

УДК 504.53.630.1

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ РГАУ - МСХА*

И.И. ВАСЕНЕВ, д. б. н.; В.Д. НАУМОВ, д. б. н.; Т.В. РАСКАТОВА, асп.

(Кафедра экологии, кафедра почвоведения)

В статье представлена комплексная схема организации и информационно-методического обеспечения почвенно-экологического мониторинга представительного объекта особо охраняемых территорий — Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева. Приводятся результаты ее апробации на материалах пяти представительных ключевых участков.

Процессы антропогенной деградации окружающей природной среды (ОПС) наиболее интенсивно проявляются в урбанизированных районах. Для защиты и рационального использования ОПС выделяются особо охраняемые природные территории (ООПТ), формирующие экологический каркас устойчивого развития природно-техногенного ландшафта. Наибольшую экологическую значимость имеют ООПТ, расположенные в мегаполисах. Крупнейший в Восточной Европе мегаполис Москва располагает целым рядом лесных ООПТ, выполняющих функции «легких столицы». Одним из наиболее интересных из них является Лесная опытная дача РГАУ - МСХА, имеющая большое природоохранное значение и длительную историю исследований представительного ряда природных и антропогенно измененных экосистем.

Почвенно-экологический мониторинг (ПЭМ) подразумевает системные наблюдения за состоянием почв с оценкой и прогнозом их пространственно-временных изменений («Агроэкология», 2000). Обязательным элементом городского (регионального) ПЭМ является базовый мониторинг ООПТ как

контрольных объектов для соответствующего города, округа, региона.

Структурно-функциональная организация ПЭМ предполагает обоснованный выбор представительных для данного ландшафта ключевых участков наблюдений, рационального набора основных диагностических параметров почв, методов и периодичности их исследования, способов систематизированного накопления, визуализации, оценки и экстраполяции информации.

Объекты и методы исследований

Лесная опытная дача (ЛОД) занимает юго-западную часть землепользования РГАУ - МСХА имени КА. Тимирязева в Северном округе города Москвы. По исходным природным условиям она входит в южную подзону смешанных хвойно-широколиственных лесов таежно-лесной зоны. ЛОД расположена в самой южной части большого склона Клинско-Дмитровской гряды и по рельефу представляет собой моренную холмистую равнину. Территория дачи сложена четвертичными отложениями, под которыми залегают юрские глины мощностью 20-22 м. Моренный суглинок двучленного строения является основной почвооб-

* При частичной поддержке РФФИ, грант № 05-04-49368.

разующей породой. Площадь Дачи представляет собой сложный вытянутый с северо-запада на юго-восток многоугольник максимальной длиной 2,8 км и шириной 1,6 км [12].

Территория Лесной опытной дачи имеет сложную историю. На «Плане генерального межевания дачи села Петровского и сельца Астрадамова» (1766) значительная часть ее современной территории показана под лесом и лишь сравнительно небольшая площадь в пределах 7, 8 и 11-го кварталов — под населенным пунктом Астрадамово и сенокосными угодьями.

С 1862 г. на ЛОД ведутся регулярные наблюдения за состоянием лесных

насаждений пробных площадей и естественных биогеоценозов. Первые исследования почв относятся к 70-м гг. XIX столетия. Систематизированные описания почв были выполнены в 1889 г. [11], в 1935 г. [2] и в 1955 г. [3]. Последние годы характеризуются активизацией разносторонних почвенно-экологических исследований [5—10].

Пространственная организация мониторинговых наблюдений базируется на выделении ключевых участков, представленных для основных вариантов биогеоценозов изучаемого объекта: занимающих определенный элемент мезорельефа, характеризующихся однородностью почвенного покрова, геологических и литологических условий (рис. 1).

В рамках данной работы ключевые участки наблюдений были выбраны в пределах 7 и 10 кварталов ЛОД — на основе изучения доступного картографического, фактологического материала (рис. 2). Три ключевых участка расположены в пределах почвенно-экологической трансекты, заложенной в 2005 г. группой исследователей [9]. Четвертый и пятый участки продолжают эту трансекту в юго-западном направлении (см. рис. 1).

В предлагаемой структуре базового почвенно-экологического мониторинга (рис. 3) все основные диагностические параметры (ОДП) разбиваются на 4 группы разной периодичности наблюдений: а) базовые параметры — абсолютно или условно стабильные на период наблюдений; б) относительно стабильные параметры — могут существенно изменяться за 5-10 лет; в) динамичные параметры — существенно меняются от года к году; г) режимные параметры — высоко динамичны в течение одного года.

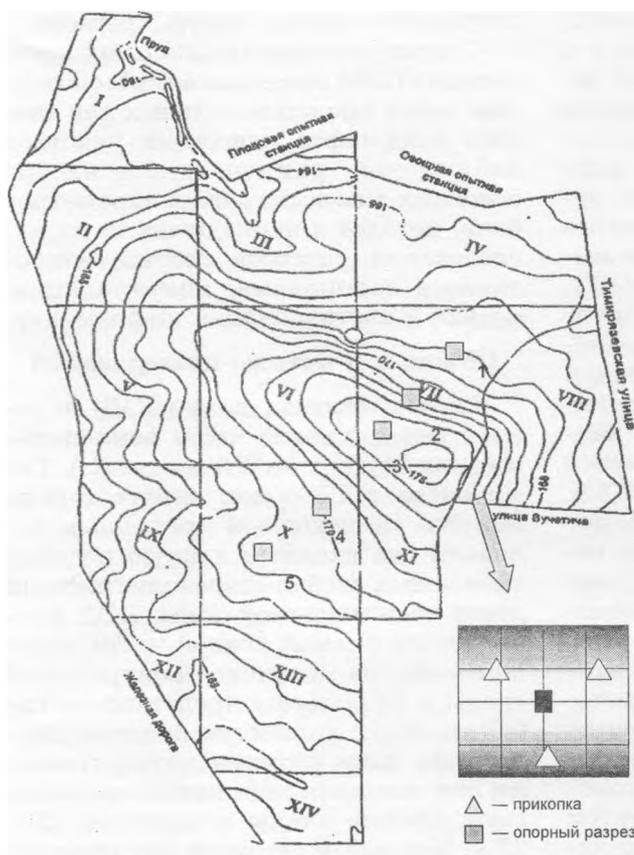


Рис. 1. План размещения представительных ключевых участков на Лесной опытной даче РГАУ - МСХА



Рис. 2. Геоинформационная основа базового почвенно-экологического мониторинга Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА

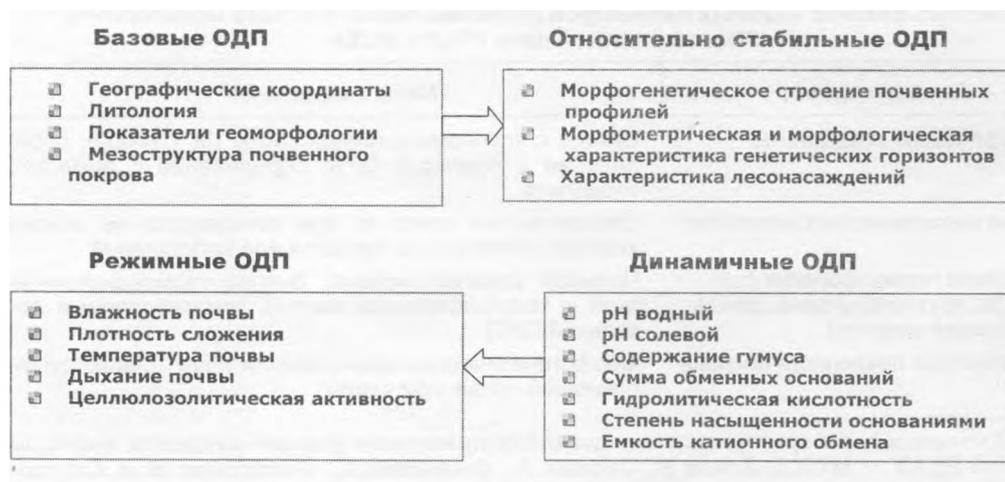


Рис. 3. Блок-схема ОДП почвенно-экологического мониторинга ЛОД РГАУ - МСХА

Анализ базовых параметров (см. рис. 3, табл. 1) проводится с использованием существующего картографического материала и в ходе рекогносцировочных полевых исследований. Целесообразно создание локальной геоинформационной системы (ГИС) и использование приборов спутникового позиционирования (GPS).

При анализе базовых параметров ПЭМ решаются следующие задачи:

1. Точная координации объектов мониторинга на карте и в ландшафте.
2. Выявление общих закономерностей истории формирования и трендов развития локальных мезо- геосистем, в которые входят объекты исследования.
3. Обеспечение сопоставимости различных объектов мониторинга.
4. Установление принципиальных условий и географических рамок для обоснованной экстраполяции результатов мониторинга ключевых участков на аналогичные элементы ландшафта исследуемой территории.

Наблюдения за относительно стабильными параметрами (см. рис. 3) позволяют контролировать характер изменения основных факторов природоохранной деятельности, отслеживать

направление и скорость изменения морфогенетических ОДП, давать экспертную количественную оценку скорости развития элементарных процессов почвообразования и деградации почв.

Повторные наблюдения за динамичными параметрами позволяют выявлять, анализировать, моделировать и прогнозировать многие почвенные процессы и изменения ОДП экологического состояния и качества почв.

Основные параметры, характеризующие почвенные режимы, очень динамичны и изменчивы в пространстве. Характер их пространственной изменчивости и сезонной динамики отражает экологические особенности текущего состояния почвы конкретного элемента ландшафта и уровень ее устойчивости к основным вариантам антропогенной нагрузки.

Экспериментальная часть. Апробация предложенной схемы почвенно-экологического мониторинга Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА проходила в ходе сезонных мониторинговых наблюдений* на 5 ключевых участках ЛОД (см. рис. 1). В представительных парцеллах выбранных объектов закладывали разрезы и прикопки, прово-

Т а б л и ц а 1

Система анализа базовых параметров почвенно-экологического мониторинга Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА

Базовый параметр	Метод определения
Географические координаты	Снятие с крупномасштабной карты (М 1:10000); определение с помощью GPS; определение с помощью теодолита
Краткие характеристики литологии	Определяются геологом или почвоведом на основе анализа архивных материалов или наблюдений
Показатели геоморфологии (тип рельефа, крутизна, форма, длина и экспозиция склонов)	Полевая рекогносцировка; анализ геоморфологической и топографической карт (с использованием локальной ГИС)
Мезоструктура почвенного покрова	Морфогенетические исследования почв; анализ существующей почвенной карты

* В полевых и лабораторных исследованиях принимали участие студенты кафедры экологии РГАУ - МСХА Ломов В., Теслюк А., Филиппов А., Филиппова В. и Хатухова Н. Оцифровку базовой топокарты выполнил ведущий инженер кафедры экологии Пузырев С.В.

дли морфогенетические описания и режимные исследования почв, отбирали образцы с последующим проведением анализов в лаборатории. Анализ базовых, относительно стабильных и динамичных ОДП, был проведен в процессе закладки ключевых участков мониторинга (конец апреля 2006 г.). Наблюдения за режимными ОДП проводили раз в месяц с апреля по октябрь 2006 г.

Анализ базовых параметров. Узловым элементом нашей трансекты яв-

ляется ключевой участок № 3 (рис. 4, табл. 2), расположенный на выположенной вершине моренного холма, доминирующего по высоте на ЛОД.

Ключевые участки 2 и 1 закладывали на сравнительно прямом слабопокатом коротком склоне мореного холма северо-восточной (СВ) экспозиции. Ключевой участок № 2 заложен в средней части склона крутизной около 3°, ключевой участок № 1 находится на его подошве, которая переходит во флювиогляциальную терра-

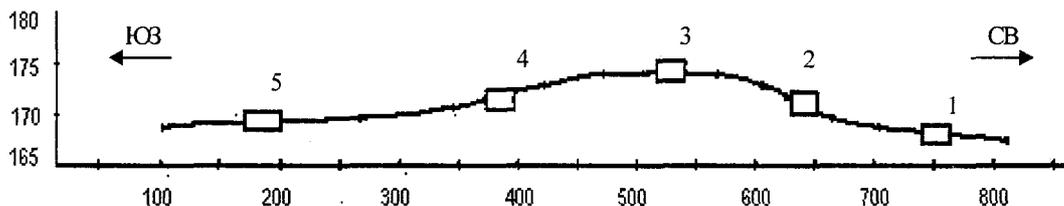


Рис. 4. Профиль изучаемой трансекты почвенно-экологического мониторинга

Таблица 2

Краткая характеристика ключевых участков

Ключевой участок	Рельеф	Название (подтип и тип) и морфогенетическое строение профиля почвы
1	Подошва прямого короткого слабопокатого склона СВ экспозиции	Среднедерновая глубокоподзолистая поверхностно-слабоглееватая легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв): O ₊₂ - A1 ₆ - A1A2 ₁₅ * - A2' _{(g)25} - A2'' ₃₄ - A2''' ₄₂ - II A2B ₅₅ - B ₈₀ - BC _{120?}
2	Средняя часть прямого короткого слабопокатого склона СВ экспозиции	Среднедерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв): O ₊₂ - A1 ₄ - A1A2 ₁₅ - A2' ₃₁ - A2'' ₄₁ - II A2B ₅₀ - B1 _{(t)(g)86} - B2 _{120?}
3	Водораздельная часть мореного холма	Среднедерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв): O ₊₂ - A1 ₄ - A1A2 ₁₀ - A2' _{(f)30} - A2'' _{(f) c44} - II A2''' _{(f) g 51} - A2B ₆₂ - B1 ₉₀ - B2 _{(t) 120?}
4	Средняя часть пологого слабопокатого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции	Слабодерновая глубокоподзолистая поверхностно-оглеенная легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв типа болотно-подзолистых почв) O ₁₊₄₋₅ - A1 ₆ - A2A1 _{h (g)28} - A2' _{g 41} - II A2'' _{(g)50} - A2B _{(g)58} - B1 _{(t) g 92} - B2 _{(t) 120?}
5	Подошва пологого слабопокатого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции	Слабодерновая глубокоподзолистая поверхностно-оглеенная легкосуглинистая почва (подтип дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв типа болотно-подзолистых почв) O ₁₊₃₋₄ - A1 ₄ - A1A2 _{h10} - A2' _{g27} - A2'' _{g 36} - II A2B _{(g)47} - B1 _{(t) g 80} - B2 _{(t) (g) 120?}

Примечание. * Глубина нижней границы горизонтов минеральной части профиля, ** начало второго литологического наноса в пределах единого почвенного профиля.

су. Ключевые участки 4 и 5 заложены на зеркально расположенном пологом склоне повышенной длины юго-западной (ЮЗ) экспозиции: в средней части склона слабоогнутой формы и на его подошве.

Литологическую основу моренного холма составляет московская морена, представленная красно-бурым суглинком, перекрытая покровными отложениями проблематичного генезиса легкого гранулометрического состава (от супеси до легкого суглинка), мощностью 40-45 см [9]. К основанию склона ЮЗ экспозиции средняя глубина залегания красно-бурой суглинистой морены несколько уменьшается — до 36-37 см.

Согласно «Классификации и диагностики почв СССР» (1977), почвы исследованных ключевых участков 1, 2 и 3 относятся к подтипу дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв; почвы участков 4 и 5 — к подтипу дерново-подзолистых поверхностно-оглеенных почв типа болотно-подзолистых почв (см. табл. 2). Мезоструктуры почвенного покрова представлены сочетаниями: а) среднедерновых глубоко-подзолистых почв → среднедерновых глубокоподзолистых поверхностно-слабоглееватых почв — на склоне СВ экспозиции; б) среднедерновых глубоко-подзолистых почв → слабодерновых глубокоподзолистых поверхностно-оглеенных почв — на склоне ЮЗ экспозиции.

В случае наших объектов ЛОД важно-отметить доминирующую роль в определении мезоструктуры почвенного покрова формы, крутизны и длины склонов над их экспозицией. Более влажным и «холодным» оказался пологий слабоогнутый склон повышенной длины, занятый болотно-подзолистыми почвами, несмотря на наиболее теплую юго-западную экспозицию. По всей видимости, на фоне близкой литологии (с незначительным варьированием глубины подстилания моренным наносом) именно условия поверхностной дрени-

рованности определяют структуру почвенного покрова на склоне.

Анализ относительно стабильных ОДП. Исследованные дерново-подзолистые почвы ключевых участков характеризуются типоморфной для подзолистых и болотно-подзолистых почв морфологией педолитогенной текстурной дифференциацией профиля на легкосуглинистые элювиальные горизонты и средне-тяжелосуглинистые иллювиальные горизонты (рис. 5). Характер и степень развития органогенных и гумусово-аккумулятивных (дерновых) горизонтов, подгоризонтов элювиального субпрофиля (например: $A_2'_{(f)30} — A_2''_{(f) c44} — PA_2'''_{(f) g}$), контактного оглеения и илловиоирования определяются, прежде всего, положением почв в рельефе, обусловленным им уровнем дренированности и характеристикой лесного фитоценоза (табл. 3).

Для почв вершины моренного холма и менее влажного (лучше дренированного) склона СВ экспозиции характерны маломощные лесные подстилки типа модер. На более влажном склоне ЮЗ экспозиции они замещаются более мощными оторфованными подстилками типа мор. Почва на вершине мореного холма отличается хорошо развитым зернисто-комковатым гумусово-аккумулятивным горизонтом и хорошо выраженным элювиально-аккумулятивным горизонтом A_1A_2 плитчато-комковатой структуры. В почвах короткого слабопокатого склона эти горизонты имеют хуже выраженную структуру и большее количество присыпки. На пологом слабоогнутом склоне они приобретают признаки оглеения и потечно-гумусовых морфонов.

Подзолистые горизонты, как правило, также структурированы на 2-3 подгоризонта: $A_2' — A_2'' — A_2'''$ (см. табл. 2, рис. 5). Наиболее сложную организацию имеет палевый подзолистый горизонт дерново-подзолистой почвы на вершине моренного холма: $A_2'_{(f)30} — A_2''_{(f) c44} — PA_2'''_{(f) g51}$. верхний подгоризонт является наиболее хорошо

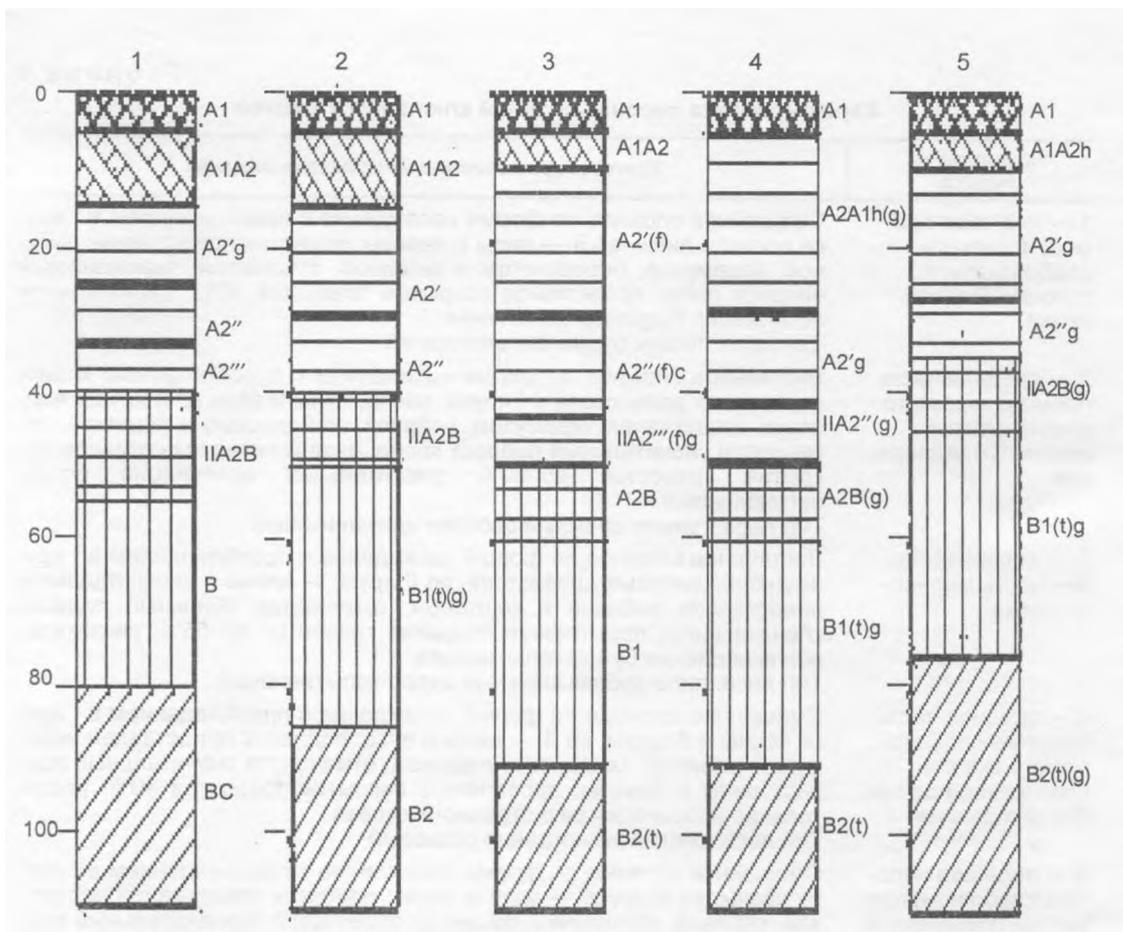


Рис. 5. Морфогенетическое строение профилей почв ключевых участков

выраженным —типоморфным. В среднем подгоризонте отмечаются слабые признаки контактного оглеения и многочисленные железистые конкреции. Нижний подгоризонт сформирован в верхней части моренного наноса, оглеен и содержит около 5% микрофрагментов (от 1 до 5 мм) горизонта В.

В почвах короткого слабопокатога СВ склона весь подзолистый горизонт находится в пределах верхнего покровного наноса, а в нижней части склона формируется глееватый подзолистый подгоризонт. На средней части пологого слабоогнутого ЮЗ склона подзолистый горизонт на 9 см заходит в верхнюю часть моренного наноса (в пределах которого сформирован иллю-

виальный горизонт В ад), а в нижней части склона также становится глееватым. В целом, оглеение максимально выражено на подошве склонов и в почвах пологого слабоогнутого склона.

Иллювиальный горизонт В_(t) исследованных почв имеет плитчато-ореховатую структуру. Сизоватые скелетаны и тонкие глинистые аржиланы покрывают основную часть поверхности его педов. На части педов отмечаются сложные кутаны с прослоями скелетан и гумусово-глинистых аржилан. Важно отметить наличие более мощных и лучше выраженных зон распространения аржилан и сложных кутан в глубокоподзолистых почвах с повышенной мощностью подзолистого

Характеристика лесонасаждений ключевых участков

№ участка— рельеф	Краткая характеристика и тип лесонасаждений
1 — подошва прямого короткого слабопокатого склона СВ экспозиции	Смешанное сложное по форме насаждение с преобладанием в I ярусе сосны и липы, во II — липы и березы; подлесок представлен рябиной, черемухой, бересклетом и лещиной, отмечается значительный подрост липы; проективное покрытие травостоя 50%, растительная ассоциация будро-щитовниковая. Тип леса: сосняк будро-щитовниковый
2 — средняя часть прямого короткого слабопокатого склона СВ экспозиции	Лиственное сложное по форме насаждение с преобладанием кленово-липовых древостоев в I ярусе, клена, липы и вяза во II ярусе; подлесок представлен черемухой, рябиной, жимолостью и лещиной, отмечается значительный подрост клена, вяза и липы; проективное покрытие травостоя 45-50%, растительная ассоциация осоко-щитовниковая. Тип леса: липняк сложный осоково-щитовниковый
3 — водораздельная часть мореного холма	Лиственное сложное по форме насаждение с преобладанием в I ярусе дубово-липовых древостоев, во II ярусе — клена и липы; подлесок представлен рябиной и каштаном, отмечается обильный подрост клена и липы; проективное покрытие травостоя 50-55%; растительная ассоциация будро-копытенева. Тип леса: липо-дубняк сложный будро-копытеневый
4 — средняя часть пологого слабовогнутого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции	Смешанное сложное по форме насаждение с преобладанием в I ярусе сосны и березы, во II — липы и вяза; подлесок представлен черемухой, рябиной, свидиной и лещиной, отмечается значительный подрост липы и березы; проективное покрытие травостоя 40%; растительная ассоциация разнотравно-осоковая. Тип леса: сосняк разнотравно-осоковый
5 — подошва пологого слабовогнутого склона повышенной длины ЮЗ экспозиции	Смешанное сложное по форме насаждение с преобладанием в I ярусе сосны, во II ярусе — вяза и клена; подлесок представлен черемухой, рябиной, свидиной и лещиной, отмечается незначительный подрост липы; проективное покрытие травостоя 30%, растительная ассоциация щитовниково-осоковая. Тип леса: сосняк щитовниково-осоковый

горизонта и элювиальной части профиля.

С условиями увлажнения и характером дерново-подзолистого субпрофиля хорошо согласуется состав и структура лесного фитоценоза (см. табл. 3). Участки 3 и 2 с наиболее полно выраженными гумусово-аккумулятивными горизонтами характеризуются преобладанием широколиственных древостоев (дуб, липа, клен), проективным покрытием преимущественно неморального травостоя 45-55% и наличием обильного широколиственного подраста. На пологом слабовогнутом ЮЗ склоне с болотно-подзолистыми почвами преобладают

частично угнетенные сосняки с широким распространением, мертвопокровных и осоковых парцелл, пониженным проективным покрытием неморально-бореального травостоя (30-40%), пониженным и редким участием в подрасте широколиственных пород. 1-й участок на подошве слабопокатого СВ склона имеет промежуточные характеристики фитоценоза.

Анализ динамических параметров. Проанализированная группа динамических параметров базового ПЭМ включает содержание гумуса и основные показатели физико-химического состояния почв (табл. 4). Содержание гумуса в горизонте А1 максимальное (3,27%) в

Таблица 4

Физико-химические показатели дерново-подзолистых почв ЛОД

№ участка, растительность	Горизонт	Нижняя граница, см	Основные диагностические параметры						
			гумус, %	pH _{вод.}	pH _{сол.}	Нг	S	ЕКО	V, %
1. Сосняк будро-щитовниковый	A1	6	2,00±0,08	4,99±0,05	3,85±0,03	13,53	7,61	21,14	36,0
	A1A2	15	1,26±0,06	4,97±0,09	3,85±0,12	11,21	4,85	16,07	30,4
	A2	42	0,25±0,03	4,93±0,03	3,87±0,07	4,34	3,57	7,85	45,6
	A2B	55	0,21±0,04	4,87±0,04	3,76±0,13	4,04	4,52	8,54	52,9
	B	80	0,19±0,02	4,81±0,22	3,65±0,10	3,81	5,64	9,43	59,6
2. Липняк осоково-щитовниковый	A1	4	2,18±0,04	4,91±0,11	3,63±0,03	14,14	5,86	19,87	29,5
	A1A2	15	1,37±0,05	4,81±0,07	3,57±0,12	11,39	5,43	16,81	32,1
	A2	41	0,27±0,03	4,79±0,08	3,58±0,10	6,72	3,51	10,23	34,3
	A2B	50	0,23±0,03	4,77±0,06	3,6±0,12	8,41	4,23	12,57	33,3
	B	86	0,12±0,03	4,73±0,16	3,36±0,01	6,95	6,78	14,44	47,2
3. Липо-дубняк будро-копы-теневый	A1	4	3,27±0,02	5,06±0,06	3,49±0,06	15,33	3,21	18,52	17,3
	A1A2	10	1,40±0,02	4,85±0,05	3,49±0,04	11,87	3,74	15,59	23,7
	A2	51	0,31±0,03	4,76±0,18	3,93±0,13	7,91	2,45	10,43	24,0
	A2B	62	0,25±0,02	4,4±0,21	3,9±0,25	6,58	3,62	10,21	35,3
	B	90	0,15±0,03	4,38±0,13	3,78±0,14	4,23	4,12	8,32	49,4
4. Сосняк разнотравно-осоковый	A1	6	1,96±0,02	4,78±0,01	3,55±0,09	15,19	5,31	20,45	25,9
	A1A2	28	1,20±0,03	4,72±0,02	3,58±0,06	12,52	3,66	16,24	22,8
	A2	50	0,28±0,04	4,67±0,12	3,6±0,21	8,63	3,15	11,68	26,5
	A2B	58	0,29±0,03	4,51±0,16	3,63±0,13	8,65	2,08	10,79	19,4
	B	92	0,12±0,02	4,44±0,11	3,47±0,10	5,28	6,52	11,82	55,1
5. Сосняк щитовниково-осоковый	A1	4	1,85±0,08	4,85±0,04	3,54±0,0	14,04	7,89	21,88	36,1
	A1A2	10	1,10±0,01	4,76±0,11	3,58±0,05	10,86	6,48	17,43	37,4
	A2	36	0,25±0,02	4,74±0,12	3,85±0,13	6,61	4,33	10,86	39,4
	A2B	47	0,18±0,01	4,5±0,16	3,57±0,07	5,25	3,17	8,52	37,6
	B	80	0,16±0,02	4,37±0,13	3,48±0,06	3,82	4,36	8,21	53,7

среднедерновой глубокоподзолистой почве под неморальным дубо-липняком на вершине моренного холма (ключ -3) и минимальное (1,85%) — в слабодерновой глубокоподзолистой почве под сосняком щитовниково-осоковым на подошве пологого слабовогнутого склона (ключ 5), что хорошо согласуется с морфологической характеристикой почв и составом фитоценоза (см. табл. 3).

Аналогичный ряд ключевых участков отмечается по снижению содержания гумуса в переходных аккумулятивно-элювиальных горизонтах: липо-дубняк будро-копытеневый (уч. 3) → липняк осоково-щитовниковый (уч. 2) → сосняк будро-щитовниковый (уч. 1) → сосняк разнотравно-осоковый (уч. 4) → сосняк щитовниково-осоковый (уч. 5, см. табл. 4). Вниз по профилю содержа-

ние гумуса резко падает: до 0,25-0,31% в горизонте A2, но и здесь максимум гумуса характерен для ключевого участка на вершине холма.

Рассматриваемые почвы характеризуются повышенными значениями актуальной, обменной, гидролитической кислотности (pH_{вод.}, pH_{сол.} и Нг) и пониженными — суммы обменных оснований, емкости катионного обмена и степени насыщенности ППК (S, ЕКО и V, см. табл. 4). Максимальные значения pH_{вод.} отмечаются в гумусово-аккумулятивных и аккумулятивно-элювиальных горизонтах, минимальные — в иллювиальных горизонтах В. Профильная дифференциация pH_{вод.} сильнее проявляется с выраженной морфологической дифференциацией (максимум — в почве на вершине холма).

Профильные распределения обменной кислотности имеют более сложный характер: минимальной кислотностью характеризуются наиболее отмытые подзолистые горизонты, максимум приходится на иллювиальные или поверхностные горизонты. Минимальные значения $pH_{\text{кол}}$ отмечаются в почвах средней части склона (3,36 — на более дренированном СВ и 3,47 — на ЮЗ).

Профильное распределение гидролитической кислотности имеет ярко выраженный аккумулятивный характер. В пределах трансекты она последовательно снижается при движении от вершины моренного холма вниз по склону. Сумма поглощенных оснований имеет обратный характер распределения по трансекте: с минимумом на вершине холма и максимумами — на его подошве, что хорошо согласуется с геохимическими зонами ландшафта.

Важно отметить хорошую согласованность минимальных значений степени насыщенности ППК гумусово-аккумулятивных и аккумулятивно-элювиальных горизонтов с мощностью и глубиной развития подзолистых горизонтов — в едином ряду почв с последовательным нарастанием признаков ЭПП подзолообразования: слабодерновая глубокоподзолистая поверхностно-оглеенная легкосуглинистая (уч. 5) → → среднедерновая глубокоподзолистая поверхностно-слабоглееватая легкосуглинистая (уч. 1) среднедерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая (уч. 2) слабодерновая глубокоподзолистая поверхностно-оглеенная легкосуглинистая (уч. 4) → среднедерновая глубокоподзолистая легкосуглинистая (уч. 3).

Анализ параметров, характеризующих почвенные режимы. Изменения почвенных режимов исследовали путем ежемесячных наблюдений в вегетационном сезоне 2006 г. (24.IV; 23.V; 27.VI; 25.VII; 28.VIII; 10.X — рис. 6). Каждая режимная характеристика определялась в наиболее стабильное время суток (с 11.00 до 14.00). Общая схе-

ма полевых режимных наблюдений включала определение температуры, влажности, плотности сложения и биологической активности почвы («дыхание», целлюлозолитическая активность).

Проведенные наблюдения за температурным режимом почв ключевых участков выявили преобладание невысоких температур (рис. 7). Их максимум приходится на июнь - июль, когда температура гумусово-аккумулятивных горизонтов поднимается выше 17°C, в элювиальном — выше 15°C. В нижележащих горизонтах наблюдается смещение максимума к более позднему периоду — концу августа. При этом в летние месяцы максимальное значение температур отмечается на поверхности почвы, с глубиной температура снижается. В октябре наблюдается обратная зависимость: температура повышается с глубиной, что соответствует зимнему профилю распределения температуры.

Наиболее теплым оказался склон СВ экспозиции (ключевые участки 1 и 2, см. рис. 6). Здесь в июне горизонт А1 прогревается до 19°C, что на 1,5°C выше, чем на склоне ЮЗ экспозиции. По-видимому, это объясняется существенной разницей в сомкнутости крон (до 30%), мощности подстилки (в 2-3 раза), влажности почв (см. рис. 7) и определяемой ею теплоемкости.

В течение всего сезона наблюдений 2006 г. почва ключевых участков находилась во влажном и увлажненном состоянии (см. рис. 7). Максимум влажности приходится на апрель, когда в результате снеготаяния наблюдается сквозное промачивание почвы. К июню влажность во всей толще почвы снижается, как правило, на 5-20% (от массы почвы), достигая минимального значения за период наблюдений. К концу лета влажность почвы постепенно повышается. Более влажными на протяжении всего периода наблюдений являются почвы сосняков на пологом слабовогнутом склоне ЮЗ экспозиции.

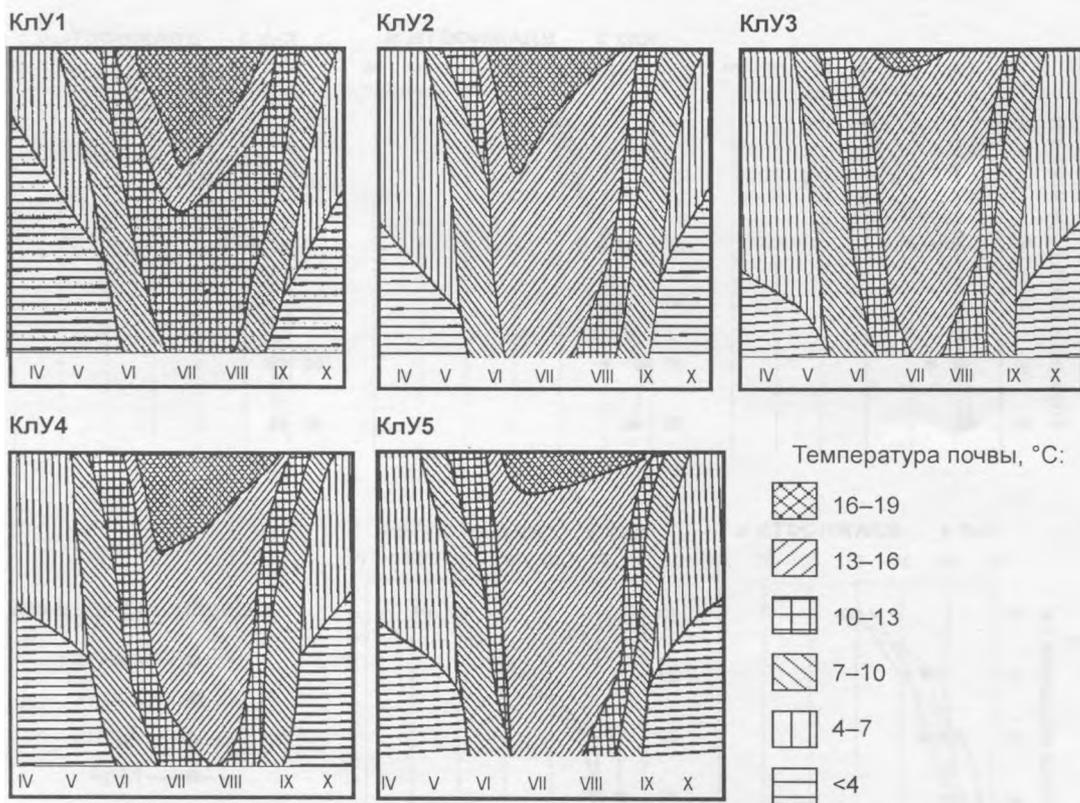


Рис. 6. Динамика температуры почвы ключевых участков ЛОД в 2006 г.

Условные обозначения: КЛУ1 — ключевой участок №1 (подошва склона мореного холма СВ экспозиции); КЛУ2 — ключевой участок № 2 (средняя часть склона мореного холма СВ экспозиции); КЛУ3 — ключевой участок № 3 (водораздельная часть мореного холма); КЛУ4 — ключевой участок № 4 (средняя часть склона мореного холма ЮЗ экспозиции); КЛУ5 — ключевой участок № 5 (подошва склона мореного холма ЮЗ экспозиции)

Оценка плотности сложения почв показывает ее незначительную изменчивость по месяцам наблюдений (рис. 8). С мая по июль отмечается общая тенденция к разуплотнению — в среднем на 10%. В августе наблюдается легкое уплотнение — на 3-4% по сравнению с июлем. Это может быть связано с сезонными изменениями влажности почв корневых систем растений. Погоризонтное определение плотности сложения почв ключевых участков показало увеличение плотности с глубиной в 1,5-2 раза.

Профильное распределение плотности сложения хорошо диагностиру-

ет границу и уровень контрастности литологического контакта при подстилке покровных отложений моренным наносом. Максимальная плотность морены (1,6-1,7 г/см³) и уровень контраста на переходе от элювиальной части профиля (А1-А2-А2В) к иллювиальному горизонту В (0,3-0,4 г/см³ на 10-15 см профиля) отмечаются в почвах пологого слабовогнутого ЮЗ склона.

Почвы ключевых участков характеризуются сравнительно высокой биологической активностью (рис. 9 и табл. 5). Максимумы выделения СО₂ приходятся на июнь - июль. В апреле и октябре отмечается резкое сниже-

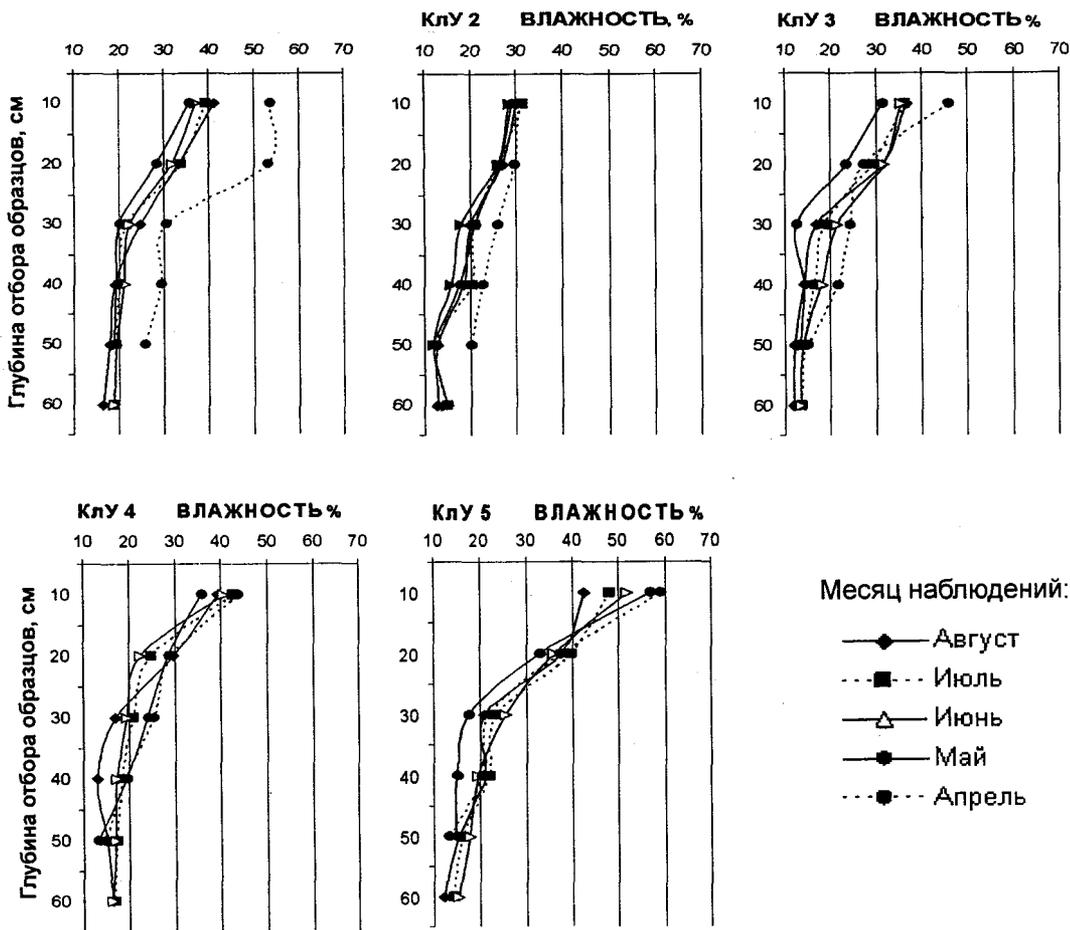


Рис. 7. Динамика влажности почвы ключевых участков ЛОД в 2006 г.

ние интенсивности «дыхания» почвы. Выявленная сезонная динамика выделения CO_2 во многом определяется изменениями температуры (см. рис. 6). Другим важным фактором пространственно-временной изменчивости биологической активности почвы является содержание влаги (см. рис. 7). Неслучайно, максимальная интенсивность выделения CO_2 (29,8 кг/га ч) наблюдается на ключевом участке № 5 в конце июня, при достижении оптимальных значений температуры и сохранении оптимального увлажнения (см. рис. 9).

В целом за летние месяцы наиболее активное «дыхание» почвы отмечает-

ся в сосняках будро-щитовниковом, щитовниково-осоковом и липняке осоково-щитовниковом (17,4-18,9 кг/га/ч), которые характеризуются наиболее благоприятным сочетанием теплового и водного режимов. Важно отметить, что интенсивность выделения CO_2 имеет высокий коэффициент обратной корреляции ($-0,81$) с содержанием гумуса в гумусово-аккумулятивных и аккумулятивно-элювиальных горизонтах.

С интенсивностью «дыхания» почв хорошо коррелирует целлюлозолитическая активность (ЦЛА). В мае коэффициент корреляции между ними составляет 0,89. Наибольшей активнос-

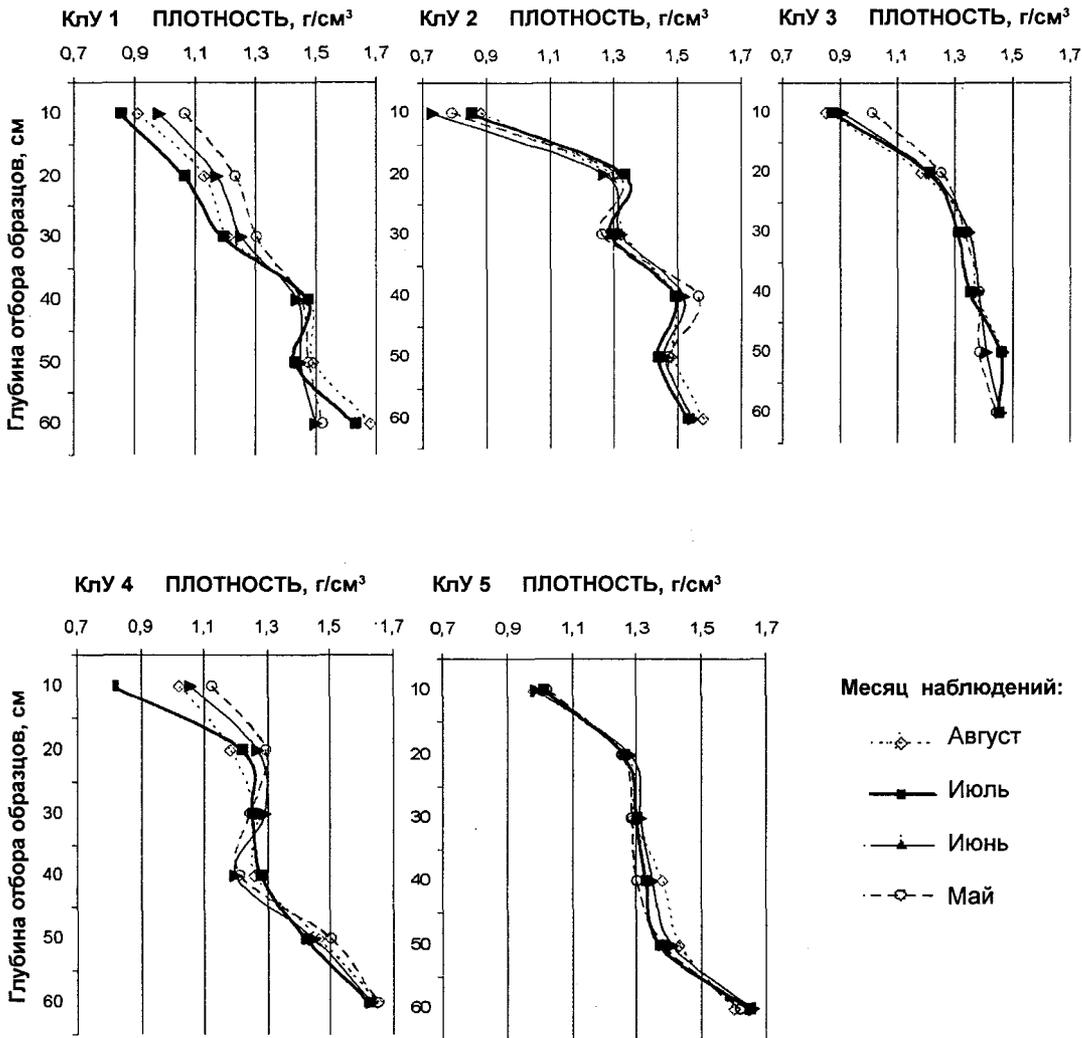


Рис. 8. Динамика плотности сложения почвы ключевых участков ЛОД в 2006 г.

тью обладают гумусово-аккумулятивные и аккумулятивно-элювиальные горизонты. Наибольшие показатели ЦЛА выявлены в сосняках разнотравно-осоковом и щитовниково-осоковом (до 27,8% в горизонте А1). В то же время дерново-подзолистые почвы неморальных липняка и липо-дубняка (участки 2 и 3) характеризуются наибольшей устойчивостью ЦЛА за период наблюдений (варьирование около 25%).

Проведенные исследования показали наличие тесных зависимостей и логически объяснимых взаимосвязей между предложенными параметрами мониторинга разной периодичности наблюдений. Это позволяет осуществлять обоснованную экстраполяцию результатов режимных наблюдений на аналогичные исследуемые элементы ландшафта, детализировать процессную интерпретацию наблюдаемых закономерностей пространственной из-

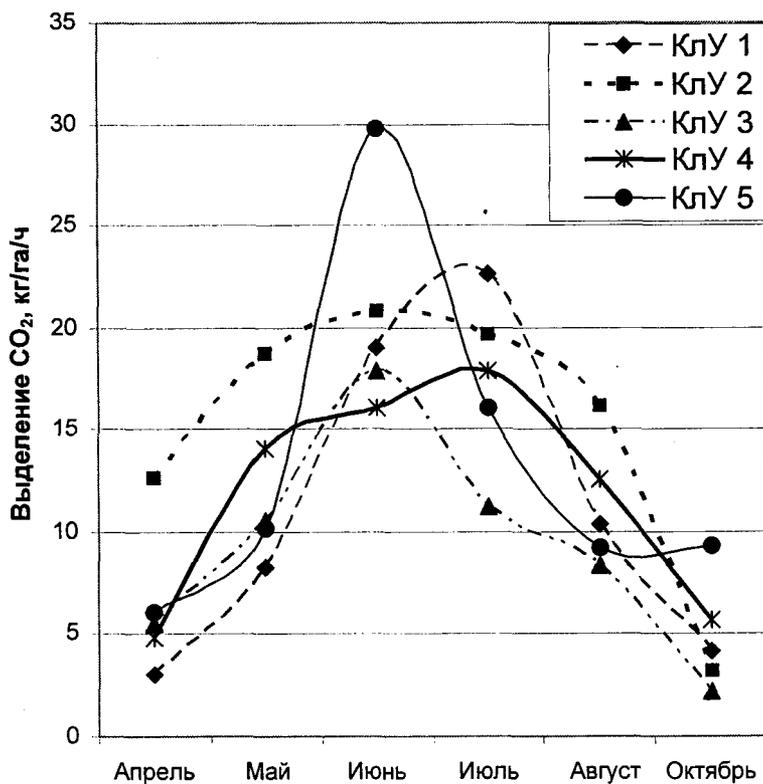


Рис. 9. Динамика выделения CO_2 почвой ключевых участков ЛОД в 2006 г.

Таблица 5

Динамика целлюлозолитической активности почвы

№ ключевого участка, растительность	Глубина, см	Целлюлозолитическая активность, %				
		май	июнь	июль	август	октябрь
1. Сосняк будро-щитовниковый	0–10	6,1	26,6	24,8	22,0	23,0
	10–20	3,1	13,2	10,5	8,6	9,6
	20–30	5,7	11,5	10	9,0	9,5
	30–40	2,9	10,4	7,1	6,2	6,9
2. Липняк осоково-щитовниковый	0–10	14,4	16	15,3	19,3	21,3
	10–20	10,7	15,7	15,2	11,0	12,2
	20–30	9,2	9,4	9	7,7	8,0
	30–40	7,4	7	6,7	6,6	6,9
3. Липо-дубняк будро-копытневый	0–10	11,4	15,6	13,5	10,0	11,8
	10–20	9,2	14,4	10,9	9,8	10,7
	20–30	1,2	5,9	3,9	2,0	2,7
4. Сосняк разнотравно-осоковый	0–10	12,4	22,8	22	19,5	21,6
	10–20	10,8	16	9,8	13,1	13,7
	20–30	7,6	8,5	5,1	5,5	6,0
5. Сосняк щитовнико-во-осоковый	0–10	9,3	27,8	10,9	21,7	23,0
	10–20	9,1	19,6	13,1	13,7	14,0
	20–30	2,9	14,3	12,8	10,6	10,9
	30–40	2	12,9	8,5	9,0	10,0

менчивости почвенного покрова и прогнозировать изменения экосистем.

Выводы

1. Апробированная в данной работе структурно-функциональная схема почвенно-экологического мониторинга особо охраняемой природной территории на примере Лесной опытной дачи РГАУ - МСХА предусматривает геоинформационно обоснованный выбор представительных ключевых участков мониторинговых наблюдений и систематизацию исследуемых параметров по степени их изменчивости и периодичности наблюдений разделить на 4 группы: базовые, относительно стабильные, динамичные и режимные характеристики.

2. Проведенный анализ показал высокую информативность ключевых участков, расположенных по трансекте на неконтрастных элементах рельефа. В условиях переходного (между природными зонами тайги и широколиственных лесов) типа ландшафта даже не очень значительные изменения крутизны склона (на $1\sim 2^\circ$), его формы (с почти ровного до слабоогнутого) и длины (с 200 до 400-500 м) приводят к качественным изменениям типа леса (от неморальных липняков до неморально-бореальных сосняков), доминирующих дерново-подзолистых почв (на уровне подтипа — типа в пределах подзолистых и болотно-подзолистых почв) и режимов их функционирования.

3. Установлена обратная корреляция степени насыщенности ППК гумусово-аккумулятивных и аккумулятивно-элювиальных горизонтов исследуемых дерново-подзолистых почв с мощностью и глубиной развития их подзолистых горизонтов, как правило, расположенных в пределах поверхностного наноса покровных отложений легкого гранулометрического состава. Сверхглубокие подзолистые горизонты (глубиной около 50 см) на 7-9 см заходят в подстилающий покровные отложения моренный нанос, формируя в его верхней части Элювиально-иллювиальный субпрофиль (IIA₂^{'''}_{(g)50}—A₂B_{(g)58}—B_{1(t) g92}). В ряду почв с последовательным нарастанием при-

знаков элювиирования отмечается сопряженное развитие глинистых кутан и иллювиирования.

4. Проведенные в течение одного сезона ежемесячные режимные наблюдения выявили наличие существенных различий по сезонному изменению температуры, влажности и биологической активности («дыхания», ЦЛА) почв выбранных участков исследования. При малой крутизне уклонов (до 3°) и принципиальной близости литологических условий форма, крутизна и длина склона оказывают более существенное влияние на почвенный микроклимат, чем его экспозиция. Различия в условиях увлажнения и биологической активности почв могут достигать 30-40% от их максимальных величин. При этом отмечается высокий коэффициент обратной корреляции (-0,81) интенсивности выделения почвой CO₂ и содержания гумуса в верхних горизонтах почвы.

5. Наличие тесных зависимостей и логически объяснимых взаимосвязей между стабильными, динамичными и режимными параметрами мониторинга позволяет проводить обоснованную экстраполяцию результатов «точечных» режимных наблюдений на аналогичные элементы ландшафта, детализировать процессную интерпретацию пространственной изменчивости почвенного покрова и прогнозировать изменения почв и экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкология. Учебник / Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. М.: Колос, 2000. — 2. *Арбузов И.* Почвы Лесной опытной дачи ТСХА. М., 1936. — 3. *Гречин И.П.* Почвы Лесной опытной дачи ТСХА // Изв. ТСХА, 1957. Вып. 1(11). С. 118-127. — 4. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. — 5. *Мосина Л.В.* Антропогенное изменение лесных экосистем в условиях мегаполиса Москва. Автореф. докт. дисс. М., 2003. — 6. *Наумов В.Д., Гречин П.И., Поляков А.Н.* Почвенно-геоморфологическая характеристика территории Лесной опытной дачи МСХА // Изв. ТСХА,

2001. Вып. 1. С. 83-101. — 7. *Наумов В.Д., Евтушенко А.Д.* Почвенно-экологическая и таксационная оценка смешанных насаждений различного состава ЛОД МСХА // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: материалы международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2005. С. 274—275. — 8. *Наумов В.Д., Поляков А.Н., Гречин П.И., Наумова Л.М.* Морфогенетическая оценка почвы Лесной опытной дачи МСХА им. К.А. Тимирязева // Изв. ТСХА, 2001. Вып. 2. С. 105-123. — 9. *Наумов В.Д., Сорокина Н.П., Градусов В.М.* Структура почвенного покрова Лесной опытной дачи ТСХА // Пространственно-временная организации почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты: международная научная конференция. Санкт-Петербург, 2007. — 10. *Савич В.И., Романчик Е.А., Ортега В., Аларкон А.В., Родригес Ф.Н.* Почвы мегаполисов и их создание // Изв. ТСХА, 2003. Вып. 3. С. 3~28. — 11. *Соловьев С.* Состав почв Лесной опытной дачи, 1889. Вып. 11. — 12. *Тимофеев В.П.* Природа и насаждения Лесной опытной дачи ТСХА за 100 лет. М.: Изд-во лесная промышленность, 1965.

SUMMARY

Complex scheme of both organization and methodical information basis for soil-ecological monitoring of particularly protected territories — forest experimental country house of Moscow Agrarian State University named after Kliment Arkadievich Timiryazev has been drawn up in the article Results of its approbation are given based on materials of five key-territories.