

УДК 631.421/57.087

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МНОГООБРАЗИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПАХОТНЫХ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ТРУБЧЕВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)\*

В.П. Самсонова, М.И. Кондрашкина, Д.Г. Кротов

Оценена степень пространственного варьирования агрохимически важных свойств пахотного горизонта ( $pH_{KCl}$ , гидролитическая кислотность, емкость поглощения, степень насыщенности основаниями, содержание гумуса, подвижного фосфора и обменного калия). Показано, что разбиение совокупности на подсовкупности, соответствующие классификационным единицам, заметно уменьшает степень варьирования гумуса и физико-химических свойств, практически не изменяя вариабельность  $pH$ , содержания подвижного фосфора и обменного калия. Дискриминантный анализ показывает, что пахотные горизонты дерново-среднеподзолистых, серых лесных и темно-серых лесных почв удовлетворительно классифицируются при данном наборе свойств. Плохо классифицируются болотно-подзолистые и серые лесные оглеенные почвы, светло-серые лесные занимают промежуточное положение, тяготея к серым лесным.

*Ключевые слова:* пространственная изменчивость, агрохимические свойства, дискриминантный анализ.

### Введение

Инвентаризация почвенного покрова и мониторинг его состояния требуют знания не только о среднем уровне того или иного показателя, но и сведений о характере статистического распределения значений. Сопоставление средних значений без учета их возможного разнообразия в пространстве может привести как к недооценке, так и переоценке качества почв тех или иных территорий, а также и масштаба их временной изменчивости [2]. Степень изменчивости почвенных свойств даже на небольших площадях может быть весьма значительной [5, 13]. Коэффициенты вариации для отдельных показателей (например, содержание питательных элементов) порой достигают 30—50% и более [4, 9, 10]. К сожалению, первичные сведения о состоянии почвенного покрова России в настоящее время труднодоступны, поэтому данные о возможном многообразии свойств почв в пределах территории в фиксированные моменты времени представляют несомненную ценность.

В 1981—1983 гг. Министерством сельского хозяйства СССР было осуществлено масштабное изучение почв Брянской обл., в результате которого не только составлены почвенные карты отдельных районов и области в целом, но и подробно определены агрохимические и физико-химические свойства почв. В настоящей работе представлены результаты статистической обработки данных по свойствам почв Трубчевского р-на. Обследование проводили независимо от агрохимической характеристики угодий и по другой методике, поэто-

му цифры представляют независимую выборку, их можно рассматривать как надежную реперную точку при оценке качества почвенного покрова и при мониторинге его состояния в этом районе. Цель настоящей работы — оценка степени изменчивости свойств пахотного горизонта почв в пределах административного района и вклад в нее принадлежности к отдельным почвенным классификационным единицам.

### Объекты и методы исследования

Пробы отбирали по генетическим горизонтам из почвенных разрезов, в основном заложенных на пахотных почвах (267 из 288) Трубчевского р-на. Почвы классифицировались согласно [3]. На территории преобладали серые лесные почвы от светло- до темно-серых (всего 138 разрезов) и дерново-подзолистые (слабо- и среднеподзолистые, в небольшом числе сильноподзолистые; 95 разрезов). Серые лесные оглеенные и дерново-подзолистые оглеенные почвы представлены 31 разрезом; в двух разрезах обнаружены овражно-балочные, в одном — пойменные дерновые зернистые почвы. Дерново-подзолистые почвы распространены на покровных суглинках или водно-ледниковых отложениях, серые лесные — в основном на лёссовидных, изредка — на покровных суглинках. Их гранулометрический состав преимущественно легкий: от песков до легких суглинков (редко). Серые лесные почвы — легкосуглинистые.

В почвах определяли  $pH_{KCl}$ , гидролитическую кислотность ( $H_T$ ), сумму поглощенных оснований,

\* Работа выполнена при поддержке фонда РФФИ (грант № 16-44-320069).

емкость катионного обмена (ЕКО), содержание гумуса (по Тюрину), подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) и обменного калия ( $K_2O$ , вытяжка Кирсанова). В настоящей работе мы ограничились изучением лишь пахотного горизонта, поскольку три последних показателя в более глубоких горизонтах не определялись. Статистическая обработка проведена с использованием пакета STATISTICA 8.

## Результаты и их обсуждение

Статистические характеристики по району в целом. Статистические показатели физико-химических и агрохимических свойств [8, 12] находятся на уровне средних и высоких значений (табл. 1). Обращает на себя внимание тот факт, что за последние 30 лет средняя величина рН пахотного слоя статистически значимо увеличилась, содержание гумуса и обменного калия осталось на прежнем уровне, а по среднему содержанию подвижного фосфора почвы района перешли в категорию высокообеспеченных. При этом даже при отсутствии известкования средние величины рН с 2007 к 2016 г. статистически значимо увеличились. Это может быть обусловлено не истинным уменьшением кислотности почвы, а колебаниями средних значений вследствие высокой пространственной неоднородности.

Коэффициенты вариации всех показателей, за исключением рН, находятся на уровне 40–65%, что свидетельствует о значительной неоднородности пахотных почв. Так, минимальные значения рН, содержания гумуса, фосфора и калия на данной территории низкие, в то время как максимальные соответствуют хорошообеспеченным почвам.

Статистические характеристики по отдельным классификационным единицам. По степени кислотности почвы в основном близки к нейтральным.

Для подтипов серых лесных и дерново-слабоподзолистых почв рН равен 5,7. Дерново-среднеподзолистые относятся к слабокислым — рН 5,15. Показатель стандартного отклонения близок к 0,5, что свидетельствует о небольшом разбросе значений (табл. 2). По значениям гидролитической кислотности почвы относятся к слабокислым и нейтральным [7]. Исключение составляют темно-серые лесные, которые попадают в группу среднекислых почв. Все остальные почвы, за исключением последней группы, не нуждаются в известковании.

Значения суммы обменных оснований, емкости катионного обмена и, как следствие, степени насыщенности основаниями для выделенных почв соответствуют классификационным приержкам. Дерново-подзолистые почвы, независимо от степени оподзоленности и смывости, попадают в группу низких значений суммы обменных оснований [7], серые лесные — в группу повышенных значений, как и пять точек серой лесной намытой почвы.

Подтипы серой лесной почвы образуют группу умеренно низких значений емкости катионного обмена — 151–242 мг-экв/кг почвы. Для дерново-подзолистых почв значения признака соответствуют очень низкому (44 мг-экв/кг) и низкому (65–104 мг-экв/кг) уровням.

Наблюдается общая тенденция увеличения содержания гумуса в пахотном горизонте при переходе от дерново-подзолистых к темно-серым лесным почвам. Значения содержания гумуса дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв близки. Наименьшие значения отмечены в дерново-слабоподзолистых слабосмытых (1,02%) и светло-серых лесных слабосмытых (0,9%). Большая часть дерново-подзолистых почв разной степени оподзоленности и смывости попадает в группу с содержанием гумуса от 1,14 до 2,03%. Этой же группе

Таблица 1

Статистические характеристики

Статистики	рН	$H_T$ , мг-экв/кг	Сумма обменных оснований, мг-экв/кг	ЕКО, мг-экв/кг	$V$ , %	$C$ , %	$P_2O_5$ , мг/кг	$K_2O$ , мг/кг
Среднее	5,50	24,9	110,1	135,1	78,3	2,31	119,3	97,5
Среднее (2007) [8]	5,70	—	—	—	—	2,30	187,5	108,5
Среднее (2016) [12]	5,88	—	—	—	—	2,32	222,0	98,0
Медиана	5,4	2,1	11,5	13,6	81,1	2,2	100,0	84,5
Минимум	4,5	0,2	0,6	2,3	17,6	0,2	5,0	10,0
Максимум	7,1	8,1	24,6	30,7	98,6	5,4	280,0	366,0
Стандартное отклонение	0,55	1,57	5,95	6,53	13,88	0,96	76,9	64,4
Коэффициент вариации	10,01	63,00	54,01	48,33	17,73	41,80	64,4	66,1
Ошибка среднего	0,03	0,10	0,37	0,40	0,85	0,06	4,7	4,0

Т а б л и ц а 2

## Значения свойств почв разных типов (подтипов)

Почва, число разрезов	РН	H <sub>r</sub> , мг-экв/кг почвы	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/кг почвы	ЕКО, мг-экв/кг почвы	V, %	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы
Дерново-слабоподзоли- стые (18)	<u>5,68</u> 0,57	<u>17,8</u> 10,2	<u>71,4</u> 24,4	<u>89,2</u> 23,9	<u>78,75</u> 14,70	<u>1,77</u> 0,43	<u>143,00</u> 83,87	<u>134,72</u> 114,61
Дерново-слабоподзолистые намытые (1)	<u>5,50</u> 0	<u>22,0</u>	<u>83,0</u> 0	<u>104,0</u> 0	<u>79,90</u> 0	<u>2,20</u> 0	<u>150</u> 0	<u>120</u> 0
Дерново-слабоподзолистые слабосмытые (5)	<u>4,88</u> 0,11	<u>24,6</u> 3,8	<u>44,0</u> 19,6	<u>68,6</u> 18,4	<u>62,39</u> 9,59	<u>1,02</u> 0,48	<u>59,80</u> 52,64	<u>102,40</u> 67,38
Дерново-среднеподзоли- стые (58)	<u>5,15</u> 0,51	<u>21,9</u> 20,9	<u>43,7</u> 19,9	<u>65,6</u> 29,2	<u>67,19</u> 17,00	<u>1,53</u> 1,09	<u>90,36</u> 63,85	<u>85,34</u> 59,12
Дерново-среднеподзоли- стые слабосмытые (8)	<u>5,23</u> 0,67	<u>13,9</u> 8,3	<u>30,0</u> 16,0	<u>43,9</u> 23,5	<u>68,83</u> 7,66	<u>1,14</u> 0,43	<u>68,38</u> 43,72	<u>94,13</u> 70,40
Дерново-среднеподзоли- стые намытые (3)	<u>5,40</u> 0,78	<u>18,3</u> 2,5	<u>90,0</u> 18,7	<u>108,3</u> 21,2	<u>82,95</u> 0,98	<u>2,03</u> 0,32	<u>145,67</u> 56,62	<u>445,33</u> 567,01
Дерново-слабоподзолистые слабogleеватые (1)	<u>4,70</u> 0	<u>14,0</u>	<u>12,0</u> 0	<u>26,0</u> 0	<u>46,60</u> 0	<u>1,50</u> 0	<u>84,00</u> 0	<u>244,00</u> 0
Дерново-слабоподзолистые глееватые (4)	<u>4,95</u> 0,21	<u>28,5</u> 16,4	<u>75,8</u> 26,3	<u>104,3</u> 23,5	<u>71,80</u> 19,20	<u>1,93</u> 0,05	<u>80</u> 88,09	<u>103,00</u> 78,73
Дерново-подзолистые глее- ватые (5)	<u>5,32</u> 0,75	<u>25,6</u> 13,0	<u>89,2</u> 33,3	<u>114,4</u> 44,5	<u>78,86</u> 7,82	<u>1,58</u> 0,38	<u>59,80</u> 46,32	<u>74,80</u> 36,74
Темно-серые лесные (17)	<u>5,66</u> 0,41	<u>42,4</u> 18,9	<u>196,2</u> 32,2	<u>238,4</u> 33,0	<u>81,02</u> 9,21	<u>4,06</u> 0,48	<u>153,65</u> 82,92	<u>109,82</u> 62,15
Темно-серые лесные сла- босмытые (2)	<u>5,65</u> 0,35	<u>33,0</u> 17,0	<u>169,5</u> 16,3	<u>202,5</u> 7	<u>84,00</u> 8,63	<u>3,00</u> 0	<u>78,50</u> 13,44	<u>60,50</u> 34,65
Серые лесные (67)	<u>5,70</u> 0,48	<u>27,6</u> 16,9	<u>153,7</u> 26,1	<u>181,4</u> 28,6	<u>85,00</u> 8,45	<u>2,91</u> 0,39	<u>136,43</u> 77,84	<u>93,28</u> 56,90
Серые лесные намытые (5)	<u>5,92</u> 0,67	<u>15,4</u> 6,7	<u>140,4</u> 27,5	<u>157,2</u> 24,6	<u>90,02</u> 4,21	<u>3,30</u> 0,50	<u>116,20</u> 87,03	<u>99,00</u> 46,83
Серые лесные слабосмы- тые (19)	<u>5,72</u> 0,44	<u>21,7</u> 10,8	<u>129,4</u> 37,3	<u>151,1</u> 35,3	<u>84,81</u> 8,70	<u>2,24</u> 0,39	<u>166,37</u> 69,81	<u>97,95</u> 48,22
Серые лесные среднесмы- тые (7)	<u>5,67</u> 0,49	<u>23,0</u> 13,8	<u>138,9</u> 29,2	<u>161,9</u> 39,0	<u>86,73</u> 6,90	<u>1,31</u> 0,43	<u>144,43</u> 68,91	<u>77,14</u> 33,35
Светло-серые лесные (10)	<u>5,66</u> 0,35	<u>24,6</u> 10,3	<u>127,5</u> 24,6	<u>152,1</u> 29,1	<u>84,12</u> 5,72	<u>2,10</u> 0,39	<u>128,50</u> 82,04	<u>82,90</u> 59,16
Светло-серые лесные сла- босмытые (6)	<u>5,67</u> 0,53	<u>18,8</u> 15,4	<u>70,5</u> 24,2	<u>87,8</u> 23,1	<u>78,80</u> 15,57	<u>2,03</u> 0,65	<u>87,50</u> 61,20	<u>130,17</u> 63,93
Светло-серые лесные сред- несмытые (1)	<u>5,20</u> 0	<u>29,0</u>	<u>74,0</u> 0	<u>105,0</u> 0	<u>71,80</u> 0	<u>0,90</u> 0	<u>75,00</u> 0	<u>66,00</u> 0
Темно-серые лесные сла- бogleеватые (1)	<u>5,20</u> 0	<u>62,0</u>	<u>158,0</u> 0	<u>220,0</u> 0	<u>71,90</u> 0	<u>4,00</u> 0	<u>88,00</u> 0	<u>35,00</u> 0
Серые лесные слабogleева- тые (12)	<u>5,94</u> 0,54	<u>29,0</u> 24,3	<u>163,9</u> 43,7	<u>192,1</u> 51,4	<u>85,75</u> 9,62	<u>3,41</u> 0,45	<u>141,58</u> 84,03	<u>129,58</u> 76,52
Светло-серые лесные сла- бogleеватые (2)	<u>5,80</u> 0	<u>23,0</u> 12,7	<u>135,0</u> 43,8	<u>158,0</u> 56,6	<u>86,00</u> 3,11	<u>2,70</u> 0,42	<u>250</u> 0	<u>149,00</u> 134,35
Темно-серые лесные глее- ватые (1)	<u>5,40</u> 0	<u>48,0</u>	<u>194,0</u> 0	<u>242,0</u> 0	<u>80,10</u> 0	<u>4,30</u> 0	<u>100</u> 0	<u>74,00</u> 0
Серые лесные глееватые (5)	<u>5,20</u> 0,12	<u>46,8</u> 21,9	<u>148,6</u> 38,0	<u>195,4</u> 37,4	<u>75,68</u> 9,86	<u>3,46</u> 0,66	<u>43,60</u> 27,01	<u>85,00</u> 58,57
Светло-серые лесные глее- ватые (3)	<u>5,03</u> 0,25	<u>37,3</u> 6,4	<u>75,3</u> 37,0	<u>112,7</u> 41,6	<u>65,17</u> 8,13	<u>2,50</u> 0,61	<u>95,67</u> 7,51	<u>86,67</u> 21,20

Окончание табл. 2

Почва, число разрезов	РН	H <sub>p</sub> , мг-экв/кг почвы	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/кг почвы	ЕКО, мг-экв/кг почвы	V, %	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы
Аллювиальные дерновые зернистые глееватые (1)	$\frac{7,00}{0}$	$\frac{3,0}{0}$	$\frac{120,0}{0}$	$\frac{133,0}{0}$	$\frac{98,00}{0}$	$\frac{2,90}{0}$	$\frac{250}{0}$	$\frac{170}{0}$
Овражно-балочные дерни- стые намытые глееватые (1)	$\frac{6,40}{0}$	$\frac{16,0}{0}$	$\frac{151,0}{0}$	$\frac{167,0}{0}$	$\frac{90,50}{0}$	$\frac{2,50}{0}$	$\frac{125,00}{0}$	$\frac{105,00}{0}$
Среднее (264)	$\frac{5,52}{0,56}$	$\frac{26,4}{9,6}$	$\frac{111,0}{28,3}$	$\frac{136,2}{64,8}$	$\frac{78,50}{13,96}$	$\frac{2,32}{0,96}$	$\frac{120,78}{76,75}$	$\frac{104,80}{89,28}$

Примечание. Над чертой — величина показателя в соответствующих единицах, под чертой — стандартное отклонение.

принадлежит и серая лесная среднесмытая почва — 1,31% (семь разрезов). От 2,03 до 4,30% гумуса содержится в почвах ряда от светло- до темно-серых лесных разной степени смытости и оглеенности. В эту же группу попадают точки, заложенные на почвах дерново-слабоподзолистых намытых (2,20%) и пойменных дерновых зернистых глееватых (2,9%). По сравнению с другими почвами дерново-среднеподзолистые неоднородны по содержанию гумуса. Об этом свидетельствуют более высокие значения стандартного отклонения.

По подвижному фосфору большая часть серых лесных и дерново-слабоподзолистая почвы относятся к группе повышенного и высокого содержания — 100—250 мг/кг почвы [7]. Дерново-среднеподзолистые и некоторое число разрезов светло- и темно-серых лесных почв разной степени оглеения содержат от 59,8 до 95,7 мг/кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, что соответствует их средней степени обеспеченности этим элементом. Только пять точек, принадлежащих серой лесной глееватой почве, попадают в группу с низкой обеспеченностью (43,6 мг/100 г).

По содержанию подвижного калия большая часть почв попадает в группу средней обеспеченности — 82,9—120,0 мг/кг [7]. Небольшое число разрезов отнесено к группе с низкой обеспеченностью — 60,5—77,1 мг/кг. Несколько большее число разрезов дерново-слабоподзолистых и серых лесных почв имеют содержание подвижного калия от 129,6 до 366 мг/кг, что соответствует высокой и очень высокой градации этого элемента.

Оценка вклада принадлежности к отдельным классификационным единицам в общую изменчивость свойств. Влияние принадлежности почв отдельным классификационным единицам оценено при помощи дисперсионного анализа. Некоторые из классификационных градаций содержат небольшое число значений (1—5), поэтому были исключены из анализа. В итоге сравнивали подтипы дерново-подзолистых, дерново-подзолистых оглеенных, серых лесных и серых лесных оглеенных почв. Оказалось, что такие свойства, как гидролитическая кислотность, сумма обменных катионов, емкость поглощения и степень насы-

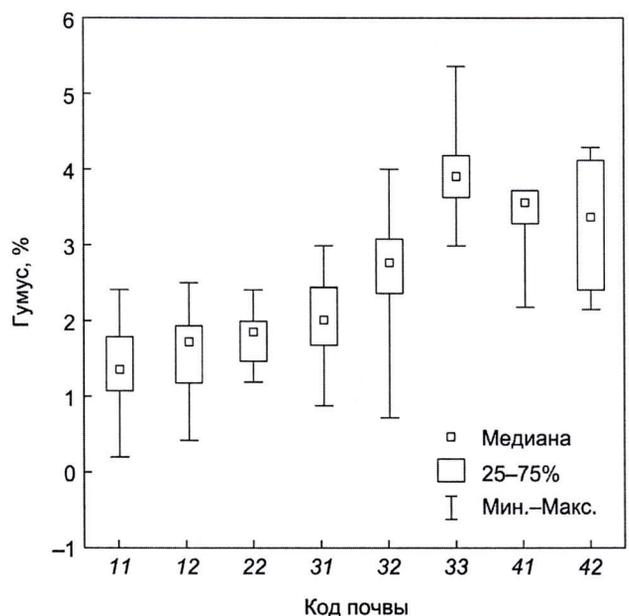
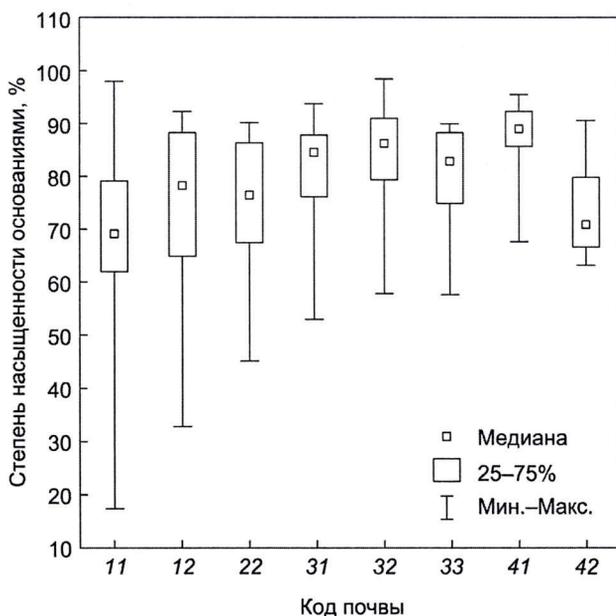


Рис. 1. Изменчивость некоторых свойств почвенного покрова в пределах административного района

щенности основаниями обнаруживают неоднородность дисперсий по грациям, причем для некоторых показателей (степень насыщенности основаниями, емкость поглощения) можно заметить отчетливую приуроченность большей изменчивости к типу почвы (рис. 1). Возможно, это обусловлено неодинаковостью внесения удобрений и мелиорантов, однако имеющиеся данные не позволяют отделить сельскохозяйственное воздействие от случайной составляющей. Один из приемов, позволяющих нивелировать неоднородность дисперсий, — использование некоторых преобразований, приводящих распределение к нормальному [1]. Для отмеченных свойств такие преобразования были сделаны, после чего дисперсии преобразованных значений можно признать однородными.

**Дисперсионный анализ**, проведенный для восьми наиболее многочисленных подтипов почв, показал, что влияние принадлежности к отдельным классификационным единицам проявляется для всех свойств, за исключением обменного калия (табл. 3).

**Составляющие дисперсий свойств.** Общие дисперсии свойств были разделены на две составляющие: первая соответствовала принадлежности к классификационным единицам на уровне подтипа, вторая — случайная. В роли последней выступает сумма изменчивости, связанной а) с аналитическими погрешностями, б) на небольших расстояниях в пределах угодий и в) обусловленной историей землепользования, т.е. проводимыми на территории мелиорацией, сельскохозяйственной обработкой, внесением удобрений и т.п.

Оказалось, что для свойств, сравнительно мало меняющихся во времени (сумма поглощенных катионов, емкость поглощения, содержание гумуса) доля случайной дисперсии не превышает 30%, а со-

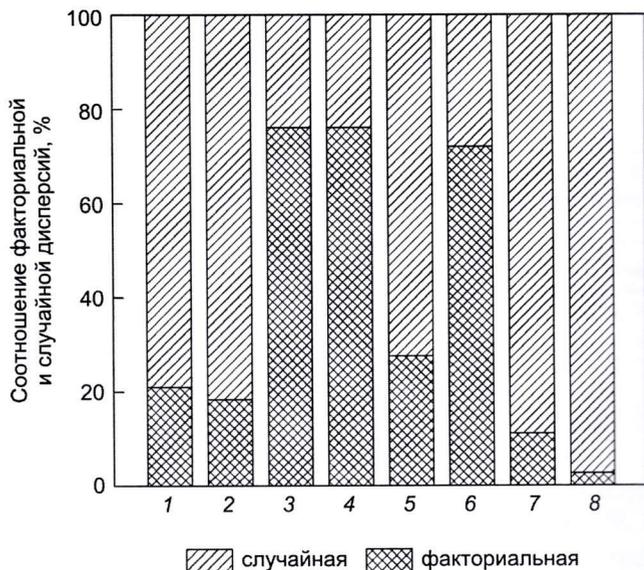


Рис. 2. Соотношение факториальной и случайной дисперсий: 1 — рН, 2 — гидролитическая кислотность, 3 — сумма обменных оснований, 4 — емкость поглощения, 5 — степень насыщенности основаниями, 6 — гумус, 7 —  $P_2O_5$ , 8 —  $K_2O$

держание питательных свойств, регулируемых при помощи внесения удобрений, характеризуется высокой случайной составляющей (рис. 2). Величина рН и гидролитическая кислотность занимают промежуточное положение.

**Дискриминантный анализ.** Проверку качества разделения имеющейся совокупности данных в соответствии с классификационной принадлежностью почв проводили при помощи дискриминантного анализа. Группирующая переменная представляла собой коды отнесения почв к подтипам, поскольку при более детальном разделении в отдельные градации попадало всего одно-два значения. Рассматривались подтипы дерново-подзолистых, болотных, серых лесных и серых лесных оглеенных почв — всего восемь подтипов. Для построения дискриминантных функций отобрали такие

Т а б л и ц а 3

Результаты дисперсионного анализа

Свойство	Факториальная сумма квадратов	Число степеней свободы	Средние факториальные квадраты	Случайная сумма квадратов	Число степеней свободы	Средние случайные квадраты	F-критерий	p-значение
рН	14,96	5	2,99	68,15	261	0,26	11,46	0,0000
$H_T$ , мг-экв/кг	6492	5	1298	59 257	261	227	5,72	0,0001
Сумма обменных оснований, мг-экв/кг	605 879	5	121 176	327 330	261	1254	96,62	0,0000
ЕКО, мг-экв/кг	701 142	5	140 228	424 836	261	1628	86,15	0,0000
V, %	11 864	5	2372,80	39 378,18	261	150,87	15,73	0,0000
Гумус, %	124,98	5	25,00	120,69	261	0,46	54,06	0,0000
$P_2O_5$ , мг/кг	1403,13	5	280,63	14 408,58	261	55,21	5,08	0,0002
$K_2O$ , мг/кг	222,41	5	44,48	10 744,14	261	41,17	1,08	0,3715

Т а б л и ц а 4

## Классификационная матрица

Код почвы	Доля правильной классификации, %	11	12	22	31	32	33	41	42
		$p = 0,268$	$p = 0,091$	$p = 0,041$	$p = 0,075$	$p = 0,378$	$p = 0,075$	$p = 0,041$	$p = 0,026$
11	87,3	62	6	1	1	1	0	0	0
12	33,3	12	8	0	2	2	0	0	0
22	0,0	7	1	0	1	2	0	0	0
31	20,0	5	1	0	4	10	0	0	0
32	90,0	1	2	0	3	90	2	0	2
33	75,0	0	0	0	0	4	15	1	0
41	18,2	0	0	0	0	6	3	2	0
42	14,3	1	0	0	0	3	2	0	1

П р и м е ч а н и е. Коды почв: 11 — дерново-среднеподзолистая, 12 — дерново-слабоподзолистая, 22 — дерново-подзолистая глееватая, 31 — светло-серая лесная, 32 — серая лесная, 33 — темно-серая лесная, 41 — серая лесная слабоглееватая, 42 — серая лесная глееватая (здесь и на рис. 1).

показатели, как рН, содержание гумуса и степень насыщенности основаниями. Остальные свойства, согласно критерию Уилкса ( $\lambda$ ), оказались неинформативными и были исключены из дальнейшего анализа.

Наиболее точно классифицируются дерново-среднеподзолистые, серые лесные и темно-серые лесные почвы (табл. 4).

Основная масса дерново-слабоподзолистых почв тяготеет к дерново-среднеподзолистым, однако две точки попадают в градацию светло-серых и еще две — серых лесных. Дерново-подзолистые глееватые почвы не классифицируются в системе анализируемых признаков, а распределяются между дерново-подзолистыми, светло-серыми и серыми лесными почвами. Лишь 20% светло-серых лесных почв попадают в «правильную» категорию, остальные распределяются между дерново-средне- и слабоподзолистыми и серыми лесными почвами. Собственно серые лесные почвы классифицируются точнее всех (на 90%), однако несколько точек все-таки попадают в другие категории.

Таким образом, принадлежность пахотных горизонтов почв на рассматриваемой территории к отдельным классификационным почвенным единицам на типовом и подтиповом уровнях [3] может быть использована в качестве предиктора для определения некоторых их свойств. Случайное варьирование оказывается низким для свойств, связанных с «почвой-памятью». Особенно важно это для содержания гумуса, для которого в настоящее время предпринимаются попытки оценить его баланс в пределах разных территорий. По этому показателю светло-серые лесные почвы отличаются от серых лесных и дерново-слабоподзолистых [11]. Районные и областные почвенные карты, составленные в прошлом веке, могут

служить надежным источником информации для этих целей.

В то же время с использованием имеющегося набора свойств не всегда удается надежно разделить почвы на подтиповом уровне классификации 1977 г. В отличие от серых лесных почв Волжско-Камской лесостепи, профили которых хорошо разделялись на типовом уровне классификации 2004 г. [6], классификация пахотных горизонтов серых лесных почв обнаруживает большую размытость. Это обусловлено как объективными, так и субъективными причинами. Во-первых, в настоящей работе классифицировались лишь верхние, пахотные, горизонты. Можно ожидать, что учет особенностей более глубоких горизонтов будет приводить к более надежному разделению почв. Во-вторых, к объективным причинам можно отнести недостаточность агрохимических и физико-химических свойств пахотного горизонта для разделения совокупности данных на подтиповом уровне. Известкование и внесение органических и минеральных удобрений, изменяя статус обеспеченности почвы питательными веществами, мало влияют на ее морфологический облик, поэтому сельскохозяйственное использование, разнонаправленно меняя свойства пахотного горизонта, размывает существующую классификацию почвенных объектов. Особенности почвообразующей породы также могут вносить свой вклад в возможность различения светло-серых лесных и дерново-подзолистых почв. Поскольку почвообразующие породы Трубчевского р-на имеют супесчаный и легкосуглинистый состав, морфологические особенности зачастую не слишком отчетливо выражены. И, наконец, при полевом описании возможны субъективные ошибки отнесения почвы к той или иной категории.

## Выводы

● В пределах административного района степень пространственной изменчивости свойств пахотных почв оказывается высокой. Коэффициенты вариации превышают 40%. Наибольшие коэффициенты вариации соответствуют содержанию подвижного фосфора и обменного калия, что свидетельствует о существенной неодинаковости в обеспеченности угодий этими элементами.

● Доля дисперсии, объясняемая принадлежностью к определенным классификационным группам, минимальна для свойств, изменяющихся под действием сельскохозяйственных обработок (рН, содержание питательных элементов). Дисперсия

содержания гумуса, емкости поглощения, суммы поглощенных оснований более чем на 50% обусловлена классификационной принадлежностью.

● Рассмотренные свойства пахотного горизонта не позволяют однозначно отнести на типовом уровне светло-серые лесные почвы ни к серым лесным, ни к дерново-подзолистым. Размытость классификационного положения может быть обусловлена как недостаточностью используемых при классификации признаков и значительным изменением агрохимических свойств при сельскохозяйственной обработке, так и ошибками классификации при первичном описании почвенного профиля.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенский Ю.Н. Многомерные Т-нормальные распределения в прикладной статистике // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Пермь, 1998.
2. Дмитриев Е.А. Теоретические и методологические проблемы почвоведения. М., 2001.
3. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н. Классификация и диагностика почв СССР. М., 1977.
4. Жарова Е.В., Железова С.В., Самсонова В.П. Пространственное варьирование свойств агросеры почвы в пределах сельскохозяйственного угодья Владимирского Ополя // Почвоведение. 2002. № 8.
5. Иванов А.И., Конашенков А.А., Хомяков Ю.В. и др. Оценка параметров пространственной неоднородности показателей плодородия дерново-подзолистых почв // Агрохимия. 2014. № 2.
6. Копосов Г.Ф., Валева А.А. Численные методы выделения типов почв лесостепи // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 79.
7. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения (утв. Минсельхозом РФ 24.09.2003, Россельхозакадемией 17.09.2003). М., 2003.
8. Прудников П.В., Карпеченко С.В., Новиков А.А. и др. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Брянской области. Брянск, 2007.
9. Самсонова В.П., Кротов Д.Г., Лавринова Е.Ю. Пространственная изменчивость агрохимических свойств сельскохозяйственных угодий Брянской области // Агрохимия. 2017. № 7.
10. Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л., Мелиховская П.В. и др. Пространственная изменчивость агрохимических свойств в пределах сельскохозяйственного угодья (агросерые почвы) // АГРО XXI. 2010. № 7—9.
11. Урусевская И.С., Мешалкина Ю.Л., Хохлова О.С. Гумусное состояние серых лесных почв центра Русской равнины, развитых на разных почвообразующих породах // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 1997. № 1.
12. Чекарчев П.А., Прудников П.В. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв, эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30, № 7.
13. Zongming Wang, Bai Zhang, Kaishan Song et al. Landscape and Land-Use Effects on the Spatial Variation of Soil Chemical Properties // Communicat. in Soil Sci. and Plant Analysis. 2009. Vol. 40, Iss. 15/16.

Поступила в редакцию 13.07.2018  
После доработки 10.09.2018  
Принята к публикации 11.09.2018

## SPATIAL VARIABILITY OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF ARABLE SOILS (CASE STUDY: TRUBCHEVSK DISTRICT OF THE BRYANSK REGION)

V.P. Samsonova, M.I. Kondrashkina, D.G. Krotov

The degree of spatial variation of agrochemically important properties of plowing horizon (pH KCl, hydrolytic acidity, absorption capacity, the degree of saturation of bases, humus content, mobile phosphorus and exchange potassium) is estimated. It is shown that the partition of the set into subsets corresponding to classification units significantly reduces the degree of variation of humus and physico-chemical properties, practically without changing the variability of pH, the content of mobile phosphorus and exchange potassium. Discriminant analysis shows that the arable horizons of sod-medium podzolic, gray forest and dark gray forest soils are satisfactorily classified for a given set of properties. Poorly classified bog-

podzolic and gray forest gleyed soils. Light gray forest soils occupy an intermediate position, gravitating toward gray forest soils.

*Key words:* spatial variability, agrochemical properties, discriminant analysis.

*Сведения об авторах*

**Самсонова Вера Петровна**, докт. биол. наук, доцент каф. общего земледелия и агро-экологии ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* vkbun@mail.ru. **Кондрашкина Марина Иосифовна**, канд. биол. наук, доцент каф. общего земледелия и агро-экологии ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. *E-mail:* kondra\_mar@mail.ru. **Кротов Дмитрий Геннадьевич**, канд. с.-х. наук, доцент Брянского государственного аграрного университета. *E-mail:* krotov@mail.ru.