

УДК 631.4

ЛИСИНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО КАК УНИКАЛЬНЫЙ ПОЛИГОН ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

© 2016 г. Б. Ф. Апарин^{1,2}, Б. В. Бабинов³,
Г. А. Касаткина^{1,2}, Е. Ю. Сухачева^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет,
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

²Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева,
Россия, 199034 Санкт-Петербург, Биржевой пр., 6

³Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им.
С.М. Кирова, Россия, 194021 Санкт-Петербург, Институтский пер., 5
e-mail: soilmuseum@bk.ru

Лисинское лесничество (Ленинградская область) является перспективной территорией на Северо-Западе России для проведения почвенно-экологического мониторинга. Для него характерны типичные для Северо-Запада экосистемы, слабоизмененные антропогенным воздействием, имеются материалы исследований почв и почвенного покрова за длительный период и почвенные монолиты, отобранные в разные годы. Впервые (в 1926–1929 гг.) почвенный покров Лисинского лесничества обследован А.А. Роде. В настоящее время в дерново-подзолистой почве на безвалунных озерно-ледниковых суглинках определены изменения типоморфных характеристик и проведен анализ таксономической структуры микробиома. На основании сравнительного анализа современных образцов из дерново-подзолистой почвы и образцов, отобранных из почвенных монолитов установлено, что за 75 лет произошло значимое снижение значений рН и степени насыщенности основаниями. Заложены мониторинговые полигоны по маршруту II Международного конгресса почвоведов (1930 г.). Обосновано выделение семи объектов почвенно-экологического мониторинга, характеризующих все типичные экосистемы Лисинского лесничества. Почвы четырех объектов мониторинга включены в Красную книгу почв Ленинградской области: дерново-подзолистая на моренных суглинках – разр. “Яма Роде”, дерново-подзолистая на ленточных глинах – разр. “Костенки”, осушенная торфяно-глеевая – разр. “Суланда” и дерново-аллювиальная – разр. “Лустовка”.

Ключевые слова: объекты мониторинга, экосистемы, почвенные монолиты, микробиом, ленточные глины, моренные суглинки.

DOI: 10.19047/0136-1694-2016-83-140-158

В 60 км юго-восточнее Санкт-Петербурга находится крупный лесной массив – Лисинское лесничество, который относительно слабо затронут антропогенным воздействием. Лесничество является одной из наиболее перспективных территорий на Северо-Западе России для организации и проведения почвенно-экологического мониторинга. Преимуществами территории лесничества как полигона почвенно-экологического мониторинга являются:

- удобное географическое расположение в крупном агропромышленном регионе и одновременно достаточная удаленность от промышленных объектов;
- типичные для Северо-Запада России экосистемы;
- наличие разновременных материалов разнообразных исследований почвенно-растительного покрова;
- хорошо изученная история 200-летнего освоения территории.

Лисинское лесничество относится к ООПТ Ленинградской области ([Постановление..., 1996](#)). Оно является региональным комплексным заказником, что повышает его ценность как мониторинговой площади.

Площадь заказника составляет 28 257.5 га. Территория заказника “Лисинский” относится к землям лесного фонда, в котором выделяются 1) зоны особо ценных природных объектов и комплексов; 2) зоны экстенсивного природопользования; 3) зоны интенсивного природопользования (полосы отвода автомобильных и ж/д дорог) ([Материалы комплексного..., 2011](#)).

Территория Лисинского лесничества относится к ландшафту озерно-ледниковых глинистых заболоченных равнин (Ильмень-Волховская низина) и представляет собой плоскую слабодренированную равнину с абсолютными отметками 52–68 м с понижениями в виде неглубоких долин многочисленных небольших речек и ручьев, часть которых летом пересыхает. Наиболее значительная река территории – Лустовка, с водосбором около 10 тыс. га ([Лисино, 2009](#); [Лисинское учебное лесничество, 2005](#)).

Наиболее распространенными на территории Лисинского лесничества почвообразующими породами являются моренные отложения – валунные суглинки, мощностью 2–3 м и более. В юго-восточной части преобладают безвалунные озерно-

ледниковые суглинки и ленточные глины. В некоторых местах встречаются валунные пески мощностью 1.0–1.5 м. Значительную площадь занимают торфяники. В прошлом более 30% лесхоза было заболочено. В настоящее время значительная часть болот и заболоченных земель осушена. Леса лесхоза представлены ельниками, а чаще древостоями смешанного состава. Значительная часть территории лесхоза рубками практически не затрагивалась. Эти естественные древостои по существу являются единственными нетронутыми участками леса на Северо-Западе России. Богат и напочвенный покров. Здесь описано более тысячи видов травянистых растений, часть из которых сохранилась только в Лисинском лесхозе ([Бабиков, Шурыгин, 2006](#)).

Среди почв автоморфных позиций преобладают дерново-подзолистые, формирующиеся на моренных суглинках и ленточных глинах. Значительная доля площади приходится на торфяно-глеевые и болотные почвы.

Ниже дана характеристика морфологического строения дерново-подзолистой почвы на ленточных глинах и дерново-подзолистой на моренных суглинках, которое типично для аналогичных почв Северо-Запада России ([Апарин и др., 2007](#)).

Разрез дерново-подзолистой глееватой почвы на ленточной глине (дерново-подзолистая элювиально-метаморфическая ([Классификация и диагностика..., 2004](#)) заложен в юго-западной части Костенского лесничества, в 145 квартале на плоском участке, в 50 м от узкой долины р. Сердце. Лес осиновый с елью, березой. Возраст осины – 130 лет, ели – 90–100 лет. Почвенный покров: кислица, сныть, папоротник-орляк, грушанка, золотая розга.

О (подстилка), 0–3 см – на поверхности опад прошлого года, слабо-разложившийся, с 1 см подстилка темно-бурая, рыхлая, среднеразложившаяся.

AУ, 3–10 см – темно-серый (2.5 Y 3/2) (здесь и далее дан цвет по шкале Манселла) тяжелосуглинистый, влажный, рыхлый, мелкокомковатый. Масса корней. Конкреции мелкие, рыхлые. Переход постепенный.

Elg, 10–30 см – белесо-серый (2.5 Y 5/2), влажный, редкие конкреции 16–30 см – белесовато-сизый с палево-желтыми пятнами (5 Y 6/3), тяжелосуглинистый, листовато-плитчатый, уплотнен. Оржавление по мелким корням, много конкреций. Переход постепенный.

BElg, 30–36 см – серовато-сизый с желтовато-коричневыми пятнами (2.5 Y5/4 и 5Y 6/3), тяжелосуглинистый, влажный, плитчато-ореховатый, уплотнен. На поверхности педов – серые пылеватые кутаны. Охристые пятна. Единичные крупные корни. Переход постепенный.

BMgt, 36–67 см – коричнево-бурый (10Y 5/3), тяжелосуглинистый, влажный, ореховато-призматический, уплотнен. Разбит вертикальными трещинами, заполненными глинистыми кутанами сизого цвета. По краям педов – красновато-коричневые кутаны. Редкие корни, точечные марганцевые примазки. Переход постепенный.

BMg, 67–82 см коричневатобурый (10Y 5/4), глинистый, влажный, ореховато-плитчатый, уплотнен, много сизых пятен. Переход постепенный.

BCg, 82–104 см – бурый с сизоватым оттенком (7.5 R 4/4), глинистый, влажный, плотный. Присутствуют фрагменты слоистой почвообразующей породы. Прослой разорваны, смяты. Яркие охристые пятна, разводы по горизонтальным плоскостям. Сетка мелких корней по плоскостям структурных отдельностей. Переход заметный.

C, 104–135 см – ленточная глина (10Y 3/4 и 2.5 Y 5/4), плотная, пластичная. Чередование коричнево-бурых глинистых прослоев, мощностью 2–3 см с желтовато-серыми пылеватыми прослоями, мощностью 1–2 см. Заметна микрослоистость прослоев.

Почва характеризуется элювиальным типом распределения дисперсных частиц, которое также может быть связано с литологической неоднородностью почвообразующей породы (таблица). Почва кислая. В обменной кислотности алюминий играет большую роль, чем водород. Характер распределения поглощенных оснований коррелирует с распределением ила. Содержание органического углерода резко убывает по профилю, причем на границе гумусового горизонта наблюдается смена гуматно-фульватного гумуса на фульватный. Минералогический состав тонких фракций представлен в основном гидрослюдами и каолинитом.

Разрез дерново-подзолистой глееватой почвы на моренных суглинках заложен в парковом квартале недалеко от разр. “Яма А.А. Роде” на небольшом повышении под ельником-кисличником-зеленомошником. В напочвенном покрове преобладают кислица, черника, зеленые мхи.

Физико-химическая характеристика и гранулометрический состав почв

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций, % от почвы		Плотность сложения, г/см ³	рН		С, %	Поглощенные катионы мг-экв/100 г почвы		Нг, мг-экв/100 г почвы	V, %
		≤0,001 мм	≤0,01 мм		H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺		
		Дерново-элювиально-метаморфическая почва на ленточных глинах									
О	0-3	-	-	-	6,0	5,4	-	38,4	26,1	20,4	76
AY	3-10	10	41	1,14	4,1	3,3	3,61	7,5	4,5	17,3	41
ELg	10-16	11	48	1,42	4,3	3,2	1,75	2,8	2,8	17,0	25
ELg	16-20	10	45	1,60	4,3	3,1	0,43	0,6	1,8	7,6	24
ELg	20-30	16	53	1,60	4,5	3,2	0,41	1,0	2,6	6,9	34
VELg	30-36	25	62	1,62	4,7	3,3	0,28	2,0	3,8	5,8	50
VMgt	36-47	30	70	1,63	4,9	3,5	0,23	4,9	5,5	5,8	64
VMgt	47-67	28	68	1,65	5,2	4,1	0,21	5,2	6,0	5,4	67
BMg	67-77	31	71	1,67	5,2	4,2	0,18	5,7	8,6	3,4	81
BCg	82-92	35	70	1,65	5,9	4,3	0,13	10,5	9,0	2,7	88
BCg	92-102	34	80	1,69	6,1	4,4	0,13	9,6	10,2	2,7	88
C	104-120	42	87	1,67	6,2	4,7	0,13	9,2	10,7	1,6	92
C	104-120	19	48	-	6,5	5,5	0,06	6,2	5,3	0,6	95
C	104-120	66	95	-	6,6	5,5	0,15	10,9	13,6	1,0	97
Дерново-подзолистая почва на моренных суглинках											
О	0-2	-	-	-	5,3	4,9	-	32,0	16,0	7,8	86
AY	2-5	9	20	0,7	4,4	3,5	4,9	15,0	6,3	17,8	55
AEL	5-10	8	26	1,2	4,0	3,1	1,6	5,0	3,8	16,0	35
ELg	20-30	9	20	1,5	4,9	3,5	0,4	3,5	2,5	7,8	14
VELg	40-50	19	38	1,6	5,5	3,8	0,2	5,6	4,0	5,9	62
VTg	60-70	20	38	1,7	5,6	3,9	0,1	6,2	4,6	3,4	72
BCg	97-107	16	35	1,6	5,8	4,1	-	5,4	4,2	2,7	76
Cg	160-170	16	34	1,5	5,9	5,1	-	5,4	4,2	1,8	86

Примечание. Нг – гидролитическая кислотность, V – степень насыщенности основаниями.

О (подстилка), 0–2 см – подстилка рыхлая, влажная, слаборазложившаяся, состоит из опада хвои, листовых пластинок, сучьев.

AУ, 2–5(10) см – темно-серый (2.5Y 3/0), влажный, рыхлый, легкосуглинистый, комковатой структуры. Масса корней древесной, травянистой и кустарничковой растительности. Отмытые зерна кварца. Переход постепенный, граница неровная, языками.

AEL, 5(10)–8(15) см белесовато-серый с бурыми пятнами (2.5Y 5/2), влажный рыхлый, легкосуглинистый, комковатый. Пронизан корнями растений. Обилие железо-марганцевых конкреций размером 1–2 мм. Включения мелкого гравия, отдельных валунов. Переход заметный, граница неровная.

Elg, 8(15)–38(49) см – неоднородно окрашенный (2.5 Y 7/2) и 2.5 Y 5/2), преобладает желтовато-серый цвет с белесым оттенком, влажный, уплотненный, легкосуглинистый, комковато-плитчатый. Встречаются отдельные мелкие корни. Масса мелких (1–2 мм), рыхлых конкреций. Включения валунов диаметром 7–10 см. В нижней части горизонта сочится вода. Переход заметный, граница языковатая.

BElg, 38(49)–60 см – неоднородно окрашенный (10 YR 6/5 и 2.5 Y 7/2) сизовато-белесые сильно хрящеватые пятна и затеки, бурые вязкие глинистые пятна, влажный, плотный, призматически-ореховатый. Отдельные тонкие корни, мелкие рыхлые конкреции. Стенки трещин покрыты глинистыми кутанами. Встречаются валуны диаметром до 6 см. Переход постепенный.

BTg, 60–97 см – красновато-бурый (10 YR 6/5 и 2.5 Y 7/2) влажный, плотный, среднесуглинистый, ореховатый. Редкие корни. Сизые пятна, полосы, затеки, железо-марганцевые примазки, марганцевые скопления. Включения гравия и валунов. Переход постепенный.

BCg, 97–140 см – серовато-бурый (10YR 6/4), влажный, плотный, тяжелосуглинистый, ореховатый. Обилие валунного материала. Вокруг валунов – ржавые пятна. Переход постепенный.

Cg, 140–170 см – серовато-желтый (10YR 6/4), мокрый, плотный, тяжелосуглинистый, плитчато-ореховатый. Редкие сизые и охристые пятна. Много валунов.

Почвенный профиль резко дифференцирован по содержанию илистой фракции. С глубины 30 см наблюдается двукратное увеличение в ее содержании. По содержанию фракции физической глины почвенный профиль менее контрастен. Почва кислая по всему профилю. Для почвы характерно высокое содержание гумуса в слое 2–10 см, причем в групповом составе значительно преобладают фульвокислоты.

А.А. Роде в 1926–1929 гг. проводит первое большое исследование почв Лисинского лесничества, ориентированное на решение задач лесовыращивания и ведения лесного хозяйства.

Рассматривая условия, в которых протекает почвообразовательный процесс А.А. Роде на основании результатов исследований пришел к следующим выводам ([Роде, 1931](#)).

– в условиях Лисинского лесхоза наиболее важным фактором, определяющим направление почвообразовательного процесса, является водный режим почвы;

– нормальным почвообразовательным процессом для почв лесхоза является подзолообразование, на который накладывается процесс заболачивания;

– грунтовые воды залегают достаточно глубоко и не оказывают влияния на почвообразовательный процесс. Заболачивание вызывается только водами атмосферного происхождения, прежде всего верховодкой.

Результаты своих исследований А.А. Роде представил в работе “Материалы к изучению почвенного покрова Лисинского учебного леспромхоза” ([Роде, 1931](#)) и использовал в своей классической работе “Подзолообразовательный процесс” ([Роде, 1937](#)).

В 1930 г. Лисинское лесничество стало интернациональной исследовательской ареной, где собрались почвоведы II Международного конгресса, для которых была проведена полевая экскурсия с демонстрацией почвенных разрезов, заложенных А.А. Роде ([Rode, 1930](#)) (рис. 1). В экскурсии были освещены вопросы генезиса лесных почв, формирующихся на разных элементах озерно-ледникового ландшафта и разных почвообразующих породах под таежной растительностью, и охарактеризованы условия, в которых протекает главный почвообразовательный процесс данной территории – подзолообразование.

Научные исследования почв продолжались и в последующие годы. В 1931 г. под руководством И.В. Тюрина выполнена комплексная работа по изучению процесса заболачивания вырубок. В 1936–1937 гг. И.В. Тюриным и В.В. Пономаревой проводилось изучение гумуса лесных почв ([Тюрин, 1937](#)). В эти же годы сотрудниками кафедры почвоведения лесотехнической академии под руководством И.В. Тюрина составлена почвенная карта мас-

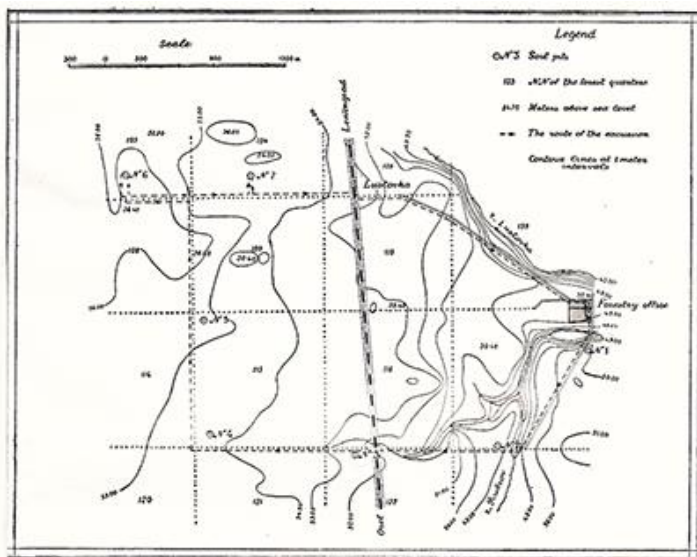


Рис. 1. Карта маршрута экскурсии в Лисино (1–7 – расположение опорных разрезов), 1930 г.

штаба 1 : 200 000. В последующие годы значительные исследования почв Лисино выполнены под руководством Н.Л. Благовидова, Б.В. Надеждина, Б.В. Бабикова ([Бабиков, 2004](#); [Бабиков, Шурыгин, 2006](#)).

В 1996 г. Лисино было включено в экскурсионный маршрут по Северо-Западу для участников 2-го съезда Докучевского общества почвоведов России ([Путеводитель ..., 1996](#)). Экскурсантам были продемонстрированы два почвенных объекта. Один из них представлен почвой на ленточных глинах, который в течение ряда лет был объектом стационарных исследований ([Матинян, 2003](#)).

Началом современного этапа почвенно-экологического мониторинга являются сравнительные исследования разновременных типоморфных характеристик дерново-подзолистой почвы. В 2001 г. сотрудниками кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева и университета Олбани (США) проведены исследования образцов почв из монолитов, отобранных в 1926, 1964, 2001 гг. в парковом

квартале лесничества. Сведения о древостое и состоянии исследуемого участка имеются с 1942 г. Характер воздействия на древостой участка ограничивался выборочной рубкой и заложением редких мелких осушительных каналов в период с 1893 по 1896 гг.

Образцы из монолитов, которые хранятся в фондах в ЦМП им. В.В. Докучаева, отбирались последовательно на глубинах: 0–5, 5–10 см и далее каждые 10 см. Точное местоположение отобранных монолитов установлено на основании сведений, хранящихся в фонде музея. В 2004 и 2010 гг. в местах отбора монолитов были заложены новые почвенные разрезы. Чтобы учесть влияние пространственной изменчивости свойств почв в радиусе 50 м, вокруг разрезов были заложены еще 4 дополнительных и из них отобраны образцы так же, как и в монолитах. Кроме того, были взяты керны из ели возраста от 50 до 150 лет. Для отбора кернов отбирались деревья хорошего состояния без видимых признаков нарушения. Результаты исследований образцов современных дерново-подзолистых почв и образцов, отобранных из почвенных монолитов, показали, что наиболее значительные изменения в лесных почвах Северо-Запада России связаны с изменением почвенно-поглощающего комплекса: потерей обменных оснований, которое сопровождается увеличением почвенной кислотности.

Установлено, что с 1926 по 2001 гг. произошло снижение значений рН на 0.75 единицы в верхней десятисантиметровой части профиля и более чем на 1 единицу на глубине от 10 до 80 см (рис. 2). Приблизительно половина этого снижения приходится на период с 1926 по 1964 гг.

Концентрация обменного кальция значительно уменьшилась за период с 1926 по 1968 гг. в верхнем десятисантиметровом слое почвенного профиля. Между 1964 и 2001 гг. уменьшение обменного кальция оказалось незначительным.

Концентрация обменного водорода в верхней тридцатисантиметровой части профиля увеличилась от 2 до 5-и раз в период с 1926 по 1964 гг., но затем произошло снижение количества обменного водорода за период с 1964 по 2001 гг. Ниже 30 см отмечено незначительное изменение в концентрации обменного водорода.

Концентрация обменного алюминия немного снизилась в верхней десятисантиметровой части профиля с 1926 по 1964 гг.,

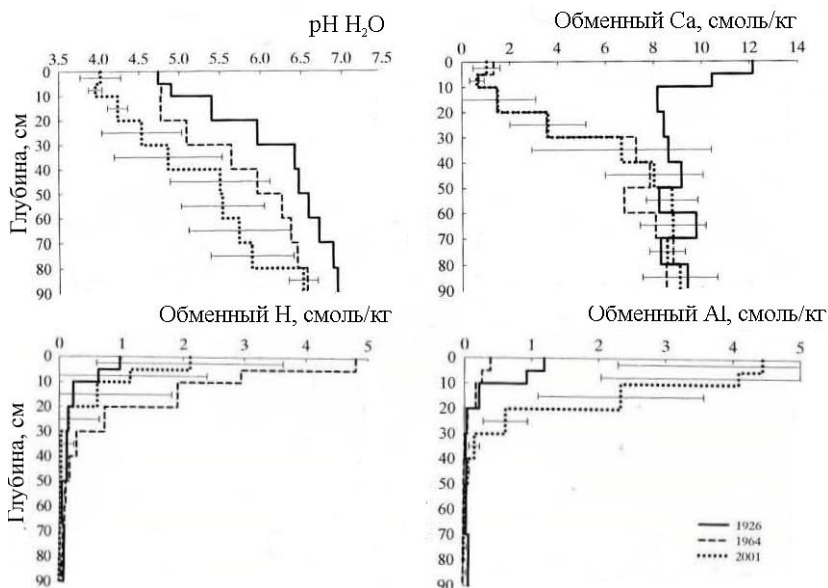


Рис. 2. Физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы (1926, 1964, 2001 гг.).

но резко возросла в верхнем тридцатисантиметровом слое профиля с 1926 по 2001 гг.

Эти изменения отражают два этапа процесса подкисления почвы в верхних десятисантиметровых частях профиля. Можно предположить, что с 1926 по 1964 гг. увеличение кислотности связано с вытеснением обменного кальция водородом. Количество оснований, высвобождающихся в результате разрушения минералов и растительных остатков, оказалось недостаточным для нейтрализации водорода. С 1926 по 2001 гг. произошло значительное увеличение содержания обменного водорода. Степень насыщенности основаниями с 1926 г. значительно снизилась, достигнув минимума в 2001 г. Следует отметить, что произошло заметное уменьшение емкости катионного обмена в слое 0–30 см с 1926 по 2001 гг. (рис. 3).

Возможно, одной из причин этого является снижение содержания органического вещества в этом же слое. В слое 0–20 см

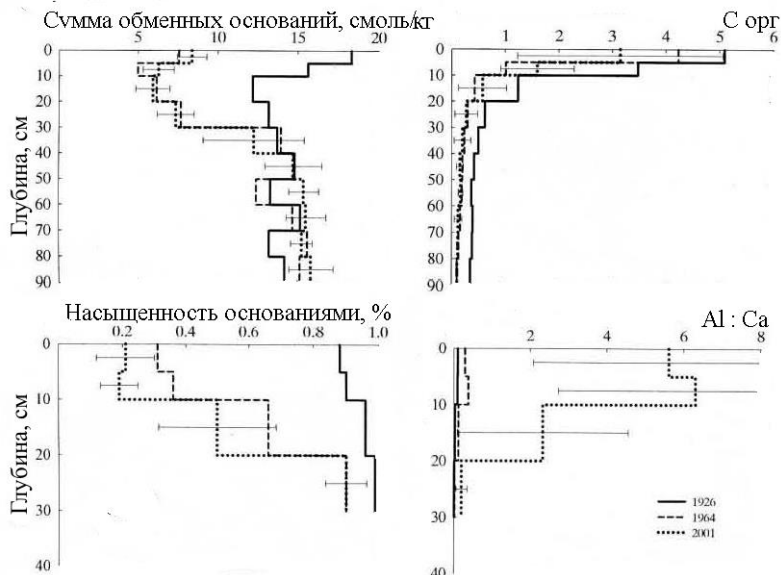


Рис. 3. Содержание углерода и обменных оснований в дерново-подзолистой почве.

произошло резкое увеличение отношения обменного алюминия к кальцию в период с 1964 по 2001 гг.

Данные исследования роста деревьев по показателю ширины колец выявили сложную картину. Наблюдаются существенные неоднократные изменения в ширине колец, отражающие, по-видимому, колебания в погодных условиях. Хорошо выражена тенденция в уменьшении прироста деревьев за последние 20 лет. Возможно, причиной является подкисление почв.

Выявленные изменения в свойствах почвы за последние 70 лет свидетельствуют об изменчивости важнейших типоморфных характеристик почв и сложном характере этих изменений.

Проведенные исследования показали, что природа изменений свойств почв кроется как в самом процессе развития почвы, так и в воздействии на эти процессы антропогенного фактора.

Значительную ценность для почвенно-экологического мониторинга придадут исследования микробиома почв в Парковом квартале. Анализ таксономической структуры микробиома выявил 14 фил, из них доминируют 6: Proteobacteria (52.23%), Acidobacte-

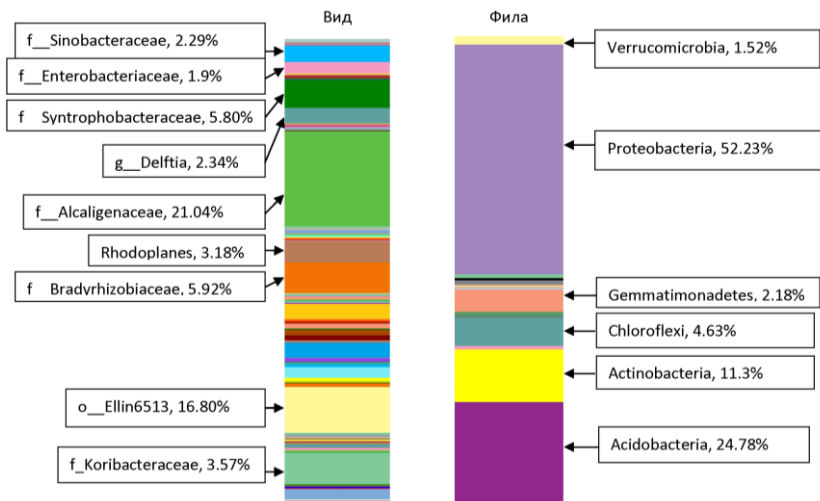


Рис. 4. Микробиом дерново-подзолистой почвы в Парковом квартале.

ria (24.78%), Actinobacteria (11.3%), Chloroflexi (4.63%), Gemmatimonadetes (2.18%), Verrucomicrobia (1.52%). На уровне семейств выявлены: Alcaligenaceae (21.04%), Bradyrhizobiaceae (5.92%), Syntrophobacteraceae (5.8%), Delftia (2.3%). Enterobacteriaceae (1.9%), Pseudomonadaceae (0.3%).

На уровне порядка: Ellin6513 (16.80%) (рис. 4). В 2004 г. сотрудниками СПбГУ и ЦМП им. В.В. Докучаева проведена работа по выявлению и характеристике почв Лисинского лесничества – объектов Красной книги почв Ленинградской области ([Апарин и др., 2007](#)). В рамках этой работы выбрано 4 объекта. Аллювиальная серогумусовая почва, дерново-подзолистая глееватая на моренных суглинках и дерново-подзолистая на ленточных глинах (дерново-элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая (Классификация и диагностика..., 2004)) отнесены к группе почвенных эталонов, а осушенная торфяно-глеевая (торфяно-перегнойно-элювозем глееватый (Классификация и диагностика..., 2004)) на участке “Суланда” к объектам мониторинга. “Суланда” известна как участок с высоким эффектом осушения среди специалистов всего мира. Выявлено, что в результате длительного осушения произошла существенная трансформация поч-

венного профиля. Уменьшилась мощность торфяного горизонта при увеличении степени его минерализации. В почве сформировался элювиальный горизонт, прокрашенный потечным гумусом (содержание гумуса около 6%), затеки которого достигают глубины 45 см. Наблюдается облегчение гранулометрического состава в элювиальной части профиля.

В 2012 г. кафедра почвоведения и экологии почв СПбГУ, Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева и кафедра почвоведения Лесотехнического университет начали совместную работу по выбору мониторинговых площадок, на участках, где А.А. Роде были заложены опорные разрезы, представленные участникам II Международного конгресса почвоведов в 1930 г. В результате полевых изысканий точно определено местоположение шести демонстрационных разрезов. Вокруг разрезов были заложены площадки 20×25 м, составлена топографическая карта с сечением горизонталей 5 см и почвенные карты масштаба 1 : 500 м ([Почвенное картирование, 2012](#)). Примерами топографической и почвенной карт могут служить карты участка 2 (рис. 5).

Анализ почвенного покрова полигонов показал, что преобладающими почвообразующими породами являются ленточные глины и морена, незначительную часть составляют двучленные отложения. Преобладают гидроморфные и полугидроморфные почвы, на долю автоморфных почв приходится лишь 5% от общей площади площадок. Главную роль в дифференциации почвенного покрова играет перераспределение влаги по элементам рельефа, идущее в условиях избыточного увлажнения, а подчиненную – неоднородность почвообразующих пород. Наиболее распространенные формы микрорельефа: кочки, понижения между ними, пристволовые превышения и вывалы. Формы рельефа, связанные с хозяйственной деятельностью, представлены мелиоративными канавами и пнями.

Растительный покров мониторинговых площадок представлен еловыми зеленомошными и производными от них мелколиственными лесами, так же встречаются сосновые заболоченные леса. Все виды растений, произрастающих на территории лесничества, еще в 1930 г. А.А. Роде объединил в 4 группы ассоциаций ([Rode, 1930](#)). Согласно материалам комплексного экологического обследования заказника ([Материалы комплексного..., 2011](#)) выявлено,

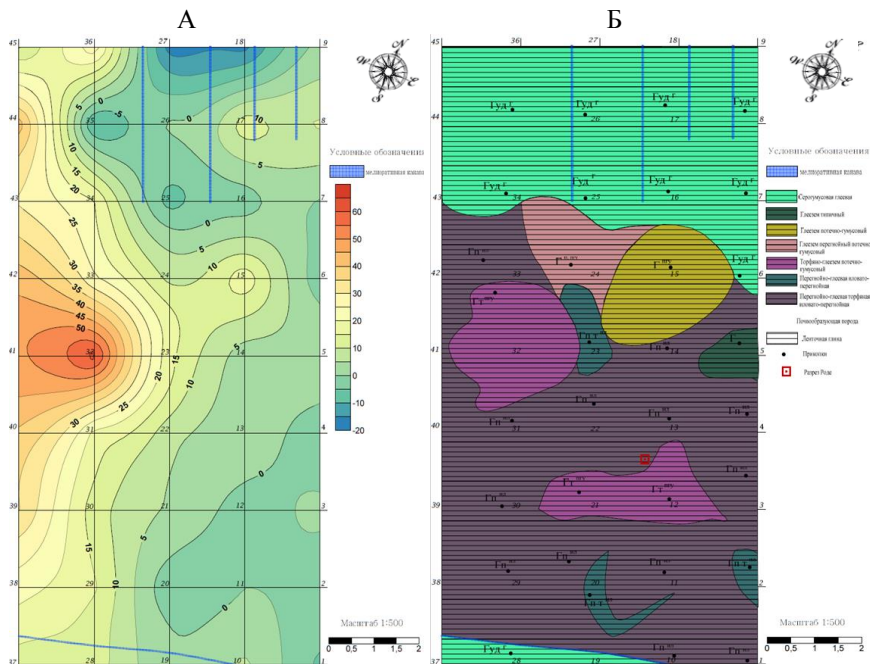


Рис. 5. Топографическая (А) и почвенная (Б) карты мониторинговой площадки 2.

что доля хвойных насаждений осталась неизменной (приблизительно 58%), а лиственных уменьшилась с 41 до 32%.

На полигонах сравнительный анализ динамики растительности, который проводился на основании описания растительности А.А. Роде (1930) и таксономических описаний участков в 1955 и 2004 гг., выявил, что на площадках 3, 4, 5 произошло увеличение возраста деревьев, отмечены незначительные колебания полноты древостоя, а также минимальные изменения в видовом составе растительности. На площадках 1, 2, 6, 7 установлено уменьшение возраста деревьев, произошли видимые изменения полноты древостоя, а также существенные изменения в видовом составе растительности. Подобные закономерности напрямую связаны с режимами природопользования.

Таким образом, установлены следующие объекты мониторинга на территории Лисинского лесничества.

1. “Суланда” – болотный массив, осушенный в 1841–1842 гг., квартал 115. Ельник зеленомошный. Почва: осушенная торфяно-глеевая (торфяно-перегнойно-элювозем окисленно-глеевый ([Классификация и диагностика..., 2004](#))) на моренных отложениях. Включен как объект мониторинга в Красную книгу почв Ленинградской области. Отобран почвенный монолит.

2. “Яма Роде” – объект научных исследований А.А. Роде. Ельник кисличник зеленомошный. Почва: дерново-подзолистая глееватая на моренных суглинках. В 2011 г. проведен морфолого-генетический анализ организации почвенной массы элювиальной толщи с использованием метода послойной фотофиксации через 5 см на площади 100 × 100 см. Включен в качестве почвенного эталона в Красную книгу почв Ленинградской области. Отобран почвенный монолит.

3. “Костенки” – квартал 145. Еловый лес с примесью осины и березы. Почва дерново-подзолистая на ленточных глинах (дерново-элювиально-метаморфическая глееватая ([Классификация и диагностика..., 2004](#))). Объект включен в качестве почвенного эталона в Красную книгу почв Ленинградской области. Отобран монолит. Проведен морфолого-генетический анализ организации почвенной массы элювиальной толщи с использованием метода послойной фотофиксации через 5 см на площади 100 × 100 см. Объект научных исследований Н.Н. Матинян.

4. “Парковый квартал”. Ельник черничный. Почва: дерново-подзолистая суглинистая на безвалунных суглинках. Объект русско-американских исследований по изучению изменения типоморфных характеристик почвы. Проведен анализ таксономической структуры микробиома. Проведен морфолого-генетический анализ организации почвенной массы элювиальной толщи с использованием метода послойной фотофиксации через 5 см на площади 100 × 100 см. Отобрано 3 почвенных монолита.

5. “Малиновка”. Почвенно-гидрологический стационар. Ельник зеленомошно-сфагновый. Почва – осушенная торфяно-глеевая. Проведены комплексные исследования водного режима почв, влияние удобрений на плодородие почв и рост леса на осушенных торфяниках, уменьшение мощности осадков торфа после осушения. Объект научных исследований Б.В. Бабикова.

6. “Лустовка”. Центральная часть поймы р. Лустовка. Разнотравно-злаковый луг. Почва аллювиальная серогумусовая на аллювиальных песчаных отложениях. Объект включен в Красную книгу почв Ленинградской области. Отобран монолит.

7. Маршрут II Международного конгресса 1930 г., включающий 7 полигонов:

– квартал 206, почва – дерново-подзолистая глееватая на ленточных глинах;

– квартал 206, почва – перегнойно-глеевая на ленточных глинах;

– квартал 122, почва – дерново-подзолистая глееватая на ленточных глинах;

– квартал 115, почва – торфяно-глеевая на ленточных глинах;

– квартал 115, почва – дерново-подзолистая глееватая на морене;

– квартал 103, почва – подзол глееватый на водноледниковых отложениях, подстилаемых моренной;

– квартал 104, почва – подзол глееватый на водноледниковых отложениях, подстилаемых моренной с прослойкой песчаных водноледниковых отложений.

Главной целью почвенно-экологического мониторинга на базе Лисинского лесничества является слежение за параметрами функционирования почв на полигонах и создание региональной базы данных экологического потенциала почв в общей системе почвенно-экологического мониторинга почв России. Сопряженно с почвенным мониторингом на полигонах должны проводиться наблюдения за состоянием и продуктивностью фитоценозов, изменением элементов биологического круговорота на разновозрастных стадиях развития древостоя.

На каждый объект составлен паспорт, который содержит: полное морфологическое описание и фотографию профиля. Обязательно отбирается монолит и образцы почв для постоянного хранения, желательно иметь характеристику метагенома почв. В зависимости от параметрических характеристик устанавливаются следующие интервалы времени для осуществления мониторинга почв ([Апарин и др., 2011](#)):

- визуально-сравнительная диагностика состояния почвенно-растительного покрова – каждые 3 года;
- съемка влажности почв и рН в корнеобитаемой зоне (0–30 см) – каждые 3 года; май, июль, октябрь;
- съемка распределения элементов пищевого режима (N, P, K) – каждые 9 лет;
- исследование содержания тяжелых металлов и радионуклидов в слоях 0–5, 5–10 – каждые 9 лет;
- определение биологической активности – каждые 3 года; май, июль, октябрь)
- определение поглощенных оснований – каждые 20 лет.
- определение элементов биологического круговорота и содержание углерода в подстилке и гумусово-аккумулятивном горизонте – каждые 9 лет.

Возможные коренные изменения в состоянии почвенного покрова и фитоценозов (пожар, гибель древостоя, механические нарушения) могут выявить необходимость в проведении нового тура исследований базовых параметров почвенно-экологического мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Апарин Б.Ф., Бабиков Б.В., Сухачева Е.Ю.* Основы организации почвенно-экологического мониторинга в Лисинском учебном лесничестве. Мат-лы Всерос. научн. конф. “Процесс почвообразования в лесных и урбанизированных экосистемах”. СПб., 2011. С. 24–26.
2. *Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А., Матинян Н.Н., Сухачева Е.Ю.* Красная книга почв Ленинградской области. СПб.: Аэроплан, 2007. 320 с.
3. *Бабиков Б.В.* Экология сосновых лесов на осушенных болотах. СПб.: Наука, 2004. 166 с.
4. *Бабиков Б.В., Шурыгин С.Г.* Почвенно-гидрологические исследования в Лисинском учебно-опытном лесхозе. СПб., 2006. 60 с.
5. Лисино. 200 лет служения лесам России / Под ред. Селиховкина А.В. СПб., 2009. 224 с.
6. Лисинское учебное лесничество. СПб., 2005. 76 с.
7. [Классификация и диагностика почв России](#). Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
8. Материалы комплексного экологического обследования участков территории, обосновывающие внесение изменений в положение о природном комплексном заказнике регионального значения “Лисинский”. 2011.

9. *Матинян Н.Н.* Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин Северо-Запада России. СПб., 2003. 200 с.
10. [Постановление Правительства Ленинградской области от 26.12.1996 г. N 494 "О приведении в соответствие с новым природоохранным законодательством РФ существующей сети ООПТ Ленинградской области"](#).
11. Почвенное картирование. СПб., 2012.
12. Путеводитель экскурсий второго съезда Общества почвоведов России. СПб., 1996. 132 с.
13. *Роде А.А.* Материалы к изучению почвенного покрова Лисинского учебного леспромхоза. Природа и хозяйство учебных леспромхозов лесотехнической академии. В. III. М., 1931. С. 94–162.
14. *Роде А.А.* Подзолообразовательный процесс. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1937.
15. *Тюрин И.В.* Органическое вещество почвы и его роль в почвообразовании и плодородии. М.–Л.: Сельхозгиз, 1937.
16. *Rode A.A.* An Excursion to the Lisino Experimental forest of the Leningrad technical academy of forestry. Leningrad, 1930.

FORESTRY OF LISINO AS THE UNIQUE TESTING AREA FOR THE SOIL AND ECOLOGIC MONITORING

**B. F. Aparin^{1,2}, B. V. Babikov³, G. A. Kasatkina^{1,2},
E. Yu. Sukhacheva^{1,2}**

¹*Saint Petersburg State University,
Universitetskaya nab. 7-9, St. Petersburg, 199034 Russia*

²*Dokuchaev Central Soil Science Museum,
Birzhevoi pr. 6, St. Petersburg, 199034 Russia*

³*Saint Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Institutskiy per., 5, 194021 Russia*

Forestry of Lisino is the perspective area for the organization and conduction of soil and ecologic monitoring. It is characterized by ecosystems, typical for the North-West, which are least altered by anthropogenic impact. Also it is characterized by the availability of long-term investigation materials of soils and soil cover, and the availability of soil monoliths collected at different years. A. A. Rode made a substantial contribution in the investigation of soils and soil cover of forestry of Lisino. The changes of typomorphic characteristics were determined and the analysis of taxonomic structure of microbiome was conducted for the soddy-podzolic soil developed on driftless clay loam. On the basis of comparative analysis of actual samples from the soddy-podzolic soils and the samples from soil monoliths, it was set that the significant pH decrease occurred

during the 75 years, and the degree of base saturation also decreased significantly. The monitoring polygons are laid along the II International Soil Scientists Congress route held in 1930. The separation of seven objects of soil and ecologic monitoring is substantiated, as they characterize all ecosystems typical for Lysin forestry. The soils of the four objects of monitoring are included in the Red Book of soils of Leningrad oblast: the soddy-podzolic soil developed on the moraine loams – “the Pit of Rode”, the soddy elluvial metamorphic developed on varved clays – “Kostenki”, the peat humic gleyzem oxidative gley – “Sulanda” and alluvial gray humic soil – “Lustovka”.

Keywords: soil monoliths, microbiome, ecosystems, the North-West, varved clays, moraine loams.