

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 630*58/64

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНДИКАТОРОВ
ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ*

© 2012 г. Н. Н. Левицкая, Т. В. Черненкова

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

E-mail: chernenkova50@mail.ru

Поступила в редакцию 30.01.2012 г.

Предложен способ поликритериальной оценки действия индикаторов управления лесами в условиях близости крупнейшего мегаполиса – г. Москвы. Обсуждается набор индикаторов, характеризующих состояние лесного покрова, повреждающие факторы, а также мероприятия по сохранению необходимого уровня биоразнообразия. В результате по данным официальных и независимых источников (спектрозональные снимки) была осуществлена оценка состояния лесного покрова Московской обл. (лесистость, фрагментарность, доля хвойных и лиственных лесов и др.), а также проведен расчет зависимости показателей состояния лесов от разного вида нагрузок для муниципальных районов области. Сделан анализ эффективности существующей сети особо охраняемых природных территорий в отношении сохранности биоразнообразия лесов области.

Индикаторы управления лесами, методы дистанционного зондирования, леса Московской обл.

Лесные экосистемы Московской обл. обладают высокой социальной и экологической значимостью, но, как и любые лесные массивы вблизи крупнейших мегаполисов, испытывают сильные антропогенные нагрузки. Большие площади лесов резервируются под строительство дорог, инженерных коммуникаций и сооружений [27]. Для юго-западного сектора области актуален вопрос расширения границ города, влекущего еще большее увеличение нагрузки на лесные экосистемы.

В этой связи проблема гармоничного сочетания антропогенной деятельности с окружающей средой, поставленная на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992), для Московской обл. стоит крайне остро. В последнее время ресурсная парадигма сменилась “переходом к устойчивому развитию” (Йоханнесбург, 2002 г.), при этом проблема управления лесами и сохранения биоразнообразия лесных экосистем в практике реализации принципов устойчивого развития занимает одну из центральных позиций. Устойчивое лесопользование означает управление лесами так, чтобы обеспечивались их биологиче-

ское разнообразие, продуктивность, способность к возобновлению, жизнеспособность, а также способность выполнять соответствующие экологические, экономические и социальные функции [7]. Разработка критериев и индикаторов устойчивого управления лесами в последние десятилетия получила широкое развитие [4, 10, 14, 31, 35–38, 40–43]. В документе “Об утверждении критериев и индикаторов устойчивого управления лесами Российской Федерации” [23] *критерии* определяются как стратегические направления практической деятельности для осуществления принятых принципов, *индикаторы* – как количественные и описательные характеристики критериев устойчивого управления лесами. Совокупность индикаторов позволяет оценить направление изменений в управлении лесами, соответствующих конкретному критерию.

Наша страна входит в число стран-участниц Монреальского процесса. Обобщение информации по сформулированным критериям и индикаторам в рамках данной программы дает возможность отразить динамику разнообразных характеристик лесного покрова страны, однако не может претендовать на эффективный инструмент управления в связи с отсутствием причинно-следственных взаимосвязей между индикаторами, позволяющими в

* Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН по разработке методологии мониторинга биоразнообразия лесов и гранта РФФИ (11-04-01093).

режиме обратной связи регулировать допустимые нагрузки на лесные экосистемы.

Получение интегральных показателей экологической ценности лесов, а также изучение факторов воздействия и мер по сохранению необходимого уровня биоразнообразия лесов может рассматриваться как выражение обобщенной информации, необходимой при оценке действующих тенденций в конкретном регионе и принятии соответствующих решений. Несмотря на то, что некоторый опыт применения различных интегральных показателей при оценке биоразнообразия растительного покрова нашел отражение в ряде отечественных и зарубежных публикаций [8, 26, 32, 35], на региональном уровне, в частности для территории Московской обл., подобных работ не проводилось.

Цель работы заключается в обосновании системы поликритериальной оценки устойчивого управления лесами с использованием индикаторов природного и антропогенного воздействия на лесной покров, состояния лесов и мероприятий, направленных на сохранение их биоразнообразия, а также демонстрации количественной оценки наиболее значимых индикаторов на примере территории Московской обл.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Московская обл. является одним из наиболее густонаселенных и экономически развитых субъектов РФ. Леса на ее территории испытывают сильные антропогенные нагрузки: за последнее десятилетие на фоне достаточно стабильного (а иногда и снижающегося) загрязнения воздуха, воды, почвы [15–22] основным фактором воздействия на природные ландшафты территории стала резко возросшая и, как правило, экологически необоснованная градостроительная деятельность, наносящая вред природным экосистемам. При этом процесс организации особо охраняемых природных территорий (ООПТ) замедлился (с 1996 по 2007 г. в Московской обл. не было создано ни одной новой ООПТ регионального значения), а изменения в законодательстве привели к значительным ослаблениям экологических ограничений [1, 2, 11]. Совет Федерации 27.12.2011 г. одобрил соглашение об изменении границ между Москвой и Московской обл. Согласно документу, в состав столицы будет включено 148 тыс. 864 га новых территорий, а именно городской округ Щербинка, городской округ Троицк, части Ленинского, Подольского, Одинцовского и Наро-Фоминского муниципальных районов.

Для оценки эффективности действующей системы управления лесами исследуемого региона мы использовали совокупность критериев и индикаторов (показателей), основанных на прагматической модели “pressure-state-response” (PSR), предложенной Организацией по экономической кооперации и развитию [37]. Согласно данному подходу, индикаторы подразделяются на 3 категории: индикаторы “воздействия” характеризуют антропогенное и природное воздействие на природные экосистемы, индикаторы “состояния” направлены на оценку изменений характеристик изучаемого объекта, а индикаторы “реагирования” – это параметры, характеризующие политику государственного управления, направленную на достижение необходимого (достаточного) уровня биоразнообразия [31, 34, 39, 45].

В табл. 1 отображен перечень наиболее значимых индикаторов биоразнообразия лесов, а также показателей тех процессов, которые его формируют или поддерживают. При формулировке этого списка индикаторов мы исходили из следующих требований: 1) согласованность с перечнем основных общепринятых в отечественной и международной практике критериев и индикаторов; 2) возможность получения данных официальной статистики; 3) возможность получения данных и их обработки с помощью независимых источников (данные полевых исследований и дистанционная информация); 4) возможность получения количественных оценок и расчета комплексных показателей экологической ценности территории.

В качестве источников информации служили официальные статистические данные 2000–2010 гг. Мослесхоза, Росстата, Управления Роснедвижимости по Московской обл., ежегодные доклады о состоянии окружающей среды, выполненные Министерством экологии и природопользования Правительства Московской обл. 2000–2010 гг. [15–22], данные Гринпис и Центра охраны дикой природы [28], а также данные, полученные на основе средств многозональной аэрокосмической съемки, использования ГИС-технологий и математического аппарата. Проводится сопоставление доступных статистических данных на 01.01.2009 г. и данных дистанционного зондирования (ДДЗ) 2008 г. с использованием снимков разного пространственного разрешения. Сложности сбора статистических данных в силу ведомственной разобщенности информационных источников и разных территориальных единиц отчетности (муниципальные районы, городские округа, лесничества), не совпадающих по своим границам, а также переход части лесных земель одного ведомственного подчинения в другое опре-

Таблица 1. Критерии и индикаторы управления лесами Московской обл. (по [31] с изменениями)

Критерии	Индикаторы
Воздействие – характеристика природных и антропогенных факторов, оказывающих воздействие на леса	вырубки и стихийные природные воздействия: – площадь вырубок; – площадь погибших древостоев в результате пожаров, воздействия насекомых, болезней леса, неблагоприятных погодных условий
	градостроительная ситуация: – площадь застроенных территорий; – общее воздействие на леса (отношение численности населения к площади лесов); – площадь лесов, переданных в аренду в рекреационных целях; – площадь сельскохозяйственных земель
	загрязнение окружающей среды
Состояние – оценка биоразнообразия	лесистость
	фрагментация
	видовой состав (число краснокнижных видов, плотность краснокнижных видов)
Ответ – действия, направленный на поддержание биоразнообразия	площадь ООПТ
	лесовосстановление

делили дополнительные трудности обобщения и анализа материалов официальной статистики.

Использовались как визуальные, так и автоматизированные способы обработки снимков (геометрические преобразования, яркостные преобразования и классификация). Область применения методов построения картографических моделей, основанных на использовании данных спектральной космической съемки и количественных методах ее обработки, описаны в предыдущих публикациях [5, 7, 29, 32]. Для оценки значений ряда показателей (лесистость, площадь сельскохозяйственных земель, интенсивность лесовосстановления) использовались комбинированные разновременные снимки высокого и среднего пространственного разрешения. Московскую обл. покрывают два снимка MOD09Q1 с пространственным разрешением 231.7 м: h19v03 и h20v03. Снимки представлены в каталогах в синусоидальной проекции, которая не поддерживается стандартными ГИС-программами. Таким образом, отдельной задачей стали перевод снимков MOD09Q1 в проекцию UTM и создание мозаики. Использовались три мозаики снимков разных сезонов (зимняя – 10 февраля 2008 г., начало вегетации – 15 мая 2008 г., летняя – 5 августа 2008 г.) и четыре снимка Landsat 5 TM с пространственным разрешением 30 м (май 2008 г.), не имеющих облачности над территорией исследования в момент съемки. Яркостные преобразования снимков MOD09Q1 включали в себя синтезирование и ма-

тематические операции с матрицами значений яркости (определение индекса биологической продуктивности NDVI).

Для определения лесистости на основе съемки Landsat 5 TM была создана обучающая выборка для MOD09Q1 путем совмещения снимков разного разрешения. В итоге лесистость для каждого пикселя MOD09Q1 была оценена в процентах (от 0 до 100) по 60 пикселям Landsat 5 TM, при этом каждому пикселю MOD09Q1 были присвоены коэффициенты спектральной яркости и рассчитаны индексы NDVI в разное время года (зима, весна, лето). Зависимость показателя лесистости от количества отраженной солнечной радиации в красном и ближнем ИК каналах съемки и NDVI в различное время года получена на основе регрессионной модели. Погрешность оценки по результатам регрессионного анализа составила 20.4%.

Площадь лесовосстановления была определена с помощью сопоставления разновременных данных за 2000 и 2008 гг. путем вычитания преобразованных изображений MOD09Q1. В расчет принимались пиксели, на которых произошло существенное изменение лесистости (не менее 40%). Пороговое значение изменения лесистости было определено визуально при наложении “маска” на разновременные снимки Landsat 5 TM.

Для определения площади сельскохозяйственных земель также использовались комбинированные спутниковые данные среднего и высокого разрешения и количественные методы их обра-

ботки. В работе была проведена классификация с обучением по выделенным 5 классам (хвойные породы, лиственные породы, застройка, водная поверхность, сельскохозяйственные земли). Вычисление параметров, т.е. “спектрального образа” каждого из классов, проводилось с помощью дискриминантного анализа, с использованием метода максимального правдоподобия. Оценка точности дешифрирования сельскохозяйственных земель – 70.6%.

Мы не можем согласиться с определением фрагментации [14], трактуемой как средняя лесистость или степень облесенности территории (определяется процентным отношением площади земель, покрытых лесной растительностью, к общей площади конкретной территории), поскольку содержание его, по сути, приравнивается к показателю лесистости. В этой связи при оценке фрагментации мы использовали показатель, более адекватно отражающий степень нарушения непрерывности лесного покрова и вычисляемый как средний размер лесного массива. Для оценки данного показателя участки лесной растительности векторизировались по растровому изображению лесопокрытой площади.

Оценка значений индикаторов сделана в рамках муниципальных образований, при этом оцениваемые величины параметров пересчитаны на единицу площади или представлены в относительных единицах. Формально все переменные получили равный вес, поскольку отсутствуют общепризнанные приоритеты в ранжировании ценности того или иного параметра. Простановка баллов осуществлялась с помощью метода “естественные группы” с использованием прикладного пакета по созданию тематических карт программы MapInfo.

Для интегральной поликритериальной оценки устойчивого управления лесами в границах муниципальных районов Московской обл. сделана комплексная оценка совокупностей индикаторов по каждой группе критериев (“нагрузка”, “состояние”, “реагирование”). Интегральные показатели получены путем простого суммирования индивидуальных показателей. С использованием метода балльных оценок получены 5 классов уровней “нагрузок”, “состояния” и “реагирования”, расположенные в порядке возрастания суммы баллов: 1 – очень низкая; 2 – низкая; 3 – средняя; 4 – высокая и 5 – очень высокая. В результате покомпонентной оценки значения индикаторов представлены в табличной форме и в виде оценочных экологических картосхем.

При обработке данных применялись методы многомерной статистики, реализованные в пакетах программы STATISTICA (корреляционный, регрессионный и дискриминантный анализ). Средствами геоинформационного анализа и визуализации результатов являлись стандартные программные продукты MapInfo, SAGA GIS, MRT (Modis Reprojection Tool).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Состояние лесного покрова Московской обл. было проанализировано посредством универсальных показателей, оценка которых была осуществлена по данным официальных и независимых источников (космоснимки). В соответствии с принятым методологическим подходом, отражающим в той или иной мере причинно-следственную взаимосвязь между воздействиями и изменениями в состоянии лесного покрова, ниже изложены комментарии по основным индикаторам “нагрузки”, “состояния” и “реагирования”. Изменения значений рассматриваемых индикаторов по муниципальным районам Московской обл. отражены в табл. 2.

Индикаторы “воздействия”. Леса Московской обл. периодически подвергаются стихийным природным воздействиям: пожарам, насекомым-вредителям, неблагоприятным погодным условиям, болезням леса [24–25]. Массовая гибель деревьев сделала сплошные санитарные рубки наиболее распространенным видом сплошных рубок в лесах Подмосковья. В этой связи вопрос отнесения фактора “рубки” к группе индикаторов “нагрузки” становится дискуссионным, поскольку санитарные рубки направлены на поддержание устойчивости насаждений. Реально рубке подвергаются преимущественно хвойные насаждения, достигшие возраста технической спелости, а перестойные мелколиственные породы из-за сложностей с реализацией не выбираются, отпадают и захламляют леса, ухудшая их санитарное состояние [33]. В табл. 2 отображено отношение общей площади погибших, сгоревших и вырубленных древостоев в период 1992–2008 гг. [28], к лесопокрытой площади муниципального района. Скорее всего, следует ожидать иную картину распределения площадей лесов, пострадавших от стихийных природных воздействий, по итогам лесных пожаров лета 2010 г. и аномальных погодных условий зимы 2010/2011 г.

Негативное влияние застройки (как гражданской, так и промышленной) обусловлено в первую очередь в прямом отторжении природных земель под хозяйственные нужды, в результате чего

нарушается непрерывность природного пространства, разрушаются местообитания ценопопуляций животных и растений. В табл. 2 представлена динамика площади застройки в муниципальных образованиях Московской обл. в период 1992–2008 гг. [28]. Наиболее активное увеличение площади коттеджной застройки (4–7%) наблюдается вблизи столицы, в муниципальных районах центрального сектора.

Сравнительно новым видом антропогенного воздействия на природные комплексы области является **аренда участков лесного фонда для рекреационных целей**. Арендуемые участки обносятся глухими заборами, препятствующими миграции животных. Кроме того, на арендованных участках допускается строительство. Максимальной привлекательностью пользуются участки ближнего Подмосковья, где доля арендованных лесов составляет более 8% от общей лесопокрываемой площади по муниципальным образованиям (табл. 2).

Отношение численности населения региона к площади лесов косвенно характеризует рекреационные нагрузки на лесные экосистемы и условно названо **общее воздействие на леса**. В последнее десятилетие оно последовательно увеличивалось и в 2009 г. составило в среднем 323 чел. км⁻² [15–22] (табл. 2).

Сельскохозяйственные угодья занимают почти 1.5 млн. га (треть территории области), в том числе заброшенные поля на ранних стадиях застарения. Интенсивность сельскохозяйственного использования территории муниципальных районов Московской обл. можно косвенно оценить по площади сельскохозяйственных земель. Площадь сельскохозяйственных земель, определенная по ДДЗ, максимальна в южном и юго-восточном секторах региона, минимальна – в восточном, северном и юго-западном (табл. 2).

Загрязнение окружающей среды характеризовалось показателем объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу площади. Распределение показателя по муниципальным районам представлено в табл. 2. [20].

Интегральная оценка степени воздействия природных и антропогенных факторов на лесные экосистемы продемонстрировала максимальную их величину в Красногорском, Ленинском и Мытищинском районах (рис. 1). Территория этих районов подвержена активной градостроительной деятельности; здесь за последние 10 лет значительно возросли плотность населения и рекреационная нагрузка на леса. Высокими на-

грузками характеризуются Химкинский, Истринский, Одинцовский, Домодедовский и Раменские районы. В Истринском районе высока доля погибших насаждений, в Раменском значительные площади занимают сельскохозяйственные земли, что дополнительно повышает уязвимость разрозненных и небольших по площади лесных массивов. В Домодедовском районе высокая градостроительная активность сочетается с большими объемами выбросов загрязняющих веществ на единицу площади и значительной площадью сельскохозяйственных угодий. Одинцовский район в последнее десятилетие испытывает высокие рекреационные нагрузки и является самым престижным местом для размещения индивидуальной жилой застройки коттеджного типа. Минимальные нагрузки характерны для периферийных районов: Лотошинского, Шаховского, Талдомского, Шатурского, Серпуховского, Луховицкого, Зарайского и Серебряно-Прудского. Леса этих районов испытывают сравнительно небольшую рекреационную нагрузку, темпы застройки их территории значительно уступают центральным районам области, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу невелики. Основными факторами воздействия в этой группе стали вырубки, пожары, стихийные природные воздействия (Талдомский и Шатурский районы) и сельскохозяйственное использование (Луховицкий, Зарайский и Серебряно-Прудский районы).

Следует добавить, что при расширении границ г. Москвы на территорию части Наро-Фоминского и Подольского районов следует ожидать изменения их статуса по интегральной оценке “воздействия” из категории низкой – в высокую, а Ленинский район займет позицию территории со сверхвысокой нагрузкой.

Индикаторы “состояния”. Показатель **лесистости** используется во всех международных документах по оценке биоразнообразия лесов и определяется отношением покрытой лесом площади к общей площади района, области, края, республики (ГОСТ 17.5.3.01–78). На 01.01.2009 г. площадь покрытых лесом земель Московской обл. оценивалась в 1982.0 тыс. га, или 41.4% [12, 13]. Разное ведомственное подчинение и учет земель разных категорий в различных информационных источниках объясняют варьирование значения показателя лесистости Московской обл. от 34.6 до 42.0% [21–22].

Для преодоления ведомственной разобщенности и получения независимой оценки лесопокрываемой территории Московской обл. использовались комбинированные материалы космической

Таблица 2. Значения индикаторов нагрузки на лесной покров муниципальных районов Московской обл.

Муниципальный район	Объем выбросов от стационарных источников на единицу площади, тыс. т.год ⁻¹	Доля лесных участков, переданных в аренду под культурно-оздоровительные цели, к общей лесопокрытой площади, %	Рекреационная нагрузка на леса, чел.кв. км ⁻¹	Увеличение доли застроенных территорий в период с 1992 по 2008 гг., %	Отношение площади рубок, гарей, погибших древостоев с 1992 по 2008 гг. к общей лесопокрытой площади, %	Доля сельскохозяйственных земель, %
Балашинский	1048	0.002	2460.7	1.9	1.1	28.9
Волоколамский	585	0	134.4	0.3	3.8	58.4
Воскресенский	9546	0	581.1	0.9	1	59.1
Дмитровский	2289	0.296	161.3	1.1	3.2	43.7
Домодедовский	6340	1.528	650.7	1.4	0.2	61.0
Егорьевский	5281	0	109.3	0.4	3.5	37.5
Зарайский	926	0	607.8	0.2	0.1	88.0
Истринский	2269	2.528	236.3	3.9	3.7	40.6
Каширский	26 828	0	1514.8	0.9	0	88.1
Клинский	5504	0	142.2	1	3.4	37.9
Коломенский	470	0.016	144.9	0.7	0.8	64.1
Красногорский	1403	8.275	2020.6	6.9	0.6	39.2
Ленинский	8530	3.856	3948.7	5.3	0.1	51.6
Лотошинский	119	0	58.1	0.1	1.2	56.9
Луховицкий	492	0	233.1	0.2	0.4	69.9
Люберецкий	1905	0	6269.7	3.3	0.3	26.0
Можайский	1348	0.005	95.5	0.4	2.1	50.7
Мытищинский	6150	1.751	1137.6	5.4	0.8	32.7
Наро-Фоминский	1191	0.058	222.9	2.2	2.1	38.1
Ногинский	3055	0.006	594.6	2	2	42.8
Одинцовский	1567	4.673	554.0	4.3	1.5	36.4
Озерский	223	0.014	254.5	0.4	0.5	60.7
Орехово-Зуевский	4161	0	124.6	0.3	3	37.4
Павлово-Посадский	1388	0.006	347.8	0.7	2.8	41.5
Подольский	933	0.220	257.8	1.7	0.8	44.6
Пушкинский	1378	0.053	522.7	1.4	0.8	33.4
Раменский	4878	0.009	563.3	3	1.1	59.8
Рузский	2801	0.009	117.5	0.6	3.1	41.9
Сергиево-Посадский	3598	0.010	264.3	0.6	1.2	40.5
Серебряно-Прудский	287	0	703.6	0.4	0.1	91.7
Серпуховский	1406	0	72.5	0.8	1.3	42.7
Солнечногорский	1472	0.792	270.6	2.6	3.9	39.0
Ступинский	8900	0.005	232.6	2.2	0.9	56.8
Талдомский	990	0.016	65.3	0.4	1.7	37.6
Химкинский	6926	0.670	18679	5	0	35.4
Чеховский	2308	0.002	302.9	2.5	1	45.6
Шатурский	9863	0	52.3	0	4.2	28.3
Шаховской	739	0	77.4	0.3	2.6	57.1
Щелковский	1695	0.014	520.4	1.2	2	34.2

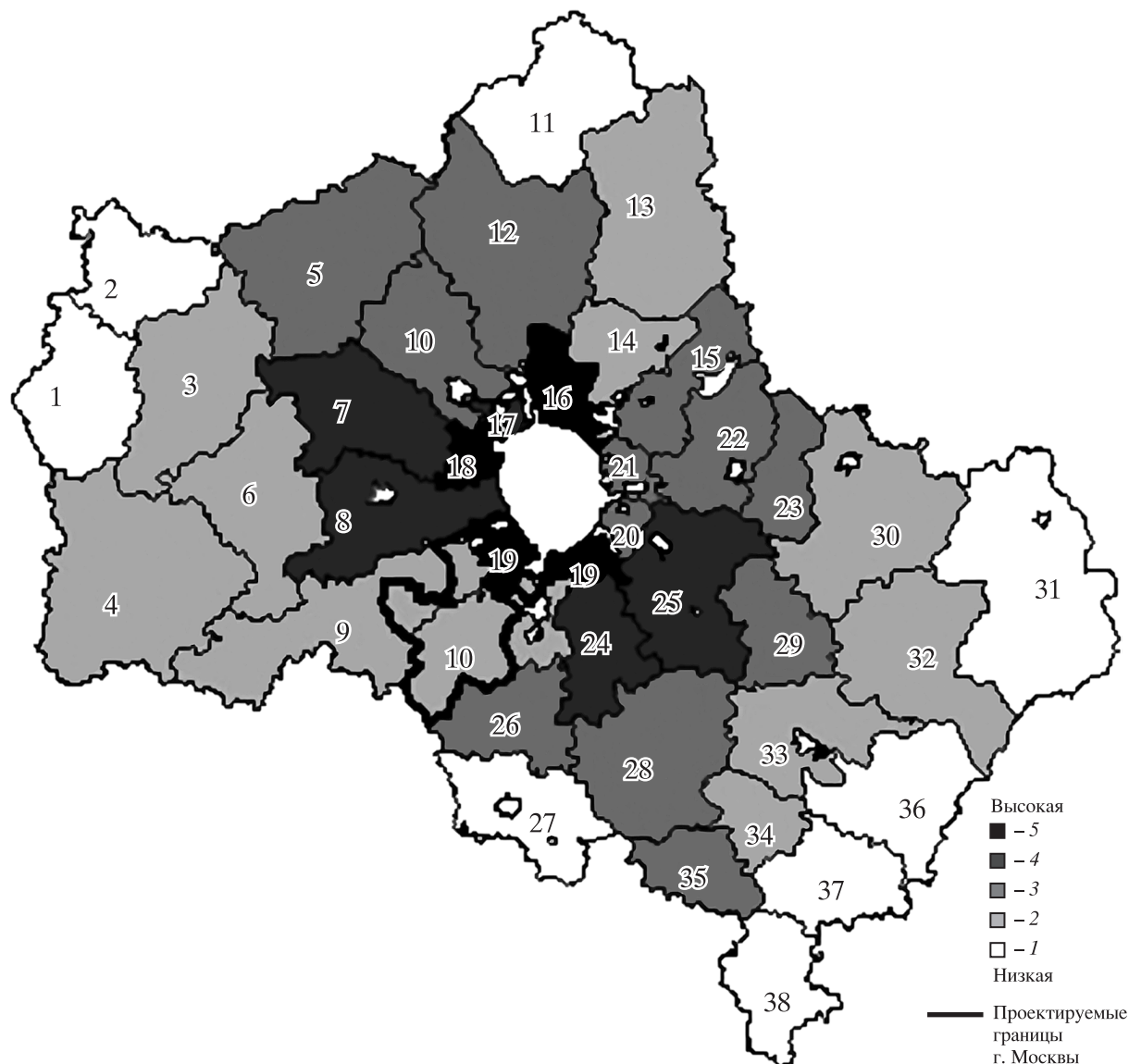


Рис. 1. Комплексная оценка нагрузок на лесные экосистемы муниципальных районов Московской области, баллы
 Муниципальные районы: 1 – Шаховской; 2 – Лотошинский; 3 – Волоколамский, 4 – Можайский, 5 – Клинский, 6 – Рузский, 7 – Истринский, 8 – Одинцовский, 9 – Наро-Фоминский, 10 – Подольский, 11 – Талдомский, 12 – Дмитровский, 13 – Сергиево-Посадский, 14 – Пушкинский, 15 – Щелковский, 16 – Мытищинский, 17 – Химкинский, 18 – Красногорский, 19 – Ленинский, 20 – Люберецкий, 21 – Балашихинский, 22 – Ногинский, 23 – Павлово-Посадский, 24 – Домодедовский, 25 – Раменский, 26 – Чеховский, 27 – Серпуховский, 28 – Ступинский, 29 – Воскресенский, 30 – Орехово-Зуевский, 31 – Шатурский, 32 – Егорьевский, 33 – Коломенский, 34 – Озерский, 35 – Каширский, 36 – Луховицкий, 37 – Зарайский, 38 – Серебряно-Прудский.

съемки среднего и высокого разрешения. Оценка распределения лесов на территории Московской обл., с включением всех категорий земель с лесным покрытием, показала, что лесистость Московской обл. равна **43.5%**. На следующем этапе оценки с помощью оверлейных операций (наложения точек со значениями лесистости для каждого пикселя снимка Modis на снимки Landsat) из общей площади облесенной территории были исключены участки древесно-кустарниковой расти-

тельности, произрастающей на застроенных территориях. В расчет также не вошли небольшие по площади разрозненные лесные массивы площадью $\leq 1-1.5$ га. Показатель лесистости Московской обл. составил в этом случае **37%**. Распределение показателя лесистости в границах муниципальных районов Московской обл. представлено в табл. 3.

Под **фрагментацией** понимается степень нарушения непрерывности лесного покрова как

Таблица 3. Значения индикаторов состояния лесных экосистем и действий, направленных на поддержание их биоразнообразия, в муниципальных районах Московской обл.

Муниципальный район	Индикатор состояния			Индикатор “реагирования”	
	Лесистость, %	Средний размер лесного участка, км ²	Отношение числа красно-книжных лесных видов к площади лесов, число видов · км ⁻²	Отношение площади ООПТ к площади района, %	Площадь лесовосстановления 2000–2009 г, км ²
Балашихинский	39	7.3	0.18	13.25	1.17
Волоколамский	25	4.5	0.06	8.52	20.40
Воскресенский	32	14.5	0.19	3.57	8.27
Дмитровский	42	14.9	0.06	3.35	40.05
Домодедовский	24	2.5	0	0	5.31
Егорьевский	51	23.7	0.07	9.10	27.74
Зарайский	7	2.6	0.23	0.43	0.91
Истринский	38	13.7	0.06	5.91	15.92
Каширский	7	2.5	0.44	0	0.21
Клинский	45	14.9	0.04	16.0	40.38
Коломенский	25	5.6	0.06	1.80	3.45
Красногорский	32	5.2	0.19	1.22	1.59
Ленинский	19	2.4	0.24	0.38	0.91
Лотошинский	31	7.5	0.07	29.92	14.46
Луховицкий	21	5.6	0.26	2.99	2.07
Люберецкий	27	5.7	0.22	0	0.37
Можайский	28	7.8	0.08	4.86	15.99
Мытищинский	36	7.4	0.12	8.68	4.43
Наро-Фоминский	44	14.7	0.06	1.17	15.06
Ногинский	42	14.9	0.03	2.02	9.93
Одинцовский	41	14.2	0.19	2.62	7.03
Озерский	26	3.2	0.27	1.69	1.32
Орехово-Зуевский	51	19.8	0.05	2.25	22.83
Павлово-Посадский	48	19.3	0.02	3.38	6.85
Подольский	28	8.9	0.17	1.58	18.26
Пушкинский	48	18.1	0.04	2.17	7.26
Раменский	27	7.1	0.13	0.23	12.87
Рузский	35	8.9	0.12	5.46	12.02
Сергиево-Посадский	42	19.8	0.054	7.21	33.880
Серебряно-Прудский	4	0.7	1.49	2.84	0.58
Серпуховский	44	9.6	0.43	6.42	7.93
Солнечногорский	42	13.9	0.06	0.95	15.51
Ступинский	30	6.7	0.08	0	9.56
Талдомский	48	26.8	0.06	9.39	43.89
Химкинский	19	3.5	0.72	0	0.21
Чеховский	42	15.3	0.03	0.27	9.35
Шатурский	54	19.7	0.06	14.42	38.56
Шаховской	26	4.3	0.03	2.28	14.90
Щелковский	51	25.6	0.01	2.69	10.15

вследствие естественной динамики сообществ, так и из-за антропогенных нарушений, приводящих к образованию “фрагментов” лесных массивов на фоне нелесных территорий. Устойчивость и возможность выполнения экологических функций экосистем в немалой степени зависят от их протяженности [3, 4, 40]: чем меньше размер лесной территории, тем ниже вероятность существования на ней всех типов местообитаний, необходимых для выживания всего набора лесных

видов. С другой стороны, фрагментация лесных массивов на территориях со сплошным лесным покровом имеет и положительный аспект, поскольку в пограничных полосах между лесными и нелесными сообществами формируются экотонные комплексы, которые характеризуются, как правило, повышенным видовым разнообразием [42, 44]. В настоящее время отсутствует научное обоснование оптимальной меры фрагментации лесного покрова в различных ботанико-геогра-

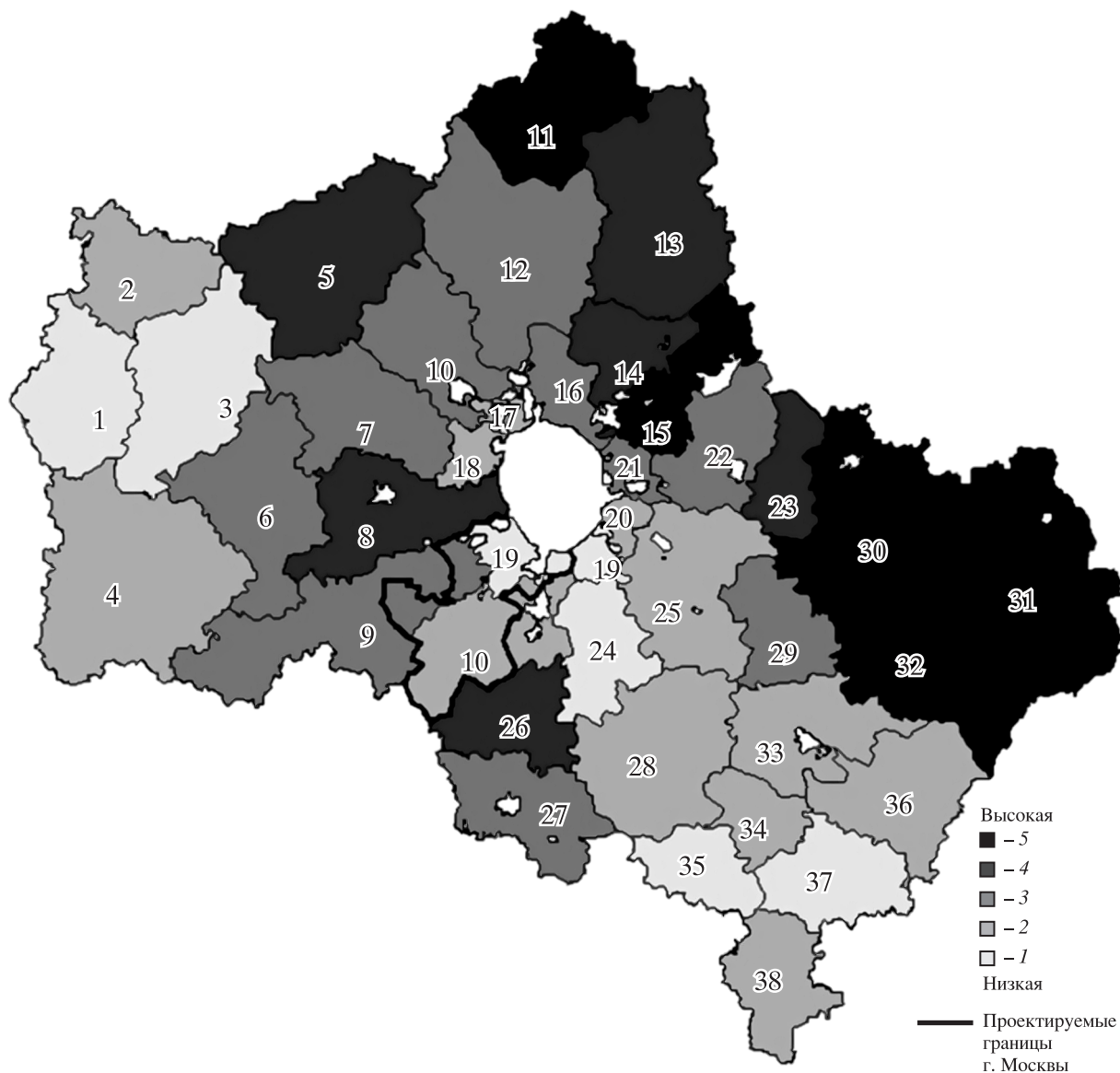


Рис. 2. Комплексная оценка состояния лесного покрова муниципальных районов Московской области, баллы (обозначения муниципальных районов те же, что и на рис. 1)

фических зонах, многие вопросы в этой области пока остаются открытыми. Данный параметр используется в Монреальском процессе, MCPFE процессе, проекте BEAR.

Как видно из табл. 3, в значительной степени фрагментированы леса в центральной и западной частях Московской обл. Лесной покров южного сектора, территория которого относится к лесостепной подзоне, фрагментирован частично в силу естественных природных условий.

Число лесных видов, занесенных в Красную книгу Московской обл. В Красной книге Московской обл. насчитывается 740 таксонов: 428 объектов животного мира, 290 объектов растительного

мира и 22 вида грибов [9]. Из них был выделен 401 лесозависимый вид: 229 объектов животного мира, 150 видов растений и 22 вида грибов. Распределение краснокнижных лесных видов по муниципальным образованиям Московской обл. варьирует в широком диапазоне. Следует учитывать, что количество краснокнижных видов связано не только со степенью сохранности природных сообществ, поскольку видовое разнообразие, в том числе количество редких и охраняемых видов, находится в прямой зависимости от биотопического и, как следствие, ценотического разнообразия. Примером этого служит представленность максимального количества краснокнижных лесных видов в Серпуховском районе

(200 таксонов), связанное с наличием лесостепных сообществ на террасах р. Оки, находящихся под охраной на территории Приокско-Террасного биосферного заповедника. Немаловажным фактором является также хорошая изученность охраняемых экосистем.

Другим информативным показателем, величина которого косвенно характеризует районы по степени уязвимости лесных участков, может служить число краснокнижных видов на единице площади. Максимальное значение этого показателя зарегистрировано в Серебряно-Прудском (в силу обитания там большого числа редких лесостепных видов, находящихся на границе своего ареала) и в Химкинском (видимо, из-за высокой степени изученности лесов) районах.

Экологическая ценность (ЭЦ) лесов подразумевает успешность выполнения ими средообразующей и средозащитной функций. Леса высокой степени сохранности и малой антропогенной нарушенности обладают той значимостью для устойчивого развития, которой традиционно характеризуются леса высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) [36]. ЭЦ лесов может быть выражена через обобщенный показатель их состояния в относительных единицах. **Интегральная оценка состояния лесов** муниципальных районов Московской обл. проводилась по следующим показателям: лесистость, средний размер лесного массива, плотность краснокнижных лесных видов (отношение числа видов к лесопокрытой площади). Формально все переменные, выраженные в баллах, получали равный вес, поскольку отсутствуют общепризнанные приоритеты в ранжировании ценности того или иного параметра.

В границах муниципальных районов выделено 5 классов ЭЦ территории, отражающих состояние лесного покрова Московской обл. Районы с наиболее ценными лесными массивами сосредоточены на севере и востоке Московской обл. (рис. 2). Особо выделяются леса Талдомского, Шатурского, Егорьевского, Орехово-Зуевского и Щелковского районов. Уступающие по своей экологической значимости лесные экосистемы расположены в Клинском, Сергиево-Посадском, Одинцовском, Павлово-Посадском, Пушкинском и Чеховском районах. Леса Наро-Фоминского, Ногинского, Дмитровского, Солнечногорского, Истринского, Рузского, Серпуховского районов характеризуются средним состоянием. Наиболее нарушенными (сильно фрагментированные, небольшие по площади и представленные длительнопроизводными мелколиственными насаждениями) в силу высокой антропогенной нагрузки

приходится признать леса Ленинского, Люберецкого и Домодедовского районов. К этой же группе относятся леса Шаховского и Волоколамского районов, в которых небольшие по площади лесные массивы сильно разрознены, а также лесостепные муниципальные районы: Зарайский и Каширский.

Территория, планировавшаяся к присоединению к г. Москва, как видно из картосхемы (рис. 3), отличается достаточно хорошими показателями интегральной экологической ценности лесного покрова. Следует ожидать их снижение, особенно очевидное для Ленинского района, примыкающего к МКАД.

При многообразии и сопряженности влияния внешних факторов на лесные экосистемы региона важно иметь *оценку значимости* их воздействия на состояние и качество лесного покрова. С этой целью установлена зависимость между основными показателями нагрузки и показателями состояния лесов (табл. 4). Результаты корреляционного анализа позволяют оценить тесноту связи между показателями: при величине коэффициента корреляции менее 0.3 связь оценивается как слабая, 0.3–0.5 – умеренная, 0.5–0.7 – значительная, 0.7–0.9 – тесная, более 0.91 – очень тесная. Для практических целей рекомендуется использовать значительные, тесные и очень тесные связи. Как видно из табл. 4, наиболее значимыми показателями нагрузки стали доля сельскохозяйственных земель, рекреационная нагрузка на леса и объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на единице площади.

Составление матрицы интегральных показателей нагрузок и состояния лесных экосистем дает представление о распределении лесов муниципальных районов области по их состоянию (экологической ценности) в зависимости от суммарной нагрузки (табл. 5). Районы с, условно говоря, наиболее ценными лесными экосистемами расположены в правом верхнем углу матрицы. Именно в таких лесах создаются условия для сохранения и функционирования полноценных биогеоценозов. Правый нижний угол матрицы занимает Одинцовский район, лесные экосистемы которого характеризуются высокой ценностью и при этом испытывают высокие антропогенные нагрузки. Особо ценных лесных массивов в районах с высокой антропогенной нагрузкой не сохранилось. В левом нижнем углу матрицы представлены районы, леса которых подвержены высоким антропогенным нагрузкам и сильно нарушены. В левый верхний угол матрицы попали малозалесенные районы северо-западной части Московской обл., ценность лесов

Таблица 4. Коэффициенты корреляции Пирсона (r) между показателями состояния лесного покрова и показателями нагрузки

Показатель нагрузки	Показатель состояния		
	лесистость, %	средняя площадь лесных массивов, км ²	плотность красно-книжных лесных видов
Отношение объемов выбросов загрязняющих веществ к лесопокрытой площади, т год ⁻¹ га ⁻¹	-0.54*	0.18	0.59*
Доля лесных участков, переданных в аренду под культурно-оздоровительные цели, к общей лесопокрытой площади, %	-0.32	-0.32	0.51*
Рекреационная нагрузка на леса, чел. км ⁻²	-0.48*	-0.51*	0.68*
Увеличение доли застроенных территорий в период 1992–2008 гг., %	-0.34	-0.41	0.53*
Отношение площади вырубок, гарей, погибших древостоев 1992–2008 гг. к общей лесопокрытой площади, %	0.44	0.37	-0.43
Доля сельскохозяйственных земель, %	-0.70*	-0.46*	-0.06

* Статистически значимое значение

Таблица 5. Матрица нагрузок и состояния лесных экосистем муниципальных районов Московской обл.

Уровень нагрузки	Состояние				
	Сильно нарушенные	Нарушенные	Среднее состояние	Хорошее состояние	Особо ценные
Очень низкий	Шаховской Зарайский	Лотошинский Луховицкий Серебряно-Прудский			Талдомский Шатурский
Низкий	Волоколамский	Коломенский Подольский Можайский Озерский	Наро-Фоминский Серпуховский Рузский	Пушкинский Сергиево-Посадский	Егорьевский Орехово-Зуевский
Средний	Каширский	Люберецкий Ступинский	Балашихинский Воскресенский Дмитровский Солнечногорский Ногинский	Павлово-Посадский Чеховский Клинский	Щелковский
Высокий	Домодедовский	Раменский Химкинский	Истринский	Одинцовский	
Очень высокий	Ленинский	Красногорский	Мытищинский		

в перспективе будет возрастать за счет процессов естественного лесовосстановления. Зарайский район расположен в лесостепной зоне, и наиболее ценные экосистемы локализируются в том числе на не покрытых лесом территориях.

При изменении границ между Москвой и Московской обл. можно уверенно прогнозировать

увеличение площади застройки, резкое сокращение площади сельскохозяйственных земель, увеличение рекреационной нагрузки на леса, снижение лесистости, увеличение фрагментации лесов, снижение видового богатства. Юго-западная часть Подмосковья станет самым престижным местом для размещения индивидуальной жилой застройки коттеджного типа.

Индикаторы “реагирования”

Площадь ООПТ является приоритетным параметром при оценке устойчивости лесопользования [10, 42, 43], поскольку именно на охраняемых территориях существует возможность эффективного сохранения видового и экосистемного разнообразия, создания условий спонтанного протекания природных экологических процессов. В табл. 3 отражено распределение величины соотношения площади ООПТ с общей площадью муниципального района в Московской обл.

Лесовосстановление является системой хозяйственных мероприятий, способствующих поддержанию устойчивого лесопользования, особенно для территорий с активной антропогенной трансформацией природной среды. По данным официальной отчетности, площадь формирования культур в 2000–2009 гг. равна 53 000 га. На 01.01.2009 г. в Московской обл. насчитывалось 288 тыс. га культур (17.5% от общей площади лесов). При этом темпы естественного зарастания лугов и пашен за последние десятилетия увеличились втрое, а площадь культур уменьшилась в два раза [30].

В результате обработки ДДЗ была получена общая величина лесовосстановления в 2000–2009 гг., равная 50 000 га. Незначительное расхождение результатов официальной отчетности связано, по-видимому, с погрешностью дешифрирования, а также гибелью посадок от экстремальных погодных факторов, все чаще поражающих насаждения Московской обл. и снижением качества мероприятий по уходу за посадками.

Распределение территорий с разной активностью лесовосстановительного процесса по районам в 2000–2009 гг., по данным ДДЗ, отражено в табл. 3. Максимальные показатели лесовосстановления наблюдаются в северных муниципальных районах: Сергиево-Посадском, Дмитровском, Талдомском, Клинском.

Наиболее активные действия, направленные на сохранение лесного биоразнообразия и сохранения устойчивого состояния лесных экосистем, наблюдаются в северном, северо-западном и восточном секторах Московской обл. (Талдомский, Клинский и Шатурский районы) (рис. 3). В центральных и южных лесостепных районах на долю ООПТ приходится небольшие площади (либо ООПТ вовсе отсутствуют), а процесс лесовосстановления не компенсирует сокращение лесопокрываемых территорий за счет активной градостроительной деятельности (центральные районы) и активного сельскохозяйственного использования (южные районы).

Зависимость между показателями “состояния” и “реагирования” представлена в табл. 6. Наблюдается положительная зависимость между показателями “реагирования” (площадь лесовосстановления) и показателями “состояния”: лесистостью и средней площадью лесных массивов. Площадь ООПТ не коррелирует со всеми показателями “состояния”, что говорит о недостаточной эффективности ООПТ в регионе.

Анализируя матрицу соотношения состояния лесных экосистем и показателей “реагирования” (табл. 7), можно оценить эффективность выполнения системы охраны природных территорий и необходимость применения других мер по поддержанию биоразнообразия лесов в муниципальных районах Московской обл. В частности, в районах, расположенных в верхнем правом углу матрицы, необходимо создание новых ООПТ, в районах, расположенных в нижнем левом углу требуются мероприятия по лесовосстановлению.

Система ООПТ эффективно осуществляет охрану лесных экосистем в Шатурском, Егорьевском, Талдомском, Клинском, Сергиево-Посадском районах. Эти районы можно рассматривать как эталонные. В Пушкинском, Чеховском, Орехово-Зуевском, Щелковском районах требуется создание новых ООПТ, так как ценность лесных экосистем велика, а площадь ООПТ явно не соответствует их значимости. В Волоколамском, Можайском и Лотошинском районах на ООПТ приходятся значительные площади, однако лесные экосистемы сильно нарушены. В этих районах рекомендуются мероприятия, способствующие естественному лесовосстановлению, которые обеспечат связь между разрозненными и небольшими по площади лесными массивами.

Леса Домодедовского, Ленинского, Красногорского районов сильно нарушены и продолжают подвергаться сильному антропогенному воздействию, ООПТ в этих районах занимают небольшие площади или вовсе отсутствуют. На этих районах рекомендуются мероприятия по повышению рекреационной емкости лесов, а также создание системы ООПТ местного значения, сочетающей в себе природоохранную и рекреационные функции, с жестким режимом хозяйственного использования, исключающим застройку и прокладку коммуникаций. В Зарайском, Каширском, Ступинском и Серебряно-Прудском районах наиболее ценные природные участки сосредоточены на не покрытых лесом территориях. Этим территориям должен также быть присвоен охранный статус, исключающий застройку и

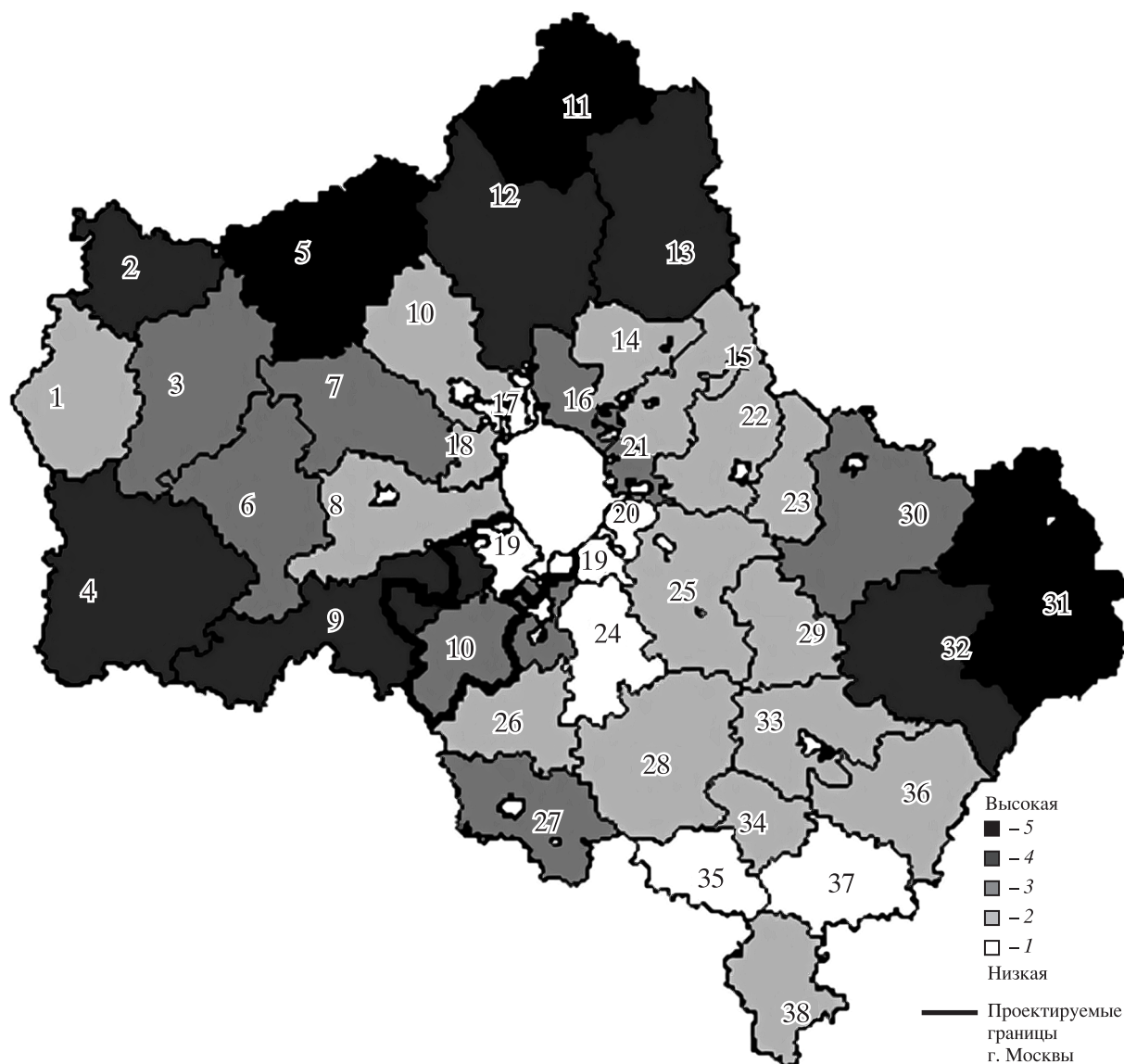


Рис. 3. Комплексная оценка индикаторов “реагирования”, баллы (обозначение муниципальных районов те же, что и на рис. 1)

интенсивное сельскохозяйственное использование. Кроме того, рекомендуется придать охранной статус ценным, но небольшим по площади лесным массивам.

С целью сохранения экологической стабильности лесного покрова области и особенно территории, присоединенной к г. Москве, необходимо спроектировать экологический каркас, в котором наиболее ценные ключевые природные территории должны быть связаны транзитными зонами и экологическими коридорами, включающими в себя не только лесопокрываемые участки, но и луга, речные долины, экотоны. При этом значительная часть элементов каркаса должна совмещать в себе природоохранные функции с рекреационными:

ООПТ с жестким режимом хозяйственного использования (государственные природные заказники, памятники природы) должны сочетаться с ООПТ, выполняющими рекреационные функции (природные парки, прибрежные рекреационные зоны). Применение специальных мер по сохранению и поддержанию экологических функций лесных территорий должно также предусматривать улучшение практики искусственного восстановления лесов с последующим уходом за посадками.

Заключение. Проведена интегральная оценка состояния лесного покрова Московской обл. по основным индикаторам состояния, а также выполнен расчет зависимости показателей состоя-

Таблица 6. Коэффициенты корреляции Пирсона (r) между показателями состояния лесных экосистем и показателями реагирования

Показатель “реагирования”	Показатель состояния		
	лесистость, %	средняя площадь лесных массивов, км ²	плотность краснокнижных видов
Доля ООПТ от площади района	0.29	0.38	-0.16
Площадь лесовосстанов- ления 2000–2009 гг.	0.61*	0.57*	-0.42

* Статистически значимое значение.

Таблица 7. Матрица состояния лесных экосистем и показателей реагирования в муниципальных районах Московской обл.

Уровень “реагиро- вания”	Состояние				
	сильно нарушенные	нарушенные	среднее состояние	ценные	особо ценные
Очень низкий	Зарайский Каширский Ленинский Домодедовский				
Низкий	Шаховской	Красногорский Коломенский Озерский Ступинский Люберецкий Раменский Химкинский Луховицкий Серебряно-Пруд- ский	Мытищинский Ба- лашихинский Ногинский Солнечногорский Воскресенский	Пушкинский Чеховский Одинцовский Павлово-По- садский	Щелковский
Средний	Волоколамский	Подольский	Истринский Рузский Серпуховский		Орехово-Зуев- ский
Высокий		Можайский Лотошинский	Наро-Фоминский Дмитровский	Сергиево-По- садский	Егорьевский
Очень высокий				Клинский	Шатурский Талдомский

ния от разного вида нагрузок для муниципальных районов области. Показано, что получение единой комплексной оценки экологической ценности территории и интегральной оценки факторов воздействия можно рассматривать как выражение обобщенной информации, непосредственно используемой при принятии решений и оценке действующих тенденций для конкретного региона. Сделан анализ эффективности существующей системы ООПТ и процесса лесовосстановления в отношении сохранности биоразнообразия лесов в муниципальных районах области.

* * *

Авторы выражают благодарность к.г.н. Д.Н. Козлову за методическую помощь при верификации ДДЗ и математической обработке данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водный кодекс РФ от 03.06.2006 N 74-ФЗ.
2. Градостроительный кодекс от 29.12.2004 N 190-ФЗ.
3. Жизнеспособность популяции. Природоохранный аспект. М.: Мир, 1989. 224 с.

4. *Заугольнова Л.Б., Ханина Л.Г.* Параметры мониторинга биоразнообразия России на федеральном и региональном уровнях // *Лесоведение*. 2004. № 3. С. 3–14.
5. *Исаев А.С., Князева С.В., Пузаченко М.Ю., Черненькова Т.В.* Использование спутниковых данных для мониторинга биоразнообразия лесов // *Исследование земли из космоса*. 2009. № 2. С. 1–12.
6. *Козлов Д.Н.* Инвентаризация ландшафтного покрова методами пространственного анализа для целей ландшафтного планирования // *Труды Международной школы-конференции “Ландшафтное планирование. Общие основания. Методология. Технология”*. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 117–137.
7. Конференция Министров по охране лесов в Хельсинки, 1995 (<http://www.foresteurope.org/>, дата обращения 27.03.12.).
8. *Котова Т.В., Микляева И.М., Огуреева Г.Н., Сулова Е.Г., Швергунова Л.В.* Опыт картографирования экологического состояния растительного покрова // *Экология*. 2000. № 5. С. 349–354.
9. Красная Книга Московской области. М.: КМК, 2008. 828 с.
10. Критерии и индикаторы для сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами. Монреальский процесс. М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. 25 с.
11. Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 № 200-ФЗ.
12. Лесной план Московской области. Книга 1. М., 2010. 430 с.
13. Лесной план Московской области. Книга 2. М., 2010. 586 с.
14. Национальный доклад Российской Федерации по критериям и индикаторам сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами (Монреальский процесс). М.: ВНИИЛМ, 2003. 84 с.
15. О состоянии окружающей среды Московской области в 2002 году. Государственный доклад. М.: НИИ-Природа, 2003. 314 с.
16. О состоянии окружающей среды Московской области в 2003 году. Государственный доклад. М.: НИИ-Природа, 2004. 384 с.
17. О состоянии окружающей среды Московской области в 2004 году. Государственный доклад. М.: НИИ-Природа, 2005. 378 с.
18. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2006 году. Информационный выпуск. М.: НИИ-Природа, 2007. 314 с.
19. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2007 году. М.: НИИ-Природа, 2008. 402 с.
20. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2008 году. Информационный выпуск. Красногорск, 2009. 269 с.
21. О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2010 году. Информационный выпуск. Красногорск, 2011. 162 с.
22. Об использовании природных ресурсов и состоянии окружающей среды Московской области в 2001 году. Государственный доклад. М.: НИИ-Природа, 2002. 378 с.
23. Об утверждении критериев и индикаторов устойчивого управления лесами Российской Федерации. Приказ Рослесхоза от 05.02.98 № 21.
24. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесов в Московской области в 2008 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2009 год. Пушкино, 2009. 69 с.
25. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесов в Московской области в 2009 году и прогноз лесопатологической ситуации на 2010 год. Пушкино, 2010. 91 с.
26. *Перелет Р.А.* Экономика биоразнообразия // Социально-экономические и правовые основы сохранения биоразнообразия. М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 199–327.
27. Постановление Правительства Московской области от 11. 07. 2007 г. № 517/23 “Об утверждении Схемы территориального развития Московской области – основных положений градостроительного развития”.
28. *Природа Подмосковья: утраты последних двух десятилетий* // М.Л. Карпачевский, А.Ю. Ярошенко, Ю.Э. Зенкевич и др. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2009. 92 с.
29. *Пузаченко Ю.Г.* Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: АCADEMA, 2004. 416 с.
30. Федеральная служба государственной статистики (<http://www.gks.ru/>, дата обращения 27.03.12.).
31. *Черненькова Т.В., Князева С.В., Пузаченко М.Ю., Макарова В.А., Левицкая Н.Н.* Критерии и индикаторы биоразнообразия лесов как инструменты устойчивого лесопользования // *Лесоведение*. 2009. № 4. С. 43–58.
32. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Костина Н.В.* Методы синтетического картографирования территории (на примере эколого-информационной системы “Volgobas”) // Количественные методы экологии и гидробиологии (Сб. научн. тр., посв. памяти А.И. Баканова). Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. С. 167–227.
33. *Якубов И.* Вокруг десяти миллиардов // Российская лесная газета, № 42, 2007 (<http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?f=9&t=3445&sid=37f4eee5b91f6ad06885eb32fa026636>, дата обращения 27.03.12.).

34. *Berger A.R., Hodge R.A.* Natural change in the environment: a challenge to the Presser-State-Response Concept // *Social Indicators Research*. 1998. № 44. P. 255–265.
35. *Brink B.* Biodiversity indicators for the OECD Environmental Outlook and Strategy. RIVM report 402001014, 2000 // *Global Dynamics and Sustainable Development Programme*. Globo report series. 2002. № 25. 52 p.
36. *Brown K.S.* Conservation of neotropical environments: insects as indicators // *The Conservation of Insects and their Habitats*. London: Acad. Press, 1991. P. 350–404.
37. Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the group on the state of the environment. Organization for economic cooperation and development, Paris, France, 1993. 30 p.
38. International processes on criteria and indicators for sustainable forest management <http://www.fao.org/forestry/ci@45047@45407@45190/en/>, дата обращения 27.03.12.
39. *Kasperson R.E.* Environmental stress and the municipal political system // *The Structure of Political Geography*. Chicago: Aldine Publishers, 1969. 212 p.
40. *Lindenmayer D.B., Margules C.R., Botkin D.B.* Indicators of biodiversity for ecologically sustainable Forest Management // *Conserv. Biol.* 2000. V. 14. № 4. P. 941–950.
41. *McCool, S., Stankey, G. N.* Indicators of sustainability: challenges and opportunities at the interface of science and policy // *Environmental Management*. 2004. № 3(3). P. 294–305.
42. Ministerial conference on the protection of forest in Europe (MCPFE). Sound forestry – Sustainable development. Helsinki: Ministry of Agr. And For., 1993. 161 p.
43. The Montreal Process. Criteria and indicators for the conservation and sustainable management of temperate and boreal forests. Hull, Quebec: Canadian forest service, 1995. 120 p.
44. Wildlife habitats in managed forests the Blue Mountains of Oregon and Washington. Portland US Dep. Of Agr. And Forest Serv. Agrical Book. 1979. № 553. 511 p.
45. *Wolpe, J.* Migration as an adjustment to environmental stress // *Journal of Social Issues*. 1966. V. 22. № 4. P. 92–102.

The Application of a Series of Indices for Assessing the State of Forests in Moscow Region

N. N. Levitskaya, T. V. Chernenkova

A method for the polycriterial assessment of indicators and their importance in the forest management nearby Moscow, the largest megalopolis, is proposed. A series of indices characterizing the state of the forest cover, disturbing factors, and measures for the preservation of the necessary biodiversity level is discussed. Based on the available data of official and independent sources (spectrozonol pictures), the state of the forest cover (forested area, fragmentarity, proportion of coniferous and deciduous forests, etc.) has been assessed. The relations between the state of forests and different anthropogenic loads were calculated for different municipal districts of the Moscow region. The efficiency of the existing system of special protected natural areas in terms of preserving the biodiversity of regional forests has been estimated.

Indicators of forest management, methods of remote sensing, forests of Moscow oblast.