительности в течение 22 лет наблюдений можно отнести к флуктуациям под влиянием климатических условий. Размах их по градиенту влажности (оси “у”) составил 8.7, по градиенту трофности (оси “х”) – 10 усл. ед. (см. рисунок). Размах флуктуаций растительности мезо-евтрофной топяной фации *Sphagneta obtusi* + *S. centralis* на этом же болоте в течение 12 лет наблюдений был несколько больше (15 ед. по оси “у” и 9 ед. по оси “х”: Максимова, Юдина, 1993). Мезотрофные и евтрофные участки болот Ленинградской, Новгородской и Калининской областей также больше подвержены флуктуациям по сравнению с верховыми (Немцева, 1991; Боч, Носкова, 1995, 1997).

Если в контроле (I вариант) положение сообществ в системе координат изменялось незначительно относительно первоначального положе-

ния, то при внесении удобрений величина колебаний существенно увеличилась и составила во II варианте по градиенту влажности 13.7 ед., по градиенту трофности – 19.5 ед., в III – 17.0 и 13.7, в IV – 14.2 и 21.2 и в V – 14.2 и 22.5 ед. соответственно. В то же время после трехлетнего внесения удобрений и 18 лет “отдыха” (II–III варианты) положение сообществ в системе координат к 1997 г. практически вернулось к первоначальному. Шестилетнее внесение удобрений (IV–V варианты) даже через 15 лет после прекращения их внесения привело к смещению положения сообществ в сторону большего богатства и влажности. Дальнейшие наблюдения позволяют ответить на вопросы: произойдет ли возвращение ценоза в так называемое “исходное” положение и сколько потребуется на это лет?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функционирование открытой мезо-олиготрофной болотной фации *Sphagneta magellanici* + *S. fallaxi* как саморегулирующейся экосистемы следует рассматривать вполне устойчивым. После внешнего нарушения ее естественного хода развития трехлетним внесением минеральных удобрений в небольших дозах $N_{30}P_{60}K_{45}$ через 18 лет “отдыха” растительность фации практически полностью восстановилась. Более сильная “нагрузка” – в виде шестилетнего внесения удобрений, по-видимому, предполагает более длительные сроки восстановления.

Установленные нами процессы изменения растительности мезо-олиготрофного открытого участка болота под влиянием внесения минеральных удобрений могут служить эталоном тех изменений естественных болот сходного типа, которые могут произойти при их загрязнении, в частности при евтрофировании болот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Боч М.С., Носкова М.Г. Многолетний мониторинг болотной растительности в заказнике “болото Бор” Новгородской и Ленинградской областей // Экологические аспекты устойчивого развития регионов. Новгород, 1995. С. 55–56.

Боч М.С., Носкова М.Г. Итоги мониторинга болотной растительности за 20 лет на верховых и низинных болотах Ленинградской области // Мониторинг биоразнообразия. Раздел III. М., 1997. С. 144–147.

Гордеева М.М. Изменение растительности мезотрофного сфагнового болота при длительном внесении удобрений // Бот. журн. 1979. Т. 64. № 11. С. 1658–1662.

Елина Г.А., Кузнецов О.Л., Максимов А.И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л.: Наука, 1984. 128 с.

Зайкова В.А. Динамика луговых сообществ. Л.: Наука, 1980. 216 с.

Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // Бриол. журн. *Arctoa*. М., 1992. Т. 1 (1–2). С. 1–85.

Кузьмина Е.О. Реакция сфагновых мхов на жидкие стоки животноводческих комплексов // Экология. 1993. № 2. С. 10–14.

Лопатин В.Д. Экологические ряды растительности болот // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. Петрозаводск. Карельский фил. АН СССР. 1983. С. 5–38.

Лопатин В.Д., Зайкова В.А. Анализ изменчивости лугов и прогноз эффективности удобрений на основе принципа эколого-фитоценологических рядов В.Н.Сукачева // Бот. журн. 1966. Т.51. № 3. С. 309–321.

Максимова Т.А., Юдина В.Ф. Флюктуации растительности мезотрофной болотной фации на охраняемом болоте в южной Карелии // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск. Карельский научный центр РАН, 1993. С. 165–169.

Медведева В.М., Морозова Р.М., Матюшкин В.А., Корчагина М.П. Минеральное питание и рост сосны в культурах на осушенном переходном болоте при внесении удобрений // Лесоведение. 1994. № 2. С. 3–12.

Немцева Н.Д. К вопросу о динамике растительности верховых болот Дарвинского заповедника (на примере болота Большой Мох) // Болота охраняемых территорий: проблемы охраны и мониторинг. Л.: ВБО, 1991. С. 57–59.

Паавилайнен Э. Применение минеральных удобрений в лесу. М.: Лесная промышл., 1983. 96 с.

Пьявченко Н.И. Торфонакопление и его продуктивность // Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 1978. С. 141–155.

Пьявченко Н.И., Сибирева З.А. Некоторые результаты стационарного изучения взаимовлияния леса и болота в подзоне средней тайги // Тр. Ин-та леса и древесины АН СССР. 1962. Т.53. С. 174–203.

Пятецкий Г.Е., Ионин И.В., Жарова Л.П. Лесохозяйственное освоение осушенных болот Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1976. 128 с.

Пятин Г.М. Влияние минеральных удобрений на процесс облесения верховых болот // Осушение и освоение заболоченных земель в нечерноземной зоне РСФСР. Труды ЛенНИИЛХа. Вып. 24. Л., 1976. С. 70–74.

Работнов Т.А., Ракитина Е.К. Влияние удобрений на растительность мезотрофного сфагнового болота // Бот. журн. 1976. Т.61. № 5. С. 733–738.

Сукачев В. Н. Классификация растительности в России. Избранные труды. Т.3. 1975. С. 259–278.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.

Юдина В.Ф., Максимова Т.А., Корчагина М.П. Влияние минеральных удобрений на рост и продуктивность клюквы болотной в естественных условиях произрастания // Структура растительности и ресурсы болот Карелии. Петрозаводск: Карельский фил. АН СССР, 1983. С. 81–98.