

На правах рукописи

СОЛОДОВНИКОВ

Антон Николаевич

**ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ СМЕНЫ ЛЕСНЫХ
БИОГЕОЦЕНОЗОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В
УСЛОВИЯХ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КАРЕЛИИ**

03.02.08 – экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Петрозаводск - 2014

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте леса Карельского научного центра Российской академии наук

Научный руководитель доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Федорец Наталия Глебовна

Официальные оппоненты: **Рожков Вячеслав Александрович**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
чл.-корр. РАСХН, Государственное научное
учреждение Почвенный институт
им. В.В. Докучаева Российской академии
сельскохозяйственных наук, гл. науч. сотр.

Кузнецова Лариса Анатольевна,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Петрозаводский государственный университет,
доцент кафедры агрономии землеустройства и
кадастров

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Центр по проблемам экологии
и продуктивности лесов Российской академии
наук (ЦЭПЛ РАН)

Защита состоится «30» апреля 2014г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет, тел., факс: 8(8142)763864.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Петрозаводского государственного университета www.petrso.ru, с авторефератом - на сайтах <http://vak.ed.gov.ru/> и www.petrso.ru.

Автореферат разослан: « ___ » _____ 2014 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. биол. наук



Дзюбук И.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В Карелии, где более 85% территории относится к лесному фонду, применение методов рационального природопользования является особо приоритетным. Промышленная заготовка еловой и сосновой древесины в регионе приводит к новым сукцессиям, часто с большим участием лиственных пород, в основном, березы и осины. Особенности почв и почвенного покрова среднетаежной подзоны определяют условия развития лесных экосистем, изучение которых является актуальной задачей. Приобретающая все большее значение кадастровая оценка лесов придает дополнительную ценность знаниям о роли сукцессий в формировании плодородия почв в различных типах местообитаний. Проводимые ранее в Карелии работы касались экологических свойств почв в хвойных и лиственных биоценозах, сформировавшихся в моренных ландшафтах, тогда как свойства почв тяжелого гранулометрического состава являются почти не изученными. В отношении экологических свойств почв осинников планомерных исследований также не проводилось.

Цели и задачи исследования. Целью данной работы являлось изучение влияния на экологические особенности почв, сформировавшихся на почвообразующих породах разного гранулометрического состава, антропогенной смены хвойных биогеоценозов лиственными в среднетаежной подзоне Карелии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи.

1. Изучить морфологические свойства, химические и физико-химические характеристики почв, сформировавшихся на почвообразующих породах тяжелого и легкого гранулометрического состава под березовыми, осиновыми и еловыми древостоями.
2. Дать характеристику почв под березовыми и осиновыми древостоями в сравнении с еловыми.
3. Изучить пространственную вариабельность физико-химических и химических показателей почв в березовых, осиновых и еловых биогеоценозах.
4. Сравнить содержание и запасы элементов минерального питания в почвах лиственных и еловых биоценозов.
5. Выявить особенности и определить наиболее характерные показатели взаимосвязи лиственных и хвойных пород с почвой.

Научная новизна. В результате проведенных исследований дополнены и систематизированы данные по экологическим свойствам почв легкого гранулометрического состава, исследованы свойства почв тяжелого гранулометрического состава под лиственными и хвойными биоценозами. Выявлен набор почвенных показателей, наиболее подверженных влиянию

сукцессионной смены породы древостоя. Построены уравнения связи почвенных характеристик с лесообразующей породой древостоя.

Практическая значимость работы. Полученные данные могут использоваться при проведении работ по кадастровой оценке земель под хвойными и лиственными древостоями и планировании лесохозяйственных мероприятий.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на международной конференции студентов и аспирантов "Ломоносов-2002" (Москва 2002); международной конференции «Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно-нарушенных ландшафтах» (Петрозаводск, 2005); международной конференции «Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты» (С-Пб, 2007); международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов – 2008» (Москва, 2008); на VI съезде Общества почвоведов им. В.В. Докучаева (Петрозаводск, 2012).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе, 2 в издании, рекомендованном ВАК.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и списка литературы. Работа изложена на 125 страницах текста, содержит 15 таблиц, 33 рисунка. Список литературы включает в себя 150 источников, из них – 16 зарубежных.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность всем сотрудникам Института леса, оказавшим научную и моральную поддержку в работе над диссертацией и отдельно д.с.-х.н Н.Г. Федорец за научное руководство.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №00-04-49073.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

В главе, на основе литературных данных, дается обзор проведенных ранее исследований, касающихся роли почв в лесных экосистемах, питательном режиме древесных растений, форм питательных веществ в почве и факторах, влияющих на их содержание. Рассматривается влияние полога различных древесных пород на химический состав атмосферных осадков, и их вклад в формирование питательного режима экосистем. Отмечается воздействие древесной растительности на гидротермический режим почв и почвенного покрова, состав растительного опада и скорость его разложения, бактериальную микрофлору. Обобщаются особенности и тенденции в сукцессионной смене пород, возникающей в результате рубок

хвойных лесов. Анализируются литературные данные по различию в физических, химических, биологических свойствах почв под разными биоценозами.

Глава 2. Природные особенности региона исследований

В главе представлены всесторонние природно-географические данные по Республике Карелия, как регионе исследования. Дана геологическая характеристика региона: типы коренных и четвертичных пород, их генезис, минералогический состав и области распространения. Описываются основные формы рельефа и их генезис. Дается подробная характеристика климата региона, описание основных видов растительности, в том числе основных лесообразующих пород. Приводится характеристика почвенного покрова Карелии, основных типов почв и особенности их распространения.

Глава 3. Объекты и методы.

3.1 Объекты.

Исследования проводились в среднетаежной подзоне Республики Карелия на подобранных по материалам лесоустройства стационарных пробных площадях в Кондопожском и Пряжинском районах.

1. Березняк злаково-разнотравный (10Б+С, 60 лет, I класс бонитета), почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на суглинках, переходящих в ленточные глины*;
2. Осинник злаково-разнотравный (10Ос+Б, 50 лет, Ia класс бонитета), почва: элювиально-поверхностно-глееватая глинистая на ленточных глинах;
3. Березняк чернично-разнотравный (8Б2Ос, 60 лет, II класс бонитета), почва: подзолистая песчаная на супесчаной морене;
4. Осинник злаково-черничный (7Ос3Б, 60 лет, II класс бонитета), почва: подзолистая супесчаная на супесчаной морене;
5. Ельник черничный (8Е1С1Б, 140 лет, III класс бонитета), почва: элювиально-поверхностно-глееватая тяжелосуглинистая на ленточных глинах (Пространственная изменчивость почв., 2002).
6. Ельник черничный, (8Е2Б, 50 лет, IV класс бонитета), почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на супесчаной морене (Морозова Р.М. и др., 1971).

*Названия почв даны по региональной классификации (Морозова Р.М., 1991).

3.2 Методы.

На всех пробных площадях заложены полнопрофильные почвенные разрезы, проведено морфологическое описание профилей, по генетическим горизонтам отобраны почвенные образцы. Сотрудниками Института леса КарНЦ РАН Ю.В. Преснухиным, О.А.Рудковской и В.В. Тимофеевой выполнено таксационное описание древостоя и описание напочвенной растительности.

Проведены следующие анализы почвы: гранулометрический (методом Качинского), определение величины $pH(KCl)$ и $pH(H_2O)$ (потенциометрическим методом), гидролитической кислотности (ГК) (методом Каппена), суммы поглощенных оснований (S) (методом Каппена-Гильковица), содержание подвижных соединений фосфора и калия (P_2O_5 , K_2O) (методом Кирсанова), количество углерода (C) (методом Тюринга) и валового содержания азота (N) (методом Кьельдаля).

Исследование парцеллярного строения растительного покрова и пространственной вариабельности почвенных характеристик почв лиственных лесов проводили траншейным методом (Морозова Р.М., Федоренко Н.Г, 1992).

Глава 4. Характеристика почв исследуемых биоценозов.

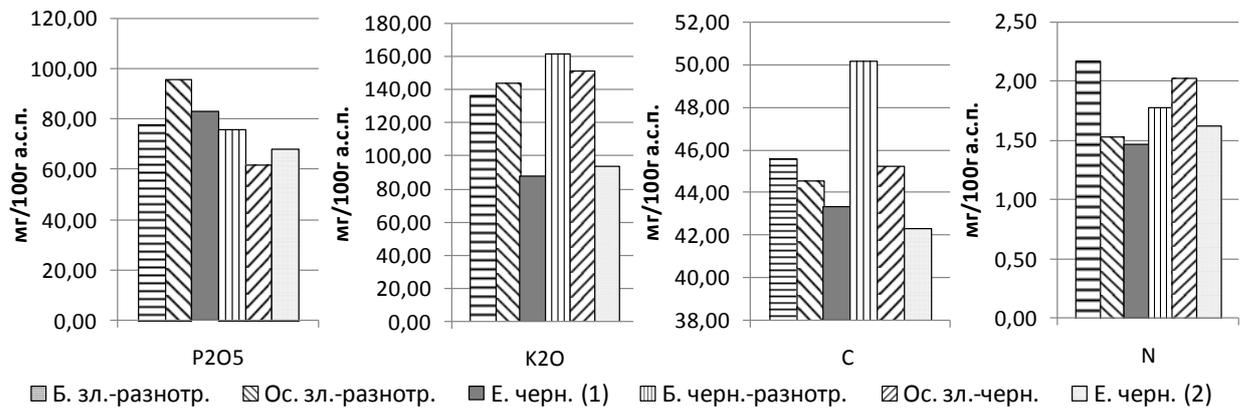
В главе приводится подробное описание свойств почв исследованных биоценозов, анализируется изменение химических и физико-химических параметров по профилю. Проводится сравнительный анализ двух групп биогеоценозов: к первой группе относятся биогеоценозы, почвы которых, сформировались на ленточных глинах, ко второй – почвы, сформировавшиеся на супесчаной морене. В каждой из групп присутствуют березовые, осиновые и еловые древостои. Также сравниваются почвенные характеристики в лиственных и еловых биоценозах.

Анализ почвенных данных показал, что в лесных подстилках почв, сформировавшихся на ленточных глинах, уровень кислотности выше в хвойных лесах, тогда как в подстилках лиственных и хвойных древостоев, почвы которых сформировались на супесчаной морене, значимых различий в уровне почвенной кислотности подстилок не отмечено (рис. 1).



Рис. 1. Распределение рН водной вытяжки по профилям почв

В лесных подстилках лиственных биогеоценозов содержание углерода, азота и подвижных соединений калия больше, чем в еловых, как на супесчаной морене, так и на ленточных глинах (рис. 2). В подстилках почв легкого гранулометрического состава лиственных насаждений содержится на 5% больше углерода и на 10% больше подвижных соединений калия, чем в подстилках почв тяжелого гранулометрического состава. Однако более высокие показатели содержания фосфора выявлены в подстилках почв тяжелого гранулометрического состава.



(1) - Ельник черничный, почва: элювиально-поверхностно-глееватая тяжелосуглинистая на ленточных глинах. (2) - Ельник черничный, почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая песчаная на песчаной морене.

Рис. 2. Содержание элементов минерального питания в лесных подстилках.

Установлено, что минеральные горизонты (особенно подзолистые) почв, сформировавшихся на ленточных глинах, в значительно большей степени обогащены углеродом (в 3 раза), калием (в 12 раз) и фосфором (в 30 раз), чем почв, сформировавшихся на супесчаной морене.

Органогенные горизонты почв лиственных лесов, содержащие большое количество свежего слаборазложившегося растительного опада, накапливают больше фульвокислот, тогда как в подподстилочных минеральных горизонтах накапливаются гуминовые кислоты (рис. 3).

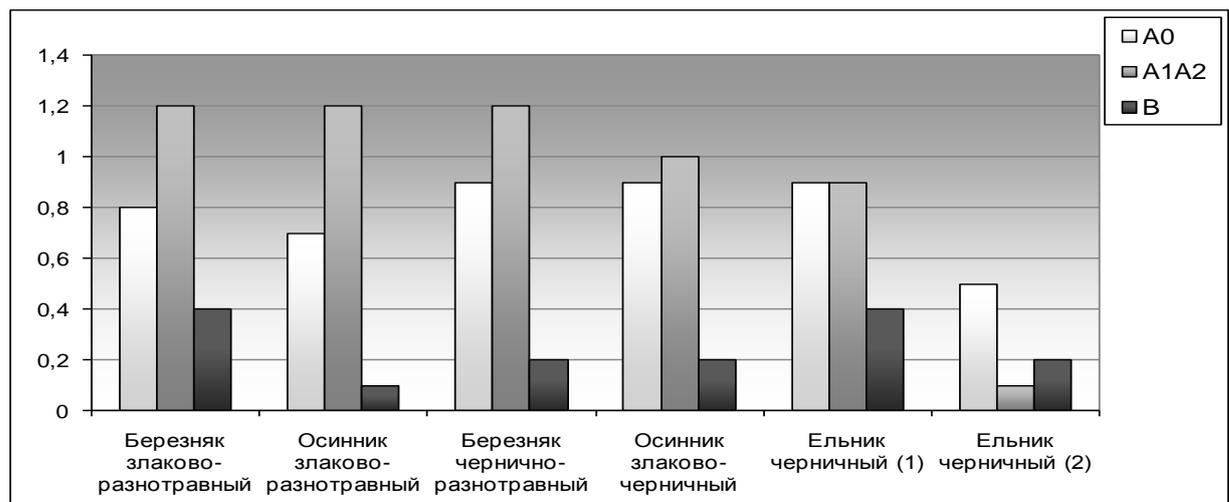


Рис. 3. Отношение гуминовых и фульвокислот (ГК/ФК) в почвах под различными типами леса

Высокая интенсивность минерализации органического вещества в подстилках почв под лиственными лесами обусловлена более низким, по сравнению с хвойными лесами, содержанием воско-смол и обогащенностью растительного опада азотом (Казимиров Н.И, Морозова Р.М., 1973).

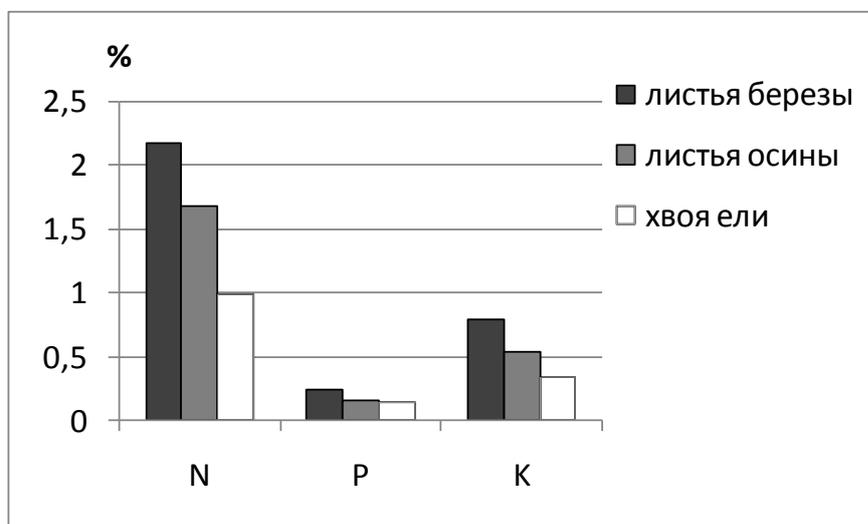


Рис. 2. Относительное содержание химических элементов в хвое и листьях по сравнению с весом сухого вещества (Морозова Р.М., 1991)

В почвах под лиственными лесами накопление гумуса приобретает фульватно-гуматный характер, что улучшает их лесорастительные свойства. В горизонтах A1A2 и B почв лиственных лесов в составе гуминовых и фульвокислот появляются фракции, связанные с кальцием, что также благоприятно сказывается на физико-химических свойствах почвы и ее плодородии (рис. 4).

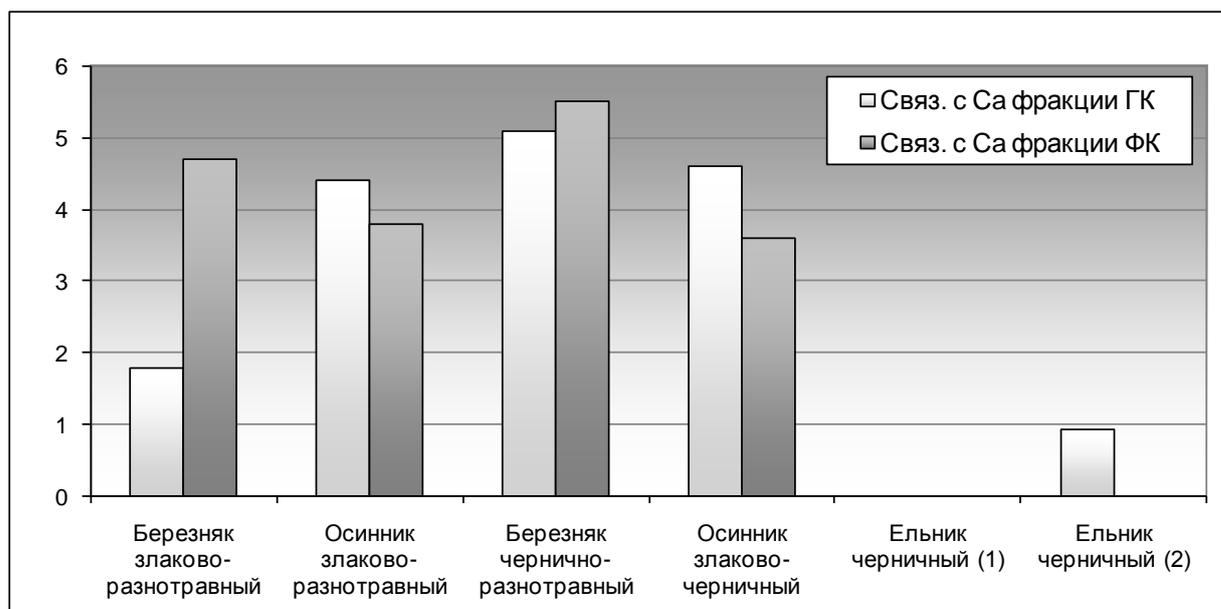


Рис. 4. Влияние типа леса на содержание в почвах связанных с Са фракций гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК) в горизонте A1A2 (% от общего содержания углерода).

В горизонте А1А2 наибольшее количество общего гумуса, а также связанных с Са гуминовых (5,1%) и фульвокислот (5,5%), обнаружено в подзолистой песчаной на супесчаной морене почве под березняком чернично-разнотравным.

Глава 5. Экологические свойства почв.

5.1 Вариабельность мощности лесных подстилок.

Почвенный покров лесных биогеоценозов отличается пространственным и временным варьированием свойств, вызванных изменчивостью компонентов биогеоценоза: биотическими и абиотическими. Огромную роль в генезисе лесных почв играет химический состав растительного опада листьев, хвои, отмирающих трав и кустарничков.

На каждой пробной площади изучалось парцеллярного строения растительного покрова, выделялись преобладающие типы напочвенной растительности (таб. 1).

Таб. 1. Значения мощности подстилок и подподстилочного горизонта под различными парцеллами напочвенной растительности, см.

Виды парцелл	Лесная подстилка			Подподстилочный горизонт		
	мин.	макс.	среднее	мин.	макс.	среднее
	Березняк злаково-разнотравный (60 лет)					
Ландышевая	1	7	4,2	1	13	4,5
Злаково-разнотравная	1	8	3,1	1	8	4,4
Хвощово-сфагновая	1	4	2,3	1	7	3,9
	Осинник злаково-разнотравный (50 лет)					
Злаково-разнотравная	0	1,5	0,5	1	19	11,4
Хвощовая	0	4	1,1	5	23	15,0
Мертвопокровная	0	2	1,0	10	22	16,7
	Березняк чернично-разнотравный (60 лет)					
Черничная	2	14	4,6	1	7	2,6
Мертвопокровная	3	19	5,7	1	3	1,4
	Осинник злаково-черничный (60 лет)					
Черничная	1	14	4,7	1	7	1,6
Мертвопокровная	3	10	5,1	1	4	1,7

Изучение пространственной вариабельности мощности подстилок показало, что наибольшая средняя мощность подстилки (5,7 см) - в мертвопокровной парцелле березняка чернично-разнотравного, наименьшая (0,5 см) - в злаково-разнотравной парцелле осинника злаково-разнотравного.

Следует отметить чёткую зависимость мощности подстилки от расположения точки взятия образца по отношению к кроне дерева. С удалением от ствола дерева мощность подстилки снижается, достигая своего минимума в межкрановом пространстве.

5.2 Вариабельность почвенных показателей.

Анализировались средние значения основных почвенных показателей (величина рН, содержание углерода и подвижных соединений фосфора и калия) в трех верхних генетических горизонтах, как для каждой пробной площади в целом, так и для каждой парцеллы.

Наибольшая вариабельность уровня кислотности (7%) в подстилке обнаружена в подзолистой песчаной почве березняка чернично-разнотравного, тогда как углерод (24,4%), фосфор (36,2%) и калий (35,2 %) более всего изменяются в подстилке подзолистой иллювиально-гумусово-железистой супесчаной почвы березняка злаково-разнотравного.

Следует отметить, что злаково-разнотравный тип растительности приурочен к наиболее нейтральной среде, в подстилке содержится меньшее количество подвижных соединений фосфора и калия по сравнению с другими парцеллами, однако в минеральных горизонтах их, напротив, больше (таб. 2).

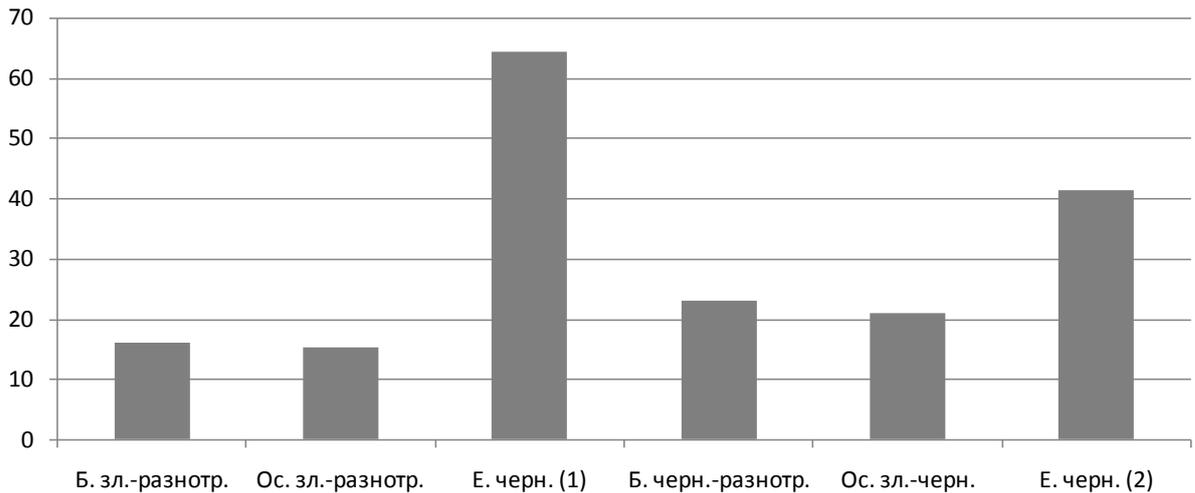
Таб.2. Средние значения почвенных показателей в горизонте А1А2 по траншеям.

Парцеллы	рН _(H2O)	рН _(КСl)	P ₂ O ₅ (мг/100г)	K ₂ O (мг/100г)	С (%)
Березняк злаково-разнотравный (60 лет)					
Ландышевая	4,53	3,74	5,47	15,89	3,81
Злаково-разнотравная	4,79	4,01	15,82	21,77	3,80
Хвощово-сфагновая	4,29	3,57	8,71	16,89	5,71
Осинник злаково-разнотравный (50 лет)					
Злаково-разнотравная	5,78	4,89	20,50	11,60	3,42
Хвощовая	5,42	4,60	20,02	11,27	4,13
Мертвопокровная	5,00	4,13	19,92	9,24	3,49
Березняк чернично-разнотравный (60 лет)					
Черничная	3,81	2,97	5,88	22,31	4,01
Мертвопокровная	3,81	2,89	5,42	13,64	2,70
Осинник злаково-черничный (60 лет)					
Черничная	3,84	2,98	3,63	11,08	2,44
Мертвопокровная	3,88	2,95	5,11	17,92	2,30

Мертвопокровные парцеллы, как правило, более кислые и наименее богаты элементами питания в минеральной части почвы. Хвощовый тип растительности обеспечивает максимальное содержание углерода в двух верхних горизонтах почвы.

5.3 Запас элементов питания.

Повышенное содержание элементов минерального питания в лесной подстилке листовенных биогеоценозов обуславливается интенсивностью ее минерализации, о чем свидетельствует меньший запас подстилки в почвах березовых и осиновых древостоев, по сравнению с еловыми (рис. 5).

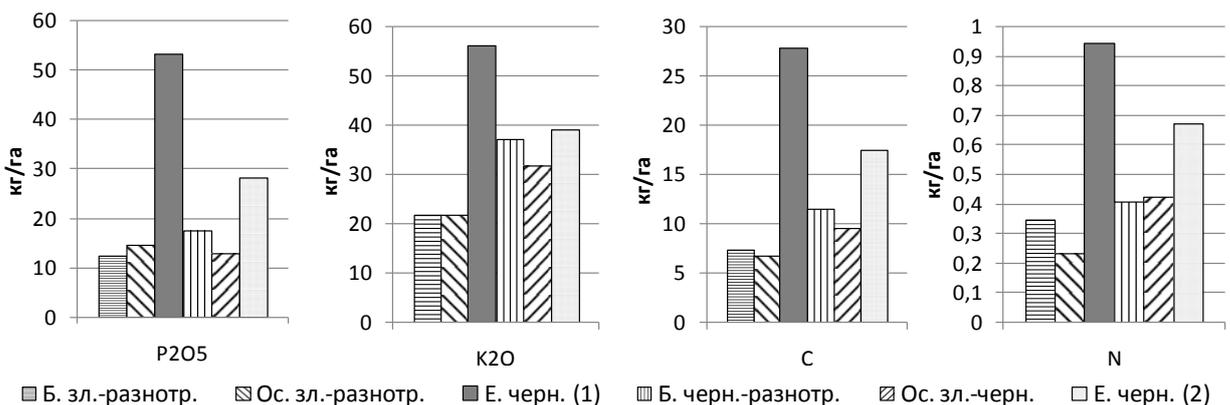


(1) - Ельник черничный, почва: элювиально-поверхностно-глееватая тяжелосуглинистая на ленточных глинах. (2) - Ельник черничный, почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на супесчаной морене.

Рис.5. Запас подстилок в лиственных и хвойных биогеоценозах

Характер накопления запаса подстилки зависит от породы древостоя: в лиственных лесах процессы разложения и минерализации подстилки протекают быстрее на почвах, сформировавшихся на ленточных глинах, тогда как в еловых лесах меньшее накопление подстилки происходит на почвах, сформировавшихся на супесчаной морене.

Рисунок 6 показывает существенное влияние запаса подстилки на запасы элементов питания, которые в подстилке под еловыми лесами значительно превышают запасы под лиственными лесами по всем определяемым элементам.



(1) - Ельник черничный, почва: элювиально-поверхностно-глееватая тяжелосуглинистая на ленточных глинах. (2) - Ельник черничный, почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на супесчаной морене.

Рис. 6. Запасы элементов питания в лесных подстилках.

Для более полной оценки почвенного плодородия изучаемых почв необходимо иметь представление о запасах элементов питания, как в органической, так и минеральной ее части. Для среднетаежной подзоны,

согласно Р.М. Морозовой (Морозова Р.М., Федорев Н.Г., 1992), запасы минерального питания в наиболее корнеобитаемом 25-сантиметровом слое почвы являются наиболее показательными.

Анализ данных запасов минерального питания в 25-см слое почвы (рис. 7), показал, что в почвы, сформировавшиеся на ленточных глинах, богаче элементами минерального питания по сравнению с почвами, сформировавшимися на супесчаной морене, причем максимальные значения наблюдаются в элювиально-поверхностно-глееватых глинистых почвах.

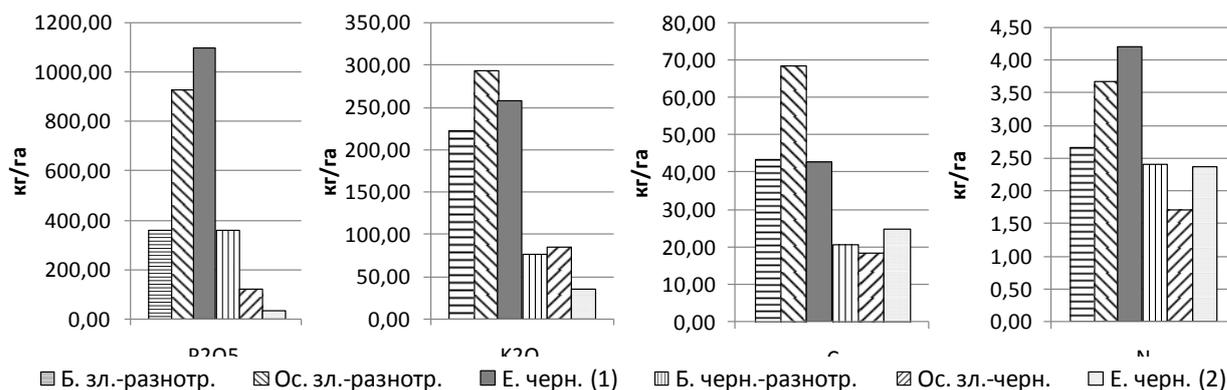


Рис. 7. Запас элементов питания в 25-см слое почв различных типов леса
(1) - Ельник черничный, почва: элювиально-поверхностно-глееватая тяжелосуглинистая на ленточных глинах. (2) - Ельник черничный, почва: подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на супесчаной морене.

В целом, почвы сформировавшиеся на ленточных глинах, богаче элементами минерального питания по сравнению с почвами, сформированными на супесчаной морене, причем максимальные значения наблюдаются в элювиально-поверхностно-глееватых глинистых почвах. Влияние главной породы древостоя прослеживается только в подстилках и самых верхних горизонтах почв.

Глава 6. Взаимосвязь лесобразующей породы и почвенных характеристик.

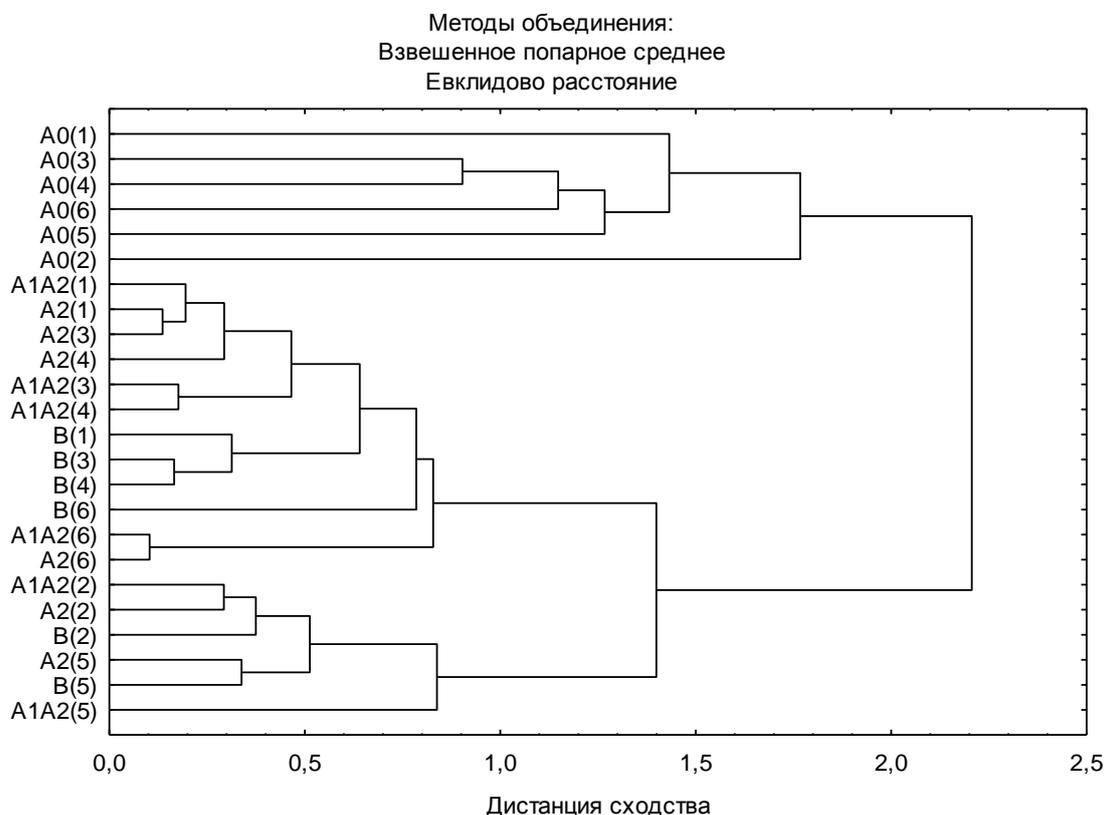
6.1 Кластерный анализ почвенных характеристик.

Полученная информация о почвах была сведена в массив данных. Объектами исследования выступали образцы лесной подстилки, переходного гумусово-элювиального, элювиального и иллювиального горизонтов каждой почвы. Использовались величины семнадцати почвенных параметров, из которых семь - физико-химические показатели почв, а десять являются показателями валового химического анализа. Данные подвергались нормировке, т.е. их размах от максимума к минимуму приводился к интервалу (0,1).

В качестве меры сходства применялось Евклидово расстояние (*Euclidean distances*):

$$d_{it} = \frac{1}{q} \left(\sum_{i=1}^q (x_{li} - x_{ti})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{где } q - \text{ число признаков; } l, t - \text{ номер объекта.}$$

Для объединения в кластеры был использован метод взвешенного попарного арифметического среднего (*weighted pair-group method using arithmetic averages*) (рис.8).



Здесь и далее:

- (1) подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на суглинках, переходящих в ленточные глины почва под березняком злаково-разнотравным;
- (2) элювиально-поверхностно-глееватая глинистая на ленточных глинах почва под осинником разнотравно-злаковым;
- (3) подзолистая песчаная на супесчаной морене почва под березняком чернично-разнотравным;
- (4) подзолистая супесчаная на супесчаной морене почва под осинником злаково-черничным;
- (5) элювиально-поверхностно-глееватая суглинистая на ленточных глинах почва под ельником черничным;
- (6) подзолистая иллювиально-гумусово-железистая супесчаная на супесчаной морене почва под ельником черничным.

Рис. 8. Результаты кластерного анализа свойств 4 верхних горизонтов почв 6 пробных площадей.

Анализ результатов позволяет сделать вывод, что наибольшее различие в химических и физико-химических характеристиках у изучаемых горизонтов почв наблюдается между подстилками и минеральными горизонтами. Несколько меньшее влияние оказывает различие типов почв. Третьим по значению фактором, влияющим на химические и физико-химические характеристики горизонтов почв стало различие горизонтов почв

под хвойными и лиственными лесами, что подтверждает гипотезу о взаимосвязи преобладающей породы древостоя и свойств почвы.

6.2 Факторный анализ почвенных характеристик.

Для дальнейшего изучения различия или сходства свойств исследуемых почв применялся факторный анализ. Как и в предыдущем анализе, каждый профиль был представлен 4 верхними горизонтами почвы. Использовались величины 17 почвенных параметров, из которых 7 - физико-химические показатели почв, а 10 являются показателями валового химического анализа. Таким образом, каждый профиль в конечном итоге описывался 68 параметрами (рис. 9). Данный анализ использовался с целью подтверждения выводов, сделанных при кластерном анализе, т.е. изучения вклада признаков в разделение почв и уменьшения количества признаков, описывающих профиль. Анализ включает в себя метод главных компонент и анализ главных факторов. Для расчетов главных компонент использовалась программа TAXON (Рожков В.А., 1989), пакет программ Statistica. Поскольку две первых компоненты суммарно объясняют 76% общей дисперсии, остановились именно на таком числе компонент.

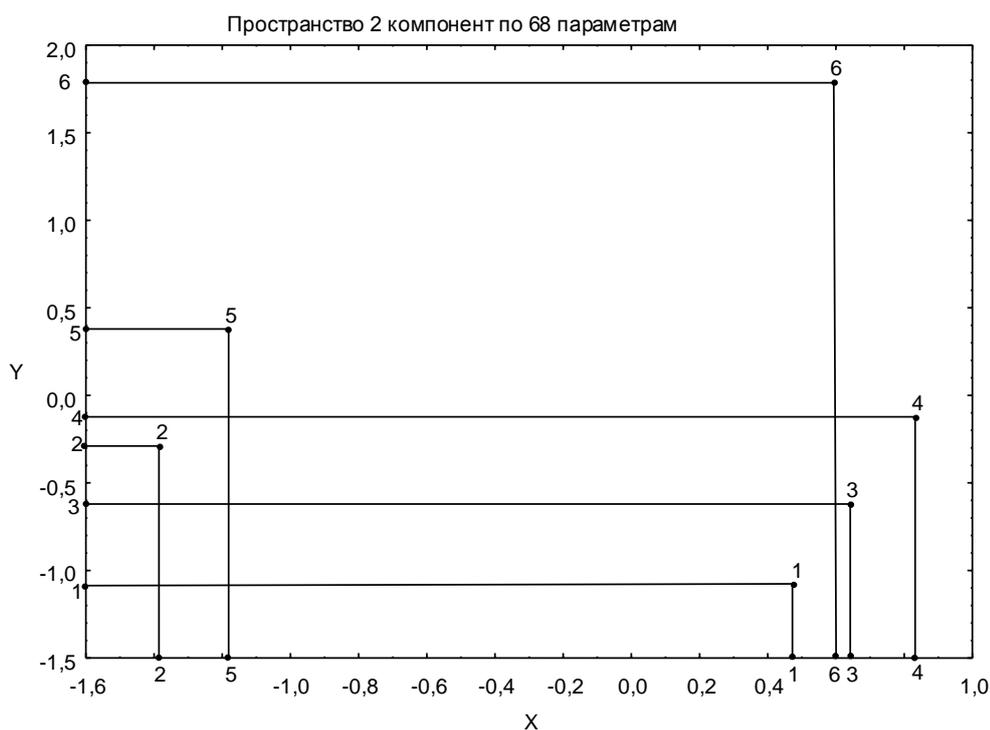


Рис. 9 Расположение профилей в пространстве 2 компонент по 68 параметрам.

Основной вклад в первую компоненту (X), объясняющую 54% общей дисперсии, вносят более 50 параметров, что затрудняет интерпретацию результатов. Проекция на эту компоненту показывает четкое разделение точек по типу почв на 2 компактные группы: элювиально-поверхностно-глееватые и подзолистые. Во второй компоненте (Y), объясняющей 21%

общей дисперсии, основное влияние оказывают 10 признаков. В расположении проекций точек на данную компоненту прослеживается следующая тенденция: в нижней части шкалы располагаются проекции точек (1) и (3), соответствующие почвам березняков. Несколько выше располагаются проекции точек (2) и (4), соответствующие почвам осинников. Проекции точек (5) и (6), соответствующие почвам ельников, приходятся на верхнюю часть шкалы.

Таким образом, преобладающая порода является фактором, влияющим на распределение точек по данной компоненте. Закономерно, что 5 из 10 признаков, оказывающих значительное влияние на данную компоненту, отвечают показателям лесной подстилки.

По результатам анализа была произведена свертка пространства признаков до 6 (P_2O_5 (подвижн), K_2O (подвижн), C, N, Al_2O_3 , Fe_2O_3), комбинация которых показывала наибольшую взаимосвязь древесной породы с лесной подстилкой (рис. 10).

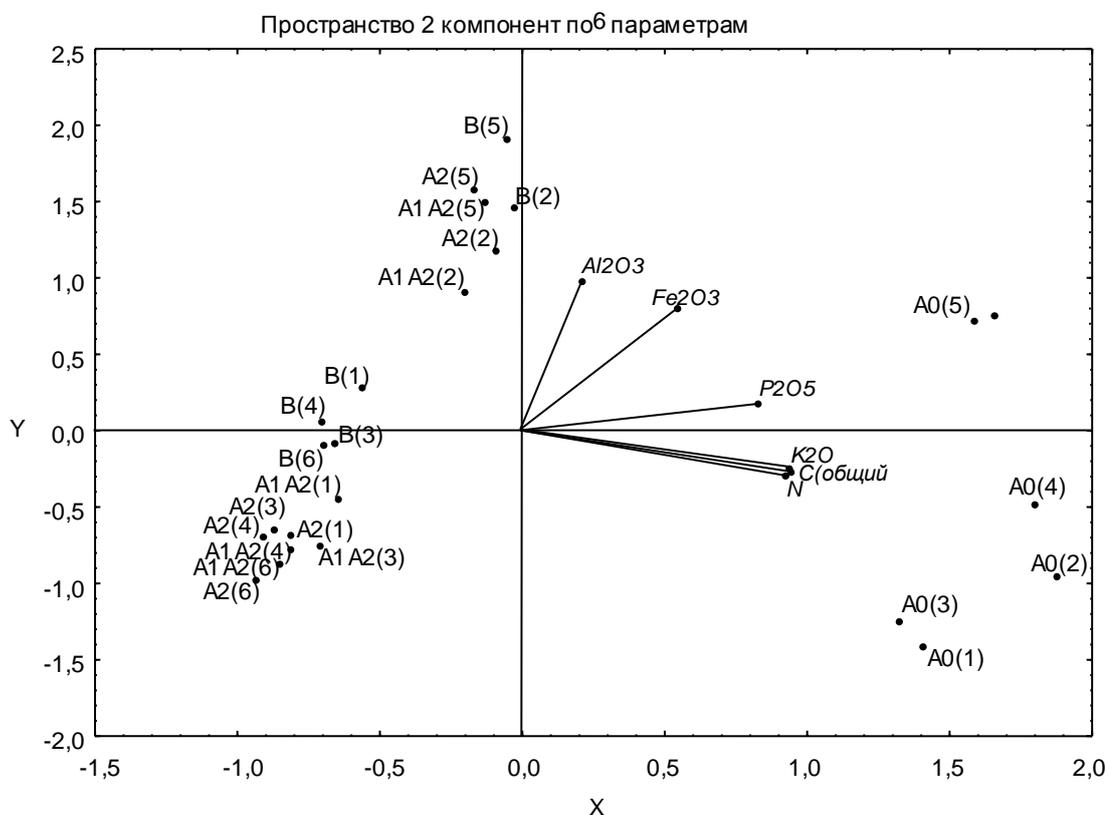


Рис. 10. Расположение горизонтов почв в пространстве 2 компонент по 6 параметрам.

Критериями отбора признаков служили наименьшие значения корреляции с другими признаками, информативность признаков, вклад в разделение точек по древесной породе в подстилке. На графике четко видно разделение точек A0 на 3 группы: A0(1), A0(3) (березняки); A0(2), A0(4) (осинники), A0(5), A0(6) (ельники).

Следующим шагом стало исключение точек, соответствующих лесным подстилкам и поиск аналогичного набора признаков для минеральных горизонтов (рис. 11). Взаимосвязь преобладающей древесной породы

прослеживается только с подподстилочным горизонтом. Наиболее диагностирующим взаимосвязь на почвы с древесной породой стал набор из 4 признаков (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , MnO).

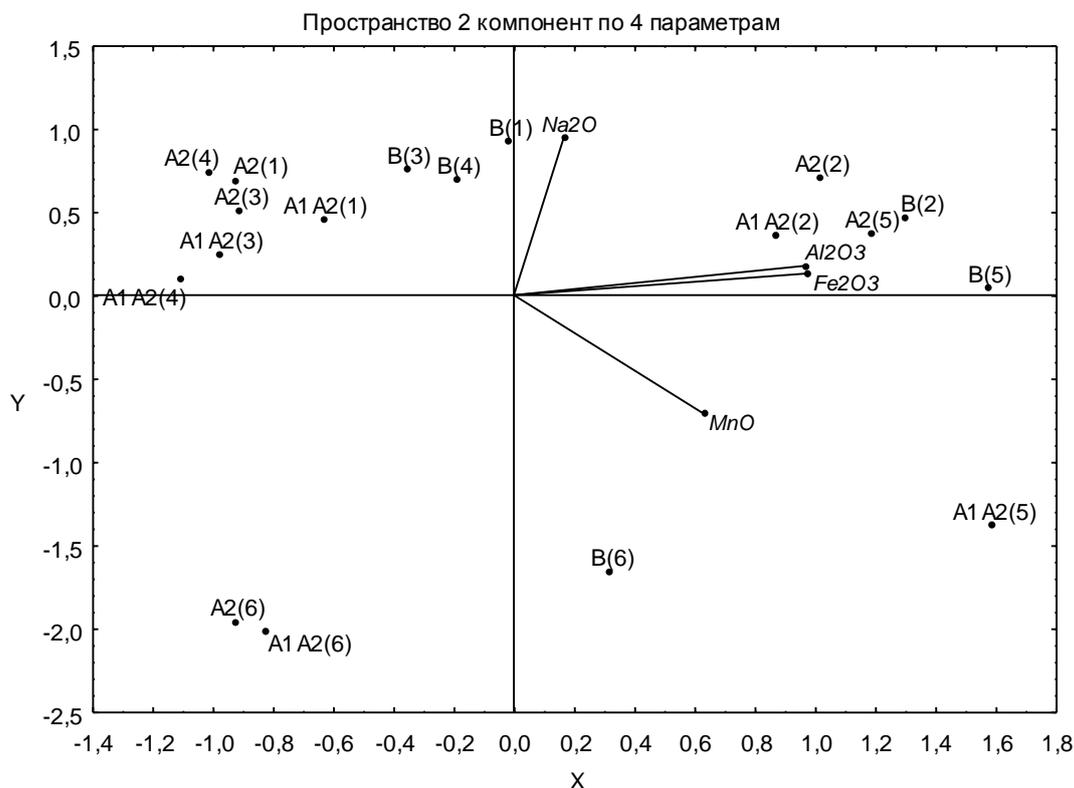


Рис. 11. Расположение горизонтов почв в пространстве 2 компонент по 4 параметрам.

6.3 Дискриминантный анализ влияния лесообразующей породы на почвенные характеристики.

Основная идея дискриминантного анализа заключается в том, чтобы определить, отличаются ли массивы данных по среднему какого-либо признака (или линейной комбинации признаков). Окончательным критерием значимости того, разделяет переменная две совокупности или нет, становится F -критерий (критерий Фишера).

Для анализа использовались величины 17 почвенных параметров, характеризующие 4 верхних горизонта каждой почвы. Целью анализа являлось выявление показателей, вносящих наибольший вклад в разделение как органических, так и минеральных горизонтов почв под древостоями различного породного состава.

Использовалось пошаговое включение переменных при условии критерия $F=1$. Результатом стал набор из 5 признаков (pH , Al_2O_3 , P_2O_5 , Na_2O). Дискриминантная функция представлена двумя значащими корнями (Root1, Root2) (таб. 3) (рис. 12).

Таб. 3. Корни дискриминантной функции

	Root 1	Root 2
pH(H ₂ O)	-6,76179	-0,525123
Al ₂ O ₃	0,65745	-0,172594
Na ₂ O	-2,66846	-0,978535
P ₂ O ₅	1,21634	-0,750193
Constant	4,69902	7,634174

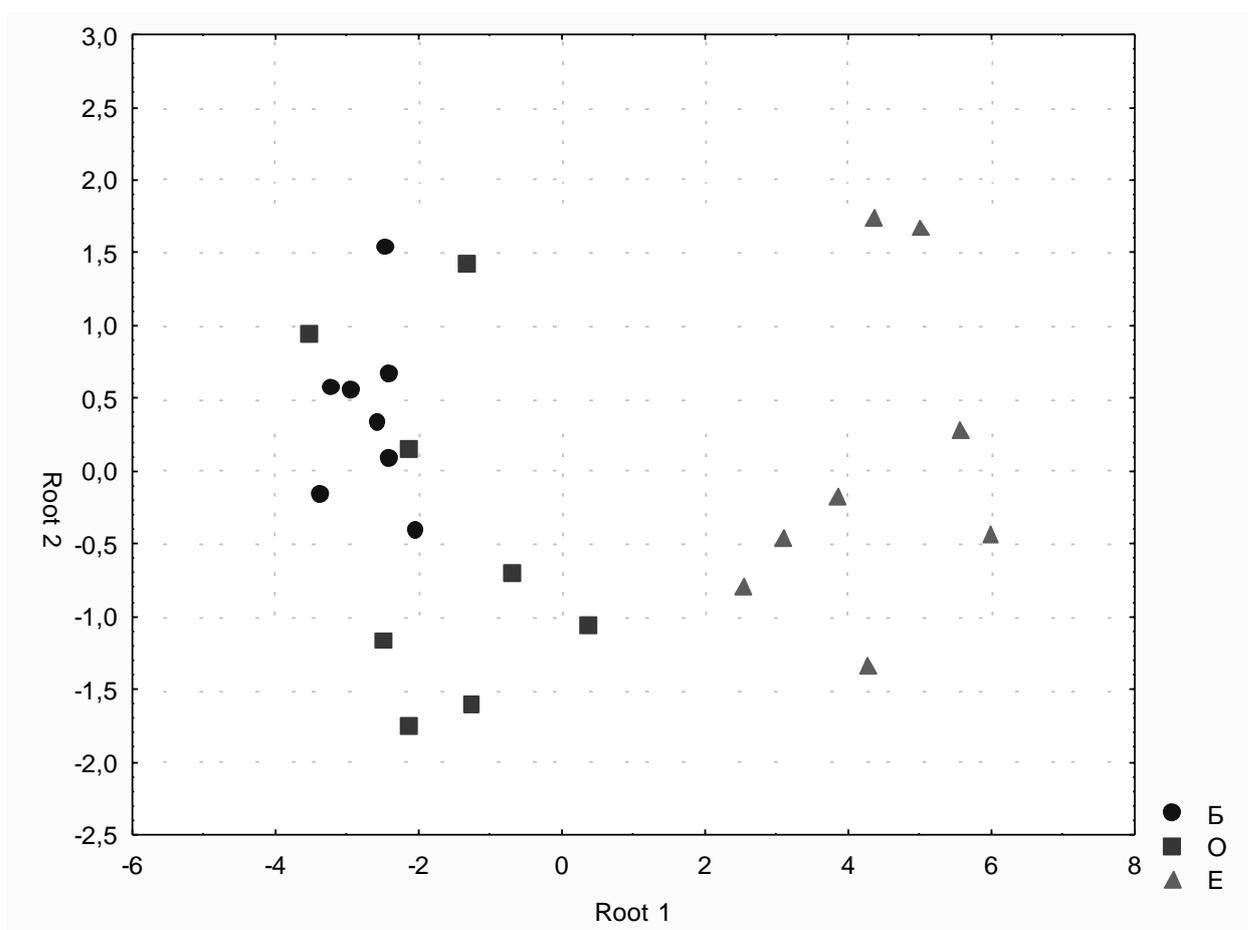


Рис. 12. Расположение горизонтов почв березовых (Б), осиновых (О) и еловых (Е) биогеоценозов в пространстве корней дискриминантной функции.

Таблица 4 показывает наибольшие расстояния Махаланобиса между почвами хвойных и лиственных древостоев.

Таб. 4. Расстояния Махалобиса между центроидами групп.

	Б	О	Е
Б	0,00	2,08	56,27
О	2,08	0,00	41,14
Е	56,27	41,14	0,00

(Б) – группа горизонтов почв березовых биогеоценозов; (О) группа горизонтов почв осиновых биогеоценозов; (Е) – группа горизонтов почв еловых биогеоценозов.

Из положения точек на графике (рис 12) видно, что именно первый корень дискриминантной функции вносит вклад в разделение почв хвойных и лиственных древостоев, тогда как второй указывает на разделение почв березовых и осиновых древостоев. Точки, соответствующие почвам березовых древостоев, также представляют собой компактную группу, однако к ним примыкают три точки, соответствующие минеральным горизонтам подзолистой супесчаной почвы под осинником злаково-черничным. Стоит отметить, что в составе древостоя (7Ос3Б) этой пробной площади присутствует довольно много березы. Таким образом, анализ показал достоверность модели 83,3%.

Четкое разделение групп почв под ельниками и лиственными древостоями подтверждает выводы, сделанные при кластерном и фракционном анализе.

6.4 Анализ связи физико-химических свойств почв и характеристик напочвенного покрова.

Целью данного анализа было выявление почвенных признаков, наиболее влияющих на развитие напочвенной растительности. Использовался траншейный метод исследования напочвенного покрова. В ходе анализа напочвенного покрова всех пробных площадей, были выделены 7 доминирующих видов растительности. Ими явились *Calamagrostis arundinacea* (Вейник тростниковый), *Majanthemum bifolium* (Майник двулистный), *Trientalis europaea* (Седмичник европейский), *Fragaria vesca* (Земляника), *Rubus saxatilis* (Малина), *Vaccinium myrtillus* (Черника) и *Melampyrum sylvaticum* (Марьянник лесной). В каждой точке отбора образцов сопоставлялись физико-химические свойства почв по 3 верхним горизонтам и данные по напочвенному покрову. Корреляция полученных массивов данных проводилась отдельно для средней высоты и проективного покрытия растений, а также произведения средней высоты и проективного покрытия растений. Для 6 из 7 видов растительности полученный результат явно указывает на показатель рН в качестве основного фактора влияния на рост и проективное покрытие травянистых растений. Наибольшие коэффициенты корреляции выявлены с величиной рН лесной подстилки. Корреляция общего проективного покрытия напочвенного покрова и общего количества видов также показала высокую зависимость от уровня рН.

Выводы

- Сравнительный анализ показателей плодородия в почвах хвойных и лиственных лесов показал, что в целом почвы, сформировавшиеся на ленточных глинах, богаче элементами минерального питания по сравнению с почвами на супесчаной морене;
- Выявлено, что минеральные горизонты (особенно подзолистые) почв тяжелого гранулометрического состава в значительно большей степени обогащены углеродом (в 3 раза), калием (в 12 раз) и фосфором (в 30 раз), чем легкие почвы;
- В лесных подстилках почв, сформировавшихся на ленточных глинах, уровень кислотности выше в хвойных лесах;
- Благодаря богатому азотом и зольными элементами лиственному опаду, в подстилках лиственных биогеоценозов содержание углерода, азота и подвижных соединений калия выше, чем в еловых, как на супесчаной морене, так и на ленточных глинах;
- Более высокая интенсивность минерализации лиственного опада приводит к меньшему запасу подстилки в почвах березовых и осиновых древостоев по сравнению с еловыми;
- Несмотря на более высокие показатели содержания элементов питания в подстилках лиственных лесов, их запасы выше в подстилках еловых лесов;
- Органогенные горизонты почв лиственных лесов, содержащие большое количество свежего слаборазложившегося растительного опада, накапливают больше фульвокислот, тогда как в верхних минеральных горизонтах накопление гумуса приобретает фульватно-гуматный характер, что улучшает их лесорастительные свойства;
- В почвах под лиственными лесами в горизонтах A1A2 и B почв лиственных лесов в составе гуминовых и фульвокислот появляются фракции, связанные с кальцием, что также благоприятно сказывается на физико-химических свойствах почвы и ее плодородии. Наибольшее количество общего гумуса, а также связанных с Са гуминовых и фульвокислот, обнаружено в подзолистой супесчаной на супесчаной морене почве под осинником злаково-черничном;
- Методом кластерного анализа выявлено, что основными факторами, влияющими на различие химических и физико-химических характеристик почвенных горизонтов являются органогенность горизонта и тип почвы. Следующим по значению фактором является различие почв под хвойными и лиственными лесами, что подтверждает гипотезу о взаимосвязи преобладающей древесной породы и почвенных характеристик;

- Методом факторного анализа определено, что влияние преобладающей породы древостоя на химические и физико-химические характеристики почвы проявляется в большей степени в верхней части профиля. Наиболее подвержены данному влиянию лесные подстилки, в гораздо меньшей степени горизонты A₁A₂, а в горизонтах В оно незначительно;
- Почвенные показатели, наиболее тесно взаимосвязанные с лесообразующей породой, различны для лесной подстилки и для горизонта A₁A₂. Для подстилки – это главным образом элементы, отвечающие за минеральное питание растений (P₂O₅_(подвижн), K₂O_(подвижн), С, N), а кроме того Al₂O₃, Fe₂O₃. Для горизонта A₁A₂ – это показатели общего содержания Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, MnO. Как для подстилки, так и горизонта A₁A₂ это величины общего содержания Al₂O₃ и Fe₂O₅, влияющие на кислотно-щелочные свойства почв;
- Методом дискриминантного анализа определены общие для лесной подстилки и верхних минеральных горизонтов почвенные признаки, наиболее взаимосвязанные с лесообразующей породой: рН водной вытяжки, общее содержание Al₂O₃, P₂O₅, Na₂O;
- Корреляционный анализ взаимосвязи химических и физико-химических почвенных показателей указал значимое влияние величины актуальной кислотности на проективное покрытие и высоту растений напочвенного покрова.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Материалы съездов и конференций

1. Солодовников А.Н. К вопросу оценки продуктивности лесных почв // Материалы 5-й Пущинской конференции молодых ученых "Биология - наука 21-го века". Пущино, 2001г., С.103.
2. Солодовников А.Н. Структура почвенного покрова мелколиственных лесов Карелии // Материалы IX международной конференции студентов и аспирантов "Ломоносов-2002". Москва, 2002г., С.290.
3. Солодовников А.Н. Формирование продуктивности почв под листовыми насаждениями среднетаежной подзоны Карелии // Материалы международной конференции «Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно- нарушенных ландшафтах», Петрозаводск, 2005, с. 153-154.
4. Солодовников А.Н. Влияние мелколиственных лесов на плодородие почв в среднетаежной подзоне Карелии // Материалы международной конференции: «Почва, как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем», Иркутск, 2006, С.334-335.
5. Солодовников А.Н. Вариабельность напочвенного покрова и свойств почв в березовых и осиновых древостоях.// Материалы международной конференции «Северная Европа в XXI веке: Природа, культура, экономика» Петрозаводск, 2006, С.201-203.
6. Солодовников А.Н. Влияние преобладающей древесной породы на свойства почв и напочвенный покров в среднетаежной подзоне Карелии // Материалы

- международной конференции «Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты». С-Пб, 2007, С.514-517.
7. Солодовников А.Н. Исследования продуктивности почв лиственных лесов в среднетаежной подзоне // Материалы XV международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов – 2008», С. 119-120.
 8. Солодовников А.Н. Статистические исследования влияния древесной и напочвенной растительности на почвы среднетаежной подзоны республики Карелия // Материалы V Всероссийского Съезда Общества почвоведов, Ростов-на-Дону, 2008 г., С. 504
 9. Солодовников А.Н. Дискриминантный анализ влияния древесных пород на почвы в среднетаежной подзоне Республики Карелия // Материалы VI съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, Петрозаводск, 2012

Статьи в журналах, сборниках и монографиях

1. Солодовников А.Н. Пространственная вариабельность мощности лесных подстилок в мелколиственных лесах. // Сборник работ аспирантов и соискателей Института леса, Петрозаводск, 2002г., С.102-107.
2. Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Солодовников А.Н. Лесные почвы Карелии и оценка их продуктивности // Труды Карельского научного центра РАН, вып.5, Петрозаводск, 2003. С. 108-121.
3. Почвы и почвенный покров заповедника «Кивач» / Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Бахмет О.Н., Солодовников А.Н. // Труды Карельского научного центра РАН, Выпуск 10, Петрозаводск, 2006, 131-152.
4. Почвы хвойных и мелколиственных лесов / Федорец Н.Г., Солодовников А.Н., Мошкина Е.В., Преснухин Ю.В., Тимофеева В.В. // Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги, М.,Наука, 2006, С.98-146.
5. Пространственная изменчивость почв и почвенного покрова лесных биогеоценозов / Морозова Р.М., Солодовников А.Н., Ткаченко Ю.Н., Чех А.И. // Разнообразие почв и биоразнообразие в лесных экосистемах средней тайги, М., Наука, 2006, С. 147-199.
6. Солодовников А.Н. Особенности генезиса почв под мелколиственными лесами в среднетаежной подзоне Карелии // Эколого-геохимические и биологические закономерности почвообразования в таежных лесных экосистемах, Петрозаводск, 2009, С. 45-67.

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Федорец Н.Г., Морозова Р.М., Солодовников А.Н. Пространственная изменчивость почвенного покрова в сосняке лишайниковом // Лесоведение, 2006, №3, С. 64-79.
2. Солодовников А.Н. Экологические свойства почв под лиственными и хвойными лесами в среднетаежной подзоне Северо-Запада России // Современные проблемы науки и образования, 2014. № 1; URL: <http://www.science-education.ru/115-12046>. (дата обращения: 11.02.2014).