

УДК 630*5 : 630*9

РЕСУРСНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЛЕСОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Устинов¹, М. М. Устинов²

¹Брянская государственная инженерно-технологическая академия,
Российская Федерация, 241050, Брянск, проспект Ленина, 26
E-mail: mvustinov@mail.ru

²Российский государственный аграрный университет (МСХА) им. К.А.Тимирязева,
Российская Федерация, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49, корпус № 6
E-mail: max32br@rambler.ru

Обосновано разделение территории Брянской области на ресурсно-экологические лесные районы с учётом почвенно-климатических, экологических условий, пространственной структуры и таксационных показателей лесного фонда с применением многомерных статистических методов.

Ключевые слова: районирование; фактор; переменная; лесничество; типичность; кластер; дисперсия.

Введение. На современном этапе развития государственной системы лесопользования коренным образом изменилось отношение к оценке земель лесного фонда. Признание географической дифференциации условий ведения хозяйства и его интенсификация требуют систематизации деления территории лесного фонда на типичные районы.

Общепризнано, что только по однородным лесным районам возможно научно обоснованное планирование лесозащитных, лесовосстановительных, лесозащитных и других мероприятий, направленных на сохранение, рациональное использование и повышение продуктивности лесов, совершенствование правил ведения лесного хозяйства и нормативно-справочных материалов для инвентаризации лесов.

Актуальность разработки схемы достоверного лесного районирования подтверждается Лесным кодексом РФ [1], которым предусмотрено (статья 15) установление лесных районов с относительно сходными условиями использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов.

Анализ работ по районированию Н.А. Гвоздецкого [2], Д.Л. Арманда [3], Ф.Н. Милькова [4], А.Г. Исаченко [5], В.И. Прокаева [6], А.С. Шейнгауза и др [7], Н.И. Михайлова [8], В.Б. Сочавы [9], Г.В. Крылова [10], Б.П. Колесникова [11], В.П. Цепляева [12], Л.В. Шумилова [13], В.Н. Смагина [14, 15], С.Ф. Курнаева [16, 17], Д.М. Киреева [18], Е.П. Смолоногова, Н.Н. Чернова [19], В.Н. Манович [20], И.А. Фрейберг и др.[21], Е.И. Кузьменко [22], Н.Н. Чернова [23], Н.Н. Кашпор и др. [24] и других показывает, что во все времена лесное районирование имело и имеет важное значение для ведения лесного хозяйства.

Разнообразие и пестрота ландшафтно-экологических условий в значительной мере определяют уклад жизни местного населения, специализацию и концентрацию производств. При этом эффективное ведение лесного хозяйства и лесной промышленности тесно связано с ресурсным, экологическим и социально-экономическим потенциалом субъекта федерации. Особо следует отметить, что неравномерность структуры земель лесного фонда,

типов лесов, их продуктивности и пространственной структуры требуют решения задач по многомерной группировке (классификации) лесничеств и лесопарков по целому комплексу показателей, поэтому место и роль достоверного ресурсно-экологического районирования трудно переоценить. Именно оно в сочетании с трудовыми, материальными и денежными ресурсами должно являться основой разработки оптимального лесного плана субъекта федерации. При этом оптимальное распределение денежных ресурсов на проведение мероприятий по лесничествам в типичных лесных районах позволит обеспечить доходность лесного сектора области.

Целью наших исследований является разделение территории Брянской области на ресурсно-экологические лесные районы с учётом почвенно-климатических, экологических условий, пространственной структуры и таксационных показателей лесного фонда с применением многомерных статистических методов.

Методика исследований. Реализация ресурсно-экологического лесного районирования требует оценки комплекса переменных, характеризующих почвенно-климатические, экологические, лесорастительные факторы и таксационные параметры лесов области.

Анализ данных выполнялся по алгоритму, содержащему последовательное использование многомерных статистически-классификационных методов – факторного, кластерного и дискриминантного анализов.

На первом этапе производился факторный анализ переменных. При этом все переменные принимались в качестве независимых переменных. Для выявления наиболее значимых факторов применялся метод главных компонент, при котором освобождение переменных от автокорреляции производилось по критерию Дарбина-Уотсона [25]: в один фактор объединялись сильно коррелирующие между со-

бой переменные; перераспределение дисперсии производилось методом «вари-макс». Как следствие – получены главные компоненты. Путём факторного анализа выполнялось как выделение, так и интерпретация главных компонент, которые должны вместе объяснять не менее 50,1 % дисперсии всех переменных. В нашей работе путём факторного анализа решаются задачи выделения типичных однородных групп по комплексу переменных.

На втором этапе с помощью кластерного анализа происходило объединение лесничеств в кластеры, используя некоторую меру сходства или расстояние между объектами. Для этого все переменные сводили в одну весовую категорию путём стандартизации их значений. Разделение лесничеств на кластеры производилось на основе матрицы расстояний: для некоррелированных переменных использовалось евклидово расстояние; для коррелированных, измеренных в разных единицах измерения и имеющих различные стандартные отклонения, – расстояние Махаланобиса. Распределение кластеров на плоскости заданных факторов проводилось по разделяющей (дивизивной) стратегии.

В окончательном виде решение классификационной задачи осуществляется при помощи дискриминантного анализа. В результате получаем распределение всех объектов с критериально-статистической оценкой принадлежности каждого из них к однородному кластеру по внутрикластерному расстоянию Евклида (при $P > P_{05}$). Статистическая достоверность различий между отдельными кластерами объектов оценивается по суммарному межкластерному расстоянию Махаланобиса (при $P < P_{05}$).

Результаты исследований. Брянская область – одна из экономически развитых областей Нечерноземного центра. В географическом отношении территория области весьма своеобразна. Здесь находится стык трёх ландшафтно-географических зон, в каждой из которых немаловажную

роль играют природные условия, влияющие на специализацию и уровень развития лесного хозяйства. Особую важность при лесном районировании оказывает и радиоактивное загрязнение территории области в результате аварии 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС.

Низшей единицей лесохозяйственного районирования и исходной единицей сбора информации является лесничество – основное подразделение гослесфонда, обладающее возможностями для осуществления устойчивого управления лесами в конкретных условиях на своей территории. Невозможность принятия более мелкой единицы обоснована ранее А.С. Шейнгаузом [26].

К анализу взяты 34 переменных, изменяющие свои значения в пределах границ области.

Почвенно-климатические переменные представлены показателями, характеризующими потенциальную продуктивность почв, выраженную в баллах от «0 – очень бедные» до «6 – очень богатые» ($X_3 - X_7$), и агроклиматическими показателями – суммарной обеспеченностью теплом (X_8), продолжительностью весны (X_9), увлажнением весной (X_{10}), средней температурой наиболее тёплого (X_{11}) и холодного (X_{12}) месяцев. При этом для распределения почв по области использованы результаты исследований, проведённых МГУ [27].

Структура земель лесного фонда (%) представлена общей площадью земель, покрытых лесом (X_{13}), фондом лесовосстановления (X_{14}), общей площадью лесных земель (X_{15}), общей площадью сельскохозяйственных (пашни, сенокосы, пастбища, сады, ягодники) (X_{16}), водами (X_{17}), протяжённостью на 1 км² лесного фонда дорог и просек (X_{18}), усадьбами (X_{19}), болотами (X_{20}), песками (X_{21}), прочими землями (X_{22}), общей площадью нелесных земель (X_{23}).

Показатели, характеризующие структуру площадей под типами лесов (%),

представлены долей светлохвойных (X_{24}), темнохвойных (X_{25}), твердолиственных (X_{26}), мягколиственных (X_{27}) лесов, а также под кустарниками (X_{28}). Продуктивность и сомкнутость древостоев представлена средневзвешенными бонитетом и полнотой соответственно под хвойными (X_{29}), (X_{32}), твердолиственными (X_{30}), (X_{33}) и мягколиственными типами лесов (X_{31}), (X_{34}).

В анализе многомерной группировки хозяйствующих субъектов задействованы все 18 лесничеств. Переменные, используемые в исследованиях, непосредственно или косвенно отражают экономические, социальные и экологические факторы.

Факторизация проведена по установленным корреляционным связям между всеми парами переменных по исходным данным, включая геопозиционирование объектов – северную широту (X_1) и восточную долготу (X_2).

Достоверная многомерная классификация лесничеств по комплексу показателей возможна лишь после устранения автокорреляции между переменными методом факторного анализа или главных компонент. При его проведении оценена корреляция между парно связанными переменными, использованными для исследований. Критическое значение коэффициента корреляции на 5-процентном доверительном уровне значимости равно 0,449. При этом 86 (15 %) коэффициентов корреляции из общего числа значимы. Линейные тесные связи корреляции (с коэффициентом Пирсона $r \geq 0,7$) имеют, в большинстве своём, следующие переменные: почвы с потенциальной продуктивностью 1, 2, 4, 5 и 6 (X_3, X_4, X_5, X_6 и X_7) с агроклиматическими факторами ($X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$); агроклиматические факторы в свою очередь с геопозиционированием лесничеств по долготе восточной (X_2); отдельные категории земель структуры лесного фонда между собой; площади под типами лесов ($X_{27}-X_{28}$) с категориями земель структуры лесного фонда.

Освобождение переменных от автокорреляции выполнено по критерию Дарбина–Уотсона [25]. Нагрузки на оси первой (X_1) и второй (X_2) переменных до вращения (рис. 1) и после «варимакс» вращения системы координат (рис. 2) представлены с использованием расстояния Евклида.

После вращения системы координат структура нагрузок существенно упростилась. Явно коррелированные между собой переменные, объединяемые в понятие

главного компонента или фактора, стали располагаться ближе друг к другу. Упрощение структуры факторных нагрузок позволяет наглядно по рис. 2, без дополнительных статистических оценок, выявить число главных компонент, как минимум, равное четырём.

Соотношение автокоррелированных переменных после поворота осей координат позволило получить собственные значения факторов (табл. 1) и показать их на графике (рис. 3).

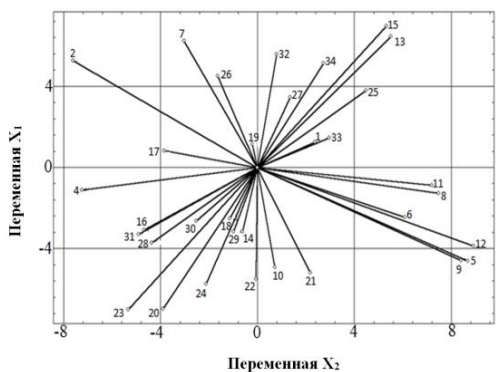


Рис. 1. Нагрузки на оси переменных X_1 и X_2 до вращения системы координат

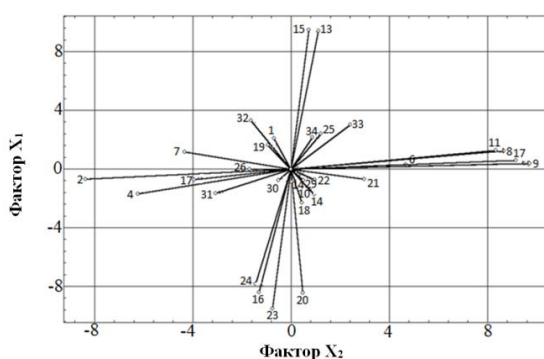


Рис. 2. Нагрузки на оси факторов X_1 и X_2 после вращения системы координат

Таблица 1

Собственные значения и процент объясняемой дисперсии факторов относительно номеров главных компонент

Показатели	Собственные значения и объясняемые дисперсии факторов					
	1	2	3	4	5	6
Номера главных компонент	1	2	3	4	5	6
Собственные значения	8,089	6,328	4,732	3,371	2,566	1,938
Дисперсия, %	23,79	18,61	13,92	9,91	7,54	5,70
Накопленная дисперсия, %	23,79	42,40	56,32	66,23	73,77	79,47



Рис. 3. Изменение дисперсий и собственных значений факторов относительно номеров факторов

Числовые (табл. 1) и графически представленные собственные значения факторов и дисперсий относительно номеров факторов (рис. 3) позволили обоснованно определить необходимое число главных компонент. В нашем случае их количество составляет от 3 до 6, они охватывают накопленную дисперсию соответственно от 56 до 79 %. Такое число главных компонент подтверждено графическим критерием «каменистой осыпи» Кеттелла.

Объективность распределения нагрузок на факторные оси подтвердим примером. Коэффициент корреляции $R=0,941$ соответствует тесноте связи между показателями X_{13} и X_{15} ; $R=0,704$ между X_{16} и X_{28} ; $R=0,840$ между X_{20} и X_{23} ; $R=0,997$ между X_8 и X_{11} ; $R=0,796$ между X_8 и X_9 и т.д. Расшифровка аббревиатуры перечисленных переменных позволяет более полно представить наличие взаимосвязей анализируемого комплекса переменных.

Оценка переменных по общности и специфичности позволяет более объек-

тивно оценить особенности формирования главных компонент из представленного к анализу комплекса переменных. Так, из 34 переменных 29 являются общими для лесничеств Брянской области и пять переменных проявляют специфичность (водные объекты, усадьбы, пески, продуктивность твердолиственных пород, полнота хвойных насаждений). При изменении числа главных компонент соотношение доли общности и специфичности меняется. Так, специфичность переменных лучше проявляется при уменьшении числа главных компонент. В нашем случае оптимальным количеством следует считать шесть главных компонент.

Завершающим этапом факторизации является распределение факторных нагрузок по шести главным компонентам после «варимакс» вращения системы координат (табл. 2), позволяющее определить перечень переменных, сформировавших каждый главный компонент, и дать ему семантическую интерпретацию.

Таблица 2

Факторные нагрузки по шести главным компонентам после «варимакс» вращения системы координат

Переменные		Факторные нагрузки после вращения по номерам главных компонент					
		1	2	3	4	5	6
Северная широта		-0,022	0,166	-0,655	0,524	0,155	-0,101
Восточная долгота		-0,832	-0,079	0,284	0,221	0,047	0,294
Класс продуктивности почв	первый	0,951	0,043	-0,235	0,0209	0,001	0,096
	второй	-0,692	-0,174	-0,455	-0,166	0,214	0,358
	третий	0,941	0,046	-0,291	0,041	-0,017	-0,083
	четвертый	0,509	0,045	-0,340	0,104	-0,081	-0,710
	шестой	-0,369	0,115	0,841	0,092	-0,172	-0,045
Суммарная обеспеченность теплом		0,871	0,121	0,331	0,062	-0,092	0,270
Весна	продолжительность	0,951	0,043	-0,235	0,021	0,001	0,096
	увлажнение	0,039	-0,129	-0,889	-0,068	0,149	-0,289
Средняя температура	наиболее тёплого месяца	0,842	0,126	0,384	0,065	-0,099	0,282
	наиболее холодного месяца	0,926	0,069	-0,222	0,075	-0,059	-0,248
Структура лесных земель	всего покрытых лесом, %	0,102	0,941	0,052	0,191	0,100	-0,142
	фонд лесовосстановлен., %	0,151	-0,226	-0,141	-0,067	-0,019	0,668
	всего лесных земель, %	0,097	0,938	0,120	0,240	0,059	0,003

Окончание таблицы 2

Переменные		Факторные нагрузки после вращения по номерам главных компонент						
		1	2	3	4	5	6	
Структура нелесных земель	сельхозугодья, %	-0,126	-0,833	0,093	0,179	0,184	0,115	
	воды, %	-0,492	-0,077	-0,366	0,149	-0,219	0,102	
	протяжён. дорог и просек на 1 км ² лесного фонда	-0,042	-0,229	-0,174	-0,094	-0,722	0,151	
	усадыбы и пр., %	-0,067	0,127	-0,107	0,110	0,601	0,099	
	болота, %	0,054	-0,830	0,059	-0,385	0,031	-0,176	
	пески, %	0,366	-0,056	-0,191	-0,469	-0,046	-0,146	
	прочие, %	0,080	-0,055	-0,507	-0,490	-0,345	0,054	
	всего нелесных земель, %	-0,097	-0,938	-0,120	-0,240	-0,059	-0,003	
Структура площадей по типам лесов на покрытых лесом землях	светлохвойные, %	-0,008	-0,047	-0,196	-0,831	-0,306	0,240	
	тёмнохвойные, %	0,158	0,198	-0,255	0,775	0,129	-0,266	
	твёрдолиственные, %	-0,148	0,036	0,913	-0,038	-0,125	-0,234	
	мягколиственные, %	0,003	-0,074	-0,099	0,784	0,457	-0,052	
	кустарники, %	-0,122	-0,813	-0,095	0,198	-0,091	0,266	
Средневзвешенные таксационные показатели насаждений по типам лесов	класс бонитета	хвойные	0,027	-0,095	-0,310	-0,213	0,726	0,076
		тв.листв.	-0,089	-0,010	-0,004	-0,507	0,036	0,406
		м.листв.	-0,312	-0,147	-0,028	-0,666	0,483	-0,169
	полнота	хвойные	-0,224	0,320	0,012	0,497	-0,247	0,002
		тв.листв.	0,179	0,358	0,248	-0,170	-0,681	-0,021
		м.листв.	0,031	0,169	-0,015	0,808	-0,273	0,250

В табл. 2 жирным шрифтом выделены максимальные факторные нагрузки, соответствующие переменным в разрезе шести главных компонент. Из них наиболее информативным является первый главный компонент, на который приходится 8,089 собственных значений факторов или 23,79 % дисперсии из всех 34 переменных, включённых в анализ.

Так, в состав первого главного компонента вошли:

- классы продуктивности почв 1 (X_3), 2 (X_4), 3 (X_5), 4 (X_6);
- суммарная обеспеченность теплом (X_8);
- продолжительность весны (X_9);
- средняя температура наиболее тёплого месяца (X_{11});
- средняя температура наиболее холодного месяца (X_{12}).

На второй главный компонент приходится 6,328 собственных значений фактора, охвативших 18,61 % дисперсии переменных. В его состав вошли следующие переменные:

- земли, покрытые лесом (X_{13});

- всего лесных земель (X_{15});
- сельхозугодья (пашни, сенокосы, пастбища, сады, ягодн.) (X_{16});
- болота (X_{20});
- всего нелесных земель (X_{23});
- кустарники (X_{28}).

На третий главный компонент приходится 4,732 собственных значения фактора, охвативших 13,9 % дисперсии переменных. Его составили следующие переменные:

- продуктивность почв 6 (X_7);
- увлажнение весной (X_{10});
- нелесные прочие земли (X_{22});
- площади под твёрдолиственными лесами (X_{26}).

На четвёртый главный компонент приходится 3,371 собственное значение фактора, охватившее 9,9 % дисперсии переменных. Его составили следующие переменные:

- площади под светлохвойными лесами (X_{24});
- площади под темнохвойными лесами (X_{25});
- площади под мягколиственными лесами (X_{27});

- средневзвешенный бонитет твердолиственных пород (X_{30});
- средневзвешенный бонитет мягколиственных пород (X_{31});
- средневзвешенная полнота мягколиственных пород (X_{34}).

На пятый главный компонент приходится 2,566 собственных значений фактора, охвативших 7,5 % дисперсии. Его составили следующие переменные:

- протяжённость дорог и просек на 1 км² лесного фонда (X_{18});
- усадьбы (X_{19});
- средневзвешенный бонитет хвойных пород (X_{29});
- средневзвешенная полнота твердолиственных пород (X_{33}).

На шестой главный компонент приходится 1,938 собственных значений фактора, охвативших 5,7 % дисперсии. Его составили следующие переменные:

- площади с продуктивностью почв 5 (X_6);
- фонд лесовосстановления (X_{14}).

В результате проведения факторного анализа ликвидирована автокорреляция между переменными, что позволило освободиться от так называемых «шумов» и получить координаты объектов в системе факторов. При этом выполнено важное условие факторизации – третье условие Гаусса–Маркова, согласно которому должны отсутствовать корреляции между главными компонентами. В нашем случае коэффициенты корреляции между факторами ниже 5-процентного уровня значи-

мости ($r_{05}=0,335$). Полученные координаты объектов в системе факторов использованы на следующем этапе решения классификационной задачи при проведении кластеризации.

Для решения задачи кластеризации объектов, согласно методике, была выбрана разделяющая (дивизивная) стратегия. Эта стратегия позволяет представить проекции кластеров на плоскость первого и второго факторов.

На рис. 4 наглядно представлено семь кластеров со статистическим расстоянием от каждого лесничества до центра. Достоверность выделения семи групп лесничеств по шести главным компонентам подтверждается кластеризацией объектов, дополнительно проведённой по координатам объектов в системе 5-, 4- и 3-х главных компонент.

В результате анализа группировки таксонов (лесничеств) определено, что внутрикластерные расстояния Евклида находятся в пределах от $d^2 = 3,678$ – при дискриминации по трём главным компонентам, до $d^2 = 7,283$ – при дискриминации по пяти главным компонентам, а суммарное межкластерное расстояние Махаланобиса – в пределах от $D^2=1,831E6$ – при дискриминации по трём главным компонентам до $D^2=3,209E6$ – при дискриминации по шести главным компонентам. Во всех четырёх анализируемых вариантах дискриминантной оценки значимость D^2 превышает 5-процентный уровень доверительной вероятности.

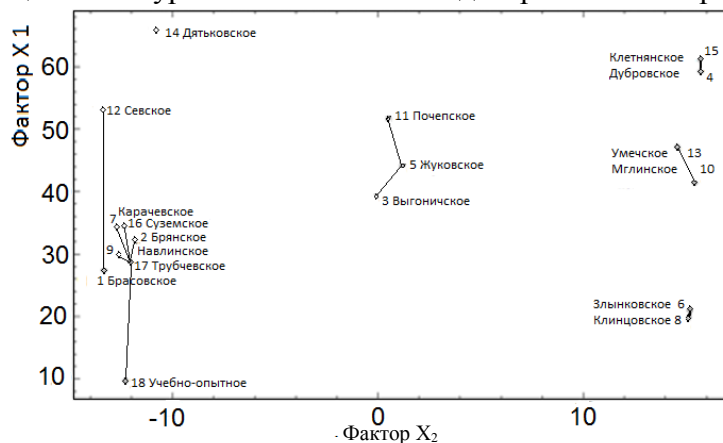


Рис. 4. Проекция семи кластеров на плоскость факторов X_1 и X_2 на основе 6 главных компонент

Последующая оценка различий между средними показателями переменных, участвующих в ресурсно-экологическом лесном районировании, выполнена по t-критерию Стьюдента. При этом выявлены переменные, которые оказывают влияние на различие между кластерами, и определена величина их дисперсий (табл. 3).

Представленное в табл. 3 распределение дисперсии переменных показывает, что дискриминация кластеров между собой обеспечивается в большинстве слу-

чаев почвенными переменными X_3 – X_7 , а между отдельными кластерами – климатическими переменными X_8 – X_{12} , показателями, характеризующими структуру площадей под типами лесов X_{24} – X_{28} , а также другими отдельными переменными, которые в сумме дают наибольшую дисперсию действующих переменных. Эти переменные обладают общностью и не претерпевают больших изменений в результате лесохозяйственной деятельности, рекреационных нагрузок и воздействия

Таблица 3

Распределение дисперсии переменных, определяющих различия между смежными кластерами

Переменные		Номера смежных кластеров										
		1..2	1..3	1..4	1..5	2..3	2..6	3..5	3..6	4..5	5..6	6..7
Продуктивность почв	1 класс	3,4	3,4	++				3,4			3,4	
	2 класс	2,5	2,5			2,5		2,5	2,5		2,5	2,5
	4 класс	3,3	3,3			3,3		3,3	3,3		3,3	3,3
	5 класс	1,8	1,8			1,8		1,8	1,8		1,8	1,8
	6 класс	3,8	3,8			3,8		3,8	3,8		3,8	3,8
Суммарная обеспеченность теплом		3,1	3,1					3,1			3,1	3,1
Весна	продолжительность	3,4	3,4					3,4			3,4	
	увлажнение											3,9
Температура средняя	наиболее тёплого месяца	3,0	++					3,0			3,0	3,0
	наиболее холодного месяца	3,3	3,3								3,3	
Лесные земли	всего покрытых лесом	3,3	3,3	3,3	3,3		+	++	+			++
	фонд лесовосстановления	++	2,7	++		2,7	2,7	2,7	2,7	+		
	всего лесных земель	++	3,3	3,3	3,3		++	+	+			++
Нелесные земли	сельхозугодья	+			+			+	+	+		
	воды				++		++	++	++	+		++
	протяжён. дорог и просек на 1 км ² лесного фонда	++	++	++	+		++		++			
	усадебь и пр.	++				1,7	1,7			+		
	болота	++	++	2,9	2,9	+	++					+
	пески			++							++	
	прочие	+	+	2,2							2,2	++
всего нелесн. земель	++	3,3	3,3	3,3		++	+	+				++
Площадь лесов	светлохвойных	++	++	1,9	1,9	1,9	1,9	++	1,9	1,9	++	
	тёмнохвойных	1,8		1,8	+	++	1,8		1,8	+	++	
	твёрдолиственных				+	++	4,0		+			4,0
	мягколиственных	++	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8			++		
	кустарников						+			+	+	+
Класс бонитета	хвойных						2,0		2,0		+	2,0
	тв.лиственных				+	+	1,1	++	1,1			+
	м.лиственных	+	+	+			1,5				++	++
Полнота	хвойных	+		+	+	++	1,8	+				
	тв.лиственных	+		+	+	1,8	+				+	+
	м.лиственных	+	+	+			1,8					
Сумма дисперсий переменных, определяющих различия, %		32,7	39,0	20,5	16,5	21,3	22,1	27,0	20,9	4,1	27,6	29,6

Примечание: в таблице цифрами приведены значения дисперсий переменных, имеющих различия на уровне доверительной вероятности $P=95\%$ и выше; знаком «++» – на уровне $80\% \leq P < 95\%$; знаком «+» – на уровне $60\% \leq P < 80\%$.

других факторов. Необходимо добавить, что важную роль при отнесении Клинцовского и Злынковского лесничеств к отдельному кластеру занимает высокий уровень загрязнения территории радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС (от 5 до 40 и более Ки/км²).

Таким образом, проведённая классификация таксонов позволила выделить в действующей структуре управления лесами группы типичных лесничеств, представляющих отдельные ресурсно-экологические лесные районы (РЭЛР) Брянской области:

- Дубровско-Клетнянский лесной район (I РЭЛР), включает Дубровское и Клетнянское лесничества;
- Дятьковский лесной район (II РЭЛР), включает Дятьковское лесничество;
- Жуковско-Почепский лесной район (III РЭЛР), включает Жуковское, Выгоничское и Почепское лесничества;
- Клинцовско-Злынковский лесной район (IV РЭЛР), включает Клинцовское и Злынковское лесничества;
- Мглинско-Унечский лесной район (V РЭЛР), включает Мглинское и Унечское лесничества;
- Карачево-Суземский лесной район (VI РЭЛР), включает Карачевское, Брян-

ское, Учебно-опытное, Навлинское, Трубчевское и Суземское лесничества;

– Брасово-Севский лесной район (VII РЭЛР), включает Брасовское и Севское лесничества.

При этом выявлено, что Суражское участковое лесничество Клинцовского лесничества, отнесённое к IV РЭЛР, по комплексной оценке сходно с Мглинским лесничеством, отнесённым к V РЭЛР. Аналогично этому Негинское участковое лесничество Суземского лесничества (VI РЭЛР) сходно с Севским лесничеством (VII РЭЛР). Таким образом, в случае реорганизации лесничеств необходимо учесть, что Суражское участковое лесничество Клинцовского лесничества по комплексной оценке желательно присоединить к Мглинскому лесничеству, а Негинское участковое лесничество Суземского лесничества присоединить к Севскому лесничеству.

Для сохранения целостности (контуров) лесных районов была проведена незначительная корректировка принадлежности лесничеств к однородному классу, что позволило получить карту-схему ресурсно-экологических лесных районов Брянской области (рис. 5).



Рис. 5. Карта-схема ресурсно-экологических лесных районов Брянской области

Выводы. По результатам исследований почвенно-климатических и лесорастительных, экологических и других условий, оценки существующих лесных районирований лесов области сделаны следующие выводы:

- сложные почвенно-климатические, экологические, лесорастительные условия и множество таксационных параметров лесов области обуславливают использование большого комплекса переменных и их анализ с использованием многомерных статистически-классификационных методов при районировании лесов;

- границы существующих лесных районов области достоверно не обоснованы и в полной мере не могут удовлетворять практическим и теоретическим запросам лесного хозяйства;

- выделенные ресурсно-экологические лесные районы Брянской области имеют

наименьшую изменчивость включённых в анализ показателей и потому соответствуют понятию типичности (однородности) по всему перечню задействованных показателей государственного учёта лесного фонда;

- предложенные контуры ресурсно-экологических лесных районов отличаются не только по лесорастительным условиям, но и по экономическим, экологическим показателям и имеют большое значение при разработке новых нормативов для оценки и управления лесными ресурсами;

- составленная «Карта-схема ресурсно-экологических лесных районов Брянской области» может служить основой для типологического, экологического, экономического и иных видов дробного или целевого районирования, а также для других научных и производственных целей.

Список литературы

1. Лесной Кодекс Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 08 нояб. 2006 г.]. – М.: Проспект : КноРус, 2010. – 48 с.
2. Физико-географическое районирование Тюменской области / ред. Н.А. Гвоздецкий. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 246 с.
3. Арманд, Д. Л. Наука о ландшафте: Основы теории и логико-математические методы / Д.Л. Арманд. – М.: Мысль, 1975. – 286 с.
4. Мильков, Ф.Н. Физическая география СССР. Общий обзор европейской части СССР. Кавказ. Изд. 4 / Ф.Н. Мильков, Н.А. Гвоздецкий. – М.: Высшая школа, 1976. – 448 с.
5. Исаченко, А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований / А.Г. Исаченко. – Л.: Наука, 1980. – 222 с.
6. Прокаев, В.И. Об учете антропогенной дифференциации суши при физико-географическом районировании / В.И. Прокаев // География и природные ресурсы. – 1980. – № 2. – С. 24–30.
7. Шейнгауз, А.С. Комплексное лесохозяйственное районирование / А.С. Шейнгауз, А.А. Дорофеева, Д.Ф. Ефремов, А.П. Сапожников. – Владивосток: Дальневосточное книжн. изд-во, 1980. – 142 с.
8. Михайлов, Н.И. Физико-географическое районирование / Н.И. Михайлов. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 183 с.
9. Сочава, В. Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Избранные труды / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1986. – 343 с.
10. Крылов, Г.В. Лесные ресурсы и лесорастительное районирование Сибири и Дальнего Востока / Г.В. Крылов. – Новосибирск: изд-во Сибирского отд. АН СССР, 1962. – 240 с.
11. Колесников, Б.П. Лесотехнологическое районирование и порайонная специализация лесохозяйственных мероприятий на территории Большого Урала / Б.П. Колесников. – Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР, 1963. – 128 с.
12. Цепляев, В.П. Леса СССР / В.П. Цепляев. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 216 с.
13. Шумилова, Л.В. Ботаническая география Сибири / Л.В. Шумилова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1962. – 439 с.
14. Смагин, В.Н. Типы лесов Южной Сибири / В.Н. Смагин, С.А. Ильинская, Д.И. Назимова, и др. – Новосибирск: Наука, 1980. – 336 с.
15. Смагин, В.Н. Леса бассейна реки Уссури / В.Н. Смагин. – М.: Изд-во «Наука», 1965. – 272 с.
16. Курнаев, С.Ф. Дробное лесорастительное районирование Нечерноземного центра / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1982. – 120 с.
17. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – М.: Изд-во «Наука», 1973. – 204 с.

18. *Киреев, Д.М.* Лесное ландшафтоведение: учебное пособие / Д.М. Киреев. – СПб.: СПбГЛТА, 2007. – 540 с.
19. *Смолоногов, Е.П.* Система районирования лесных территорий на примере Урала / Е.П. Смолоногов, Н.Н. Чернов // Лесоведение. – 2005. – № 2. – С. 67-71.
20. *Манович, В.Н.* Лесорастительное районирование как один из основных элементов, лежащих в основе лесного кадастра / В.Н. Манович // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2006. – Т. 2, № 1. – С. 220-223.
21. *Фрейберг, И.А.* Лесорастительное районирование зауральской лесостепи / И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, Н.А. Луганский // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2007. – № 2. – С. 34-40.
22. *Кузьменко, Е.И.* Эколого-географическое низовое районирование лесных территорий / Е.И. Кузьменко // География и природные ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 139-144.
23. *Чернов, Н.Н.* Вклад уральских лесоводов в разработку теоретических основ районирования лесов / Н.Н. Чернов // Леса России и хозяйство в них. – 2009. – № 3 (34). – С. 4-9.
24. *Кашпор, Н.Н.* Схема лесного районирования Российской Федерации / Н.Н. Кашпор, А.А. Мартынюк, В.И. Желдак и др. // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2011. – № 3. – С. 17-24.
25. *Дж.-О. Ким.* Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р.Клекка и др.; под ред. И. С. Енюкова. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
26. *Шейнгауз, А.С.* Опыт лесохозяйственного районирования на основе математико-статистической оценки классификационных признаков / А.С. Шейнгауз // Лесоведение. – 1975. – № 1. – С. 12-19.
27. Материалы по природно-экономической характеристике сельскохозяйственных микрорайонов СССР (опыт деления сельскохозяйственной территории СССР на микрорайоны в целях специализации и размещения сельского хозяйства) Часть 1. / Отв. редак. И.И. Никишин. – М.: изд-во экономической литературы, 1962. – 892 с.

Статья поступила в редакцию 06.05.14.

Ссылка на статью: Устинов М.В., Устинов М.М. Ресурсно-экологическое районирование лесов Брянской области // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 3 (23). – С. 18-30.

Информация об авторах

УСТИНОВ Михаил Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоустройства, Брянская государственная инженерно-технологическая академия. Область научных интересов – проблемы организации и ведения лесного хозяйства и лесной таксации, математического моделирования и информационных технологий. Автор (соавтор) пяти монографий и учебных пособий, более 60 методических разработок и статей.

УСТИНОВ Максим Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства, Российский государственный аграрный университет (МСХА) им. К.А. Тимирязева. Область научных интересов – проблемы организации и ведения лесного хозяйства и лесной таксации, математического моделирования лесных экосистем и информационных технологий. Автор трёх монографий и учебных пособий, более 20 методических разработок и статей.

RESOURCE AND ECOLOGICAL ZONING OF FORESTS IN BRYANSK OBLAST

M. V. Ustinov¹, M. M. Ustinov²¹ Bryansk State Engineering Academy,
26, Lenin avenue, Bryansk, 241050, Russian Federation
E-mail: mvustinov@mail.ru² Russian Timiryazev State Agrarian University,
49, Timiryazevskaya St. (Building № 6), Moscow, 127550, Russian Federation
E-mail: max32br@rambler.ru**Key words:** zoning; factor; variable; forestry; typicality; cluster; dispersion.

ABSTRACT

Forestry zoning has always been and still is of great importance for forest management. According to the Forest Code (2006), there was a radical change in the attitude to the forest lands rating towards their multipurpose use. Effective management of forestry and forest industry requires modern systematization of the division of the forest fund territory into the typical areas. **The purpose of the research** is to divide the Bryansk region territory into resource-ecological forest areas with the use of multivariate statistical methods. An assessment of the complex of 34 variables which are the characteristics of soil-climatic, ecological, forest and forest valuation factors was carried out. Besides the considered variables show economic, social and ecological factors in all the 18 forestries of the region. Six main components of the explained factors were determined. According to the Euclidean distance, soil and climatic factors have the greatest load. The second place in the load level take the areas of separate structures of the forest fund, the areas depending on the types of forests and taxation indices by forests' types. When clustering along the separation strategy, 7 groups of forestries by six main components were revealed. Their reliability is confirmed by clustering of the objects, subsequently conducted by the coordinates of objects in the system of 5 -, 4 - and 3 principal components. In the four analyzed variants of the discriminant assessment, an intercluster Mahalanobis distance (D^2) exceeds the 95 percent confidence level. An assessment of the differences between the averages of variables according to the Student's t-test revealed the variables influencing the difference between clusters. **Thus**, the selected clusters have the lowest variability of indicators, included in the analysis, and therefore they correspond to the notion of typicality (homogeneity) for the entire list of indicators involved. "A schematic map of the resource-ecological forest areas of the Bryansk region" which may serve as a basis for the typological, ecological, economic and other types of fractional or ambitious zoning as well as for other scientific and industrial purposes was made.

REFERENCES

1. Lesnoy Kodeks Rossiyskoy Federatsii: feder. zakon. Prinyat Gos. Dumoy 08 noyabrya 2006 g. [Forestry Code of the Russian Federation: federal law; adopted by State Duma on the 8th of November 2006]. Moscow: Prospekt : KnoRus, 2010. 48 p.
2. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Tyumenskoi oblasti: nauchnoe izdanie; red. N.A. Gvozdet'skiy [Physical and Geographical Regionalization in Tyumensk Oblast: study guide; under the editorship of N.A. Gvozdet'skiy]. Moscow: Izd-vo MGU, 1973. 246 p.
3. Armand D. L. Nauka o landshafte: osnovy teorii i logiko-matematicheskie metody [The Science of Landscape: the Foundations of Theory and Logico-Mathematical Methods]. Moscow: Mysl, 1975. 286 p.
4. Milkov F.N., Gvozdet'skiy N.A. Fizicheskaya geografiya SSSR. Obshchiy obzor evropeyskoy chasti SSSR. Kavkaz. Izd. 4 [General Review of European USSR]. Moscow: Vysshaya shkola, 1976. 448 p.
5. Isachenko A.G. Metody prikladnykh landshaftnykh issledovaniy [Methods of Applied Landscape Researches]. Leningrad: Nauka, 1980. 222 p.
6. Prokaev V.I. Ob uchete antropogennoy differentsiatsii sushy pri fiziko-geograficheskom rayonirovanii [On the Role of Anthropogenic Land Differentiation in Case of Physico-Geographical Zoning.]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources]. 1980. № 2. Pp. 24-30.
7. Sheingauz A.S., Dorofeeva A.A., Efremov D.F., Sapozhnikov A.P. Kompleksnoe lesokhozyaystvennoe rayonirovanie [Complex Forest Zoning]. Vladivostok: Dalnevostochnoe knizhnoe izdatelstvo, 1980. 142 p.
8. Mikhaylov N.I. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie [Physico-Geographical Zoning]. Moscow: Izdatelstvo MGU, 1986. 183 p.
9. Sochava V. B. Problemy fizicheskoi geografii i geobotaniki. Izbrannye trudy [Problems of Physical Geography and Geobotany: selecta]. Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie, 1986. 343 p.
10. Krylov G.V. Lesnye resursy i lesorastitelnoe rayonirovanie Sibiri i Dalnego Vostoka [Forest Resources and Forest Zoning in Siberia and Far East]. Novosibirsk: izdatelstvo Sibirskogo otd. AN SSSR, 1962. 240 p.
11. Kolesnikov B.P. Lesotekhnologicheskoe rayonirovanie i porayonnaya spetsializatsiya lesokhozyaystvennykh meropriyatiy na territorii Bolshogo Urala [Forest Zoning and District Specialization of For-

- est Activities at the Territory of Bolshoy Ural.]. *Institut lesa i drevesiny SO AN SSSR* [Institute of Forest and Timber, SO AN SSSR]. Krasnoyarsk, 1963. 128 p.
12. Tseplyaev V.P. *Lesy SSSR* [SSSR Forests]. Moscow: Selkhozizdat, 1961. 216 p.
13. Shumilova L.V. *Botanicheskaya geografiya Sibiri* [Botanical Geography of the Siberia]. Tomsk: Izdatelstvo Tomskogo universiteta, 1962. 439 p.
14. Smagin V.N., Ilinskaya S.A., Nazimova D.I., Novoseltseva I.F., Cherednikova Yu.S. *Tipy lesov Yuzhnoy Sibiri* [South Siberia Types of Forests]. Novosibirsk: Nauka, 1980. 336 p.
15. Smagin V.N. *Lesy basseyna reki Ussuri* [Forests in the Ussuri Basin]. Moscow: Izdatelstvo «Nauka», 1965. 272 p.
16. Kurnaev S.F. *Drobnoe lesorastitelnoe rayonirovanie Nechernozemnogo tsentra* [Fraction Forest Zoning in the Non-Black Soiling District]. Moscow: Nauka, 1982. 120 p.
17. Kurnaev S.F. *Lesorastitelnoe rayonirovanie SSSR* [SSSR Forest Zoning]. Moscow: Izdatelstvo «Nauka», 1973. 204 p.
18. Kireev D.M. *Lesnoe landshaftovedenie: uchebnoe posobie* [Forest Landscape Science: study guide]. Saint - Petersburg: SPbGLTA, 2007. 540 p.
19. Smolonogov E.P., Chernov N.N. Sistema rayonirovaniya lesnykh territoriy na primere Urala [Forest Territories Zone System (based on the example of the Ural)] *Lesovedenie* [Forestry]. 2005. № 2. Pp. 67-71.
20. Manovich V.N. Lesorastitelnoe rayonirovanie kak odin iz osnovnykh elementov, lezhashchikh v osnove lesnogo kadastra [Forest Zoning as One of the Main Elements, Laid in the Basis of Forest Cadaster]. *Interyekspo Geo-Sibir*. 2006. Volume. 2. № 1. Pp. 220-223.
21. Freiberg I.A., Zalesov S.V., Luganskiy N.A. Lesorastitelnoe rayonirovanie zauralskoy lesostepi [Forest Zoning of Trans-Uralian Forest-Steppe]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [News of Higher Institutions. Forest Journal]. 2007. № 2. Pp. 34-40.
22. Kuzmenko E.I. Ekologo-geograficheskoe nizovoe rayonirovanie lesnykh territoriy [Ecological and Geographic Grassroots Zoning of Forests]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources]. 2008. № 3. Pp. 139-144.
23. Chernov N.N. Vklad uralskikh lesovodov v razrabotku teoreticheskikh osnov rayonirovaniya lesov [Contribution of the Uralian Foresters to the Elaboration of the Theory of Forests Zoning]. *Lesy Rossii i khozyaystvo v nikh* [Russian Forests and their Management]. 2009. № 3 (34). Pp. 4-9.
24. Kashpor N.N., Martynyuk A.A., Zheldak V.I., Sidorenkov V.M., Trushina I.G., Kudryashov P.V., Solontsov O.N. Skhema lesnogo rayonirovaniya Rossiyskoi Federatsii [A Scheme of Forest Zoning in the Russian Federation]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa - Lesnoi vestnik* [Vestnik of Moscow Forest University – Forest Vestnik]. 2011. № 3. Pp. 17-24.
25. Kim Dzh.-O., Muller Ch.U., Klekka U.R. et al. Faktornyy, diskriminantnyy i klasternyy analiz: per. s angl.; pod. red. I. S. Enyukova [Factor, Discriminant and Cluster Analysis: translated from English; under the editotship of Enyukov I.S.]. Moscow: Finansy i statistika, 1989. 215 p.
26. Sheingauz A.S. Opyt lesokhozyaystvennogo rayonirovaniya na osnove matematiko-statisticheskoy otsenki klassifikatsionnykh priznakov [Forest Zoning Experience on the Basis of Mathematical and Statistical Assessment of the Criterion of Classification]. *Lesovedenie* [Forestry]. 1975. № 1. Pp. 12-19.
27. Materialy po prirodno-ekonomicheskoy kharakteristike selskokhozyaystvennykh mikrorayonov SSSR (opyt deleniya selskokhozyaystvennoy territorii SSSR na mikrorayony v tselyakh spetsializatsii i razmeshcheniya selskogo khozyaystva); otv. redaktor I.I. Nikishin; chast 1 [Materials on the Natural and Economic Characteristics of Agricultural MicroDistricts of the USSR (an experience of division of the USSR agricultural territory into micro-districts with the aim to specialize and arrange agriculture.)]. Moscow: izdatelstvo ekonomicheskoy literatury, 1962. 892 p.

The article was received 06.05.14.

Citation for an article: Ustinov M. V., Ustinov M. M. Resource and ecological zoning of forests in bryansk oblast. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2014. No 3(23). Pp. 18-30.

Information about the authors

USTINOV Mikhail Vasilyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Chair of Forest Surveying, Bryansk State Engineering Academy. Research interests – organization and management of forests and forest inventory implementation, mathematic simulation and IT technologies. The author (coauthor) of five monographs and study guides, more than 60 guidance papers and articles.

USTINOV Maxim Mikhaylovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Chair of Forestry, Russian Timiryazev State Agrarian University. Research interests – problems of forest and forest inventory management, mathematical simulation of forest ecosystems and IT technologies. The author of three monographs and study guides, more than 20 methodic papers.