

УДК 332.37

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА

А. В. КОЛМЫКОВ, А. Н. АВДЕЕВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 18.01.2019)

Обеспечение эффективного использования земельных ресурсов является актуальным вопросом и вызвано необходимостью удовлетворения потребности в них всех субъектов хозяйствования на земле. Для сельскохозяйственного производства земля является базовым, основополагающим ресурсом. В этой отрасли она выступает как предмет труда, средство труда и пространственный операционный базис. В Республике Беларусь основная часть земельных ресурсов распределена между сельскохозяйственными организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, гражданами и государственными лесохозяйственными организациями. Организация полного и рационального использования земель сельскохозяйственных организаций входит в состав системы мероприятий проводимых при землеустройстве. Следует отметить, что важной задачей современного землеустройства является учет региональных условий использования земель в сельскохозяйственном производстве, который может быть обеспечен посредством зонирования территории. В статье рассмотрены технические, экономические и экологические показатели, влияющие на использование земель в сельскохозяйственных организациях Минской области, предложен методический подход к установлению эколого-хозяйственных зон. Раскрыт механизм процесса выделения однородных групп районов при помощи кластерного анализа методом *k*-средних и программного пакета для статистического анализа STATISTICA. Исследована возможность использования совокупности технических, экономических и экологических показателей, влияющих на использование земель в сельскохозяйственных организациях для эколого-хозяйственного зонирования территории. С использованием программного пакета STATISTICA и установленных показателей выполнена эколого-хозяйственная группировка и определены три группы административных районов Минской области. На основе полученных результатов зонирования даны предложения по организации использования земель сельскохозяйственных организаций в районах Минской области и проведению землеустройства.

Ключевые слова: земельные ресурсы, зонирование территории, показатели, кластерный анализ, программный пакет STATISTICA, район, зона, землеустройство, использование земель.

Ensuring the efficient use of land resources is a pressing issue and is caused by the need to satisfy the need for them of all business entities. For agricultural production, land is a basic, fundamental resource. In this industry, it acts as a subject of labor, a means of labor and a spatial operational basis. In the Republic of Belarus, the main part of land resources is distributed among agricultural organizations, peasant (farmer) farms, citizens and state forest management organizations. The organization of the full and rational use of land by agricultural organizations is part of the system of activities carried out during land management. It should be noted that an important task of modern land management is to take into account regional conditions of land use in agricultural production, which can be achieved through zoning of the territory. The article considers the technical, economic and environmental indicators that affect land use in agricultural organizations of the Minsk region, proposed a methodical approach to the establishment of ecological and economic zones. The mechanism of the process of identifying homogeneous groups of districts with the help of cluster analysis using the *k*-means method and the statistical analysis software package STATISTICA is disclosed. The possibility of using a set of technical, economic and environmental indicators affecting land use in agricultural organizations for ecological and economic zoning of the territory has been examined. With the use of the STATISTICA software package and the established indicators, the environmental-economic grouping was carried out and three groups of administrative districts of the Minsk region were identified. On the basis of the obtained zoning results, suggestions are made for organizing the use of land by agricultural organizations in the districts of the Minsk region and land management.

Key words: land resources, zoning, indicators, cluster analysis, STATISTICA software package, district, zone, land management, land use.

Введение

Для планирования необходимых природоохранных, почвозащитных, организационно-хозяйственных мероприятий, а также для разработки экономических и эколого-энергетических основ повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения в Республике Беларусь необходимо выделение эколого-хозяйственных зон.

Зонирование – это процесс выделения районов или зон, которые обладают схожими свойствами по одному или нескольким признакам. Именно зонирование в сочетании с другими источниками информации дает наглядную комплексную характеристику исследуемой территории.

Зонирование территории можно произвести по ряду показателей, непосредственно влияющих на организацию хозяйственного использования земель, экологическое ее состояние и в целом на землепользование.

В представленной работе поставлена задача: на основе анализа результатов различных видов зонирования, выполненных другими исследователями ранее, определить зонообразующие показатели для формирования групп административных районов Минской области.

Согласно ранее выполненным исследованиям, к факторам, положенным в основу зонирования, относятся плодородие сельскохозяйственных земель, местоположение земельных участков, длина гона участков обрабатываемых земель и агроклиматические условия местности [1, 2, 3]. Часть этих показателей представлены в работах по кадастровой оценке земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств [4].

Вместе с тем в указанных научных трудах приводятся различные показатели, которые положены в основу зонирования, отдельные из них не влияют на использование земель. Поэтому применение подхода, позволяющего комплексно учесть показатели, отражающие использование сельскохозяйственных земель является важным направлением при проведении землеустройства.

Цель исследования состоит в определении показателей, отражающих эффективное использование сельскохозяйственных земель и выполнении эколого-хозяйственного зонирования территории Минской области для целей землеустройства.

Основная часть

Минская область расположена в центральной части территории Республики Беларусь и включает в себя 22 административных районов. В настоящее время – это одна из наиболее экономических развитых областей Беларуси.

Рельеф области разнообразный возвышенности чередуются с равнинами и низинами, 36 % территории занимают леса, наибольшая лесистость (до 45–50 %) наблюдается в восточной части области. Болота занимают 14 % территории области.

Климат умеренно-континентальный. Средняя температура воздуха составляет: в январе – -6,8 °С, в июле – + 17,5 °С. Вегетативный период 186–195 суток.

Общая площадь области (без г. Минск) 3983 тыс. га. Крупнейшим по площади районом является Борисовский – 194 тыс. га, а наименьшим – Несвижский – 86 тыс. га. Площадь сельскохозяйственных земель области составляет 1843 тыс. га, из них 1314 тыс. га пахотных. Наибольшая площадь сельскохозяйственных и пахотных земель имеется в Слуцком районе – 121 и 91 тыс. га соответственно, а наименьшая – в Стародорожском 53 и 39 тыс. га.

Рассматривая вопрос организации эффективного использования земель в сельском хозяйстве, необходимо учитывать влияние на него природных, климатических, расселенческих, пространственных (территориальных), экологических, социальных, организационно-производственных, технологических и других факторов. Исходя из этого, при зонировании территории Минской области в разрезе административных районов учитывали следующие показатели: балл плодородия пахотных земель, удельное сопротивление почв, средняя площадь рабочего участка пахотных земель, средняя длина гона рабочего участка, удаленность земельных участков от хозяйственных центров, численность сельского населения на 100 га сельскохозяйственных земель, плотность населенных пунктов на 100 км², выход валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных земель, сельскохозяйственная освоенность территории, лесистость территории, залуженность территории, заболоченность территории, обводненность территории, продолжительность вегетационного периода, сумма осадков за период с температурой выше 10 °С. Значения приведенных показателей представлены в табл. 1.

При выполнении зонирования (районирования) для целей землеустройства могут использоваться различные методы. Среди них наибольшее применение получили факторный и компонентный анализ, метод многомерных группировок, средних разниц, индексный, кластерного анализа и др. [7–9].

Каждый из этих методов имеет свои положительные стороны и определенные недостатки. Однако большинство из них требуют довольно сложных расчетов или позволяют охватить ограниченное число условий и зачастую сводятся к зонированию по отдельным признакам.

Обычно для такого вида зонирования в землеустройстве применяют индексный метод [9]. Для этого рассчитываются частные индексы по рассматриваемым показателям. Вместе с тем в этом методе не в полной мере учитывается степень влияния каждого из зонообразующих показателей на эффективность использования земель в районе. Для учета этого влияния индексный метод необходимо дополнить введением весовых, что в свою очередь в значительной степени усложнит расчеты.

В выполненном нами исследовании для зонирования территории Минской области применен кластерный анализ методом k-средних, содержащийся в программном пакете STATISTICA-12.

Кластерный анализ представляет собой многомерную статистическую процедуру, состоящую в сборе данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающую объекты в сравнительно однородные группы. Метод k-средних наиболее популярный метод кластеризации, он относится к вероятностному подходу кластеризации, т. е. предполагается, что каждый рассматриваемый объект входит в один из k-классов [6].

Действие алгоритма таково, что он стремится минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров [6]:

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2, \quad (1)$$

где k – число кластеров, S_i – полученные кластеры, $i = 1, 2, \dots, k$, μ_i – центры масс всех векторов x из кластера S_i .

При применении метода k -средних кластерного анализа для зонирования территории Минской области все переменные (зонообразующие показатели), представленные в табл.1, привели к единой единице измерения – одному стандартному отклонению. Результаты стандартизации значений зонообразующих показателей приведены в табл. 2.

Таблица 1. Зонообразующие показатели административных районов Минской области

Районы	Балл плодородия пахотных земель	Удельное сопротивление, кПа	Средняя площадь рабочего участка пахотных земель, га	Средняя длина гона, м	Удаленность земельных участков от хозяйственных центров, км	Численность сельского населения, чел. на 100 га сельскохозяйственных земель	Выход валовой продукции, млн.руб. на 100 га сельскохозяйственных земель	Плотность населенных пунктов на 1 км ²	Сельскохозяйственная освоенность территории, %	Лесистость территории, %	Залуженность территории, %	Заболоченность территории, %	Обводненность территории, %	Продолжительность вегетационного периода, дн.	Сумма осадков за период с температурой выше 10°C, мм
Березинский	44,0	49	27,8	550	6,8	15	0,11	11	35,5	54,0	10,1	1,9	1,4	187	380
Борисовский	45,1	49	24,6	538	7,4	40	0,13	10	31,7	54,5	9,6	2,2	1,3	187	387
Вилейский	47,1	48	23,3	516	6,0	21	0,09	16	40,5	42,6	14,2	2,8	4,0	188	384
Воложинский	53,8	50	20,9	433	6,1	20	0,12	22	48,2	39,5	12,0	2,2	0,9	187	393
Дзержинский	58,9	53	27,5	515	7,8	31	0,50	23	60,1	29,7	13,3	0,5	1,0	188	392
Клецкий	53,7	51	30,5	687	4,7	27	0,23	10	63,0	27,0	17,4	0,5	2,0	192	375
Копыльский	55,2	52	40,0	684	5,8	16	0,15	13	70,9	19,0	17,0	0,7	2,8	192	370
Крупский	51,4	52	23,5	479	9,0	15	0,10	11	37,6	51,0	11,4	3,2	2,0	187	389
Логойский	52,1	50	21,0	439	8,8	20	0,12	14	35,1	51,6	10,6	0,5	0,9	188	375
Любанский	46,8	47	32,3	704	8,7	19	0,12	6	47,6	39,8	12,5	0,7	4,0	194	373
Минский	57,9	53	26,4	504	8,7	200	0,42	19	48,5	28,9	9,8	0,6	2,6	186	422
Молодечненский	54,3	51	24,7	491	5,4	49	0,14	19	52,7	32,7	15,2	0,9	1,4	189	385
Мядельский	48,8	50	11,2	358	6,7	18	0,07	16	37,5	39,5	19,5	6,2	8,5	187	375
Несвижский	57,4	52	38,9	654	5,7	30	0,45	13	75,8	12,3	14,3	0,6	1,5	195	370
Пуховичский	47,2	50	32,1	592	7,8	32	0,11	13	44,6	40,9	12,6	3,8	1,6	188	360
Слуцкий	52,3	52	37,2	675	5,6	25	0,22	12	66,2	23,2	15,4	0,6	1,3	193	370
Смолевичский	49,2	49	42,0	616	10,1	40	0,58	14	50,1	33,8	8,8	0,7	1,8	186	399
Солигорский	46,6	48	19,9	623	8,2	15	0,19	7	46,2	38,8	12,7	1,9	3,0	194	375
Стародорожский	40,9	46	28,3	602	5,9	17	0,14	7	38,4	52,9	9,8	1,5	1,3	191	370
Столбцовский	49,7	48	33,7	588	6,1	29	0,20	11	41,0	48,7	10,1	1,5	1,2	190	371
Узденский	48,6	48	28,5	546	6,8	23	0,15	17	49,0	41,5	13,7	0,4	1,7	190	365
Червенский	48,4	50	36,0	576	6,8	22	0,10	12	48,3	42,9	10,3	1,1	2,1	187	362

Таблица 2. Стандартизированные зонообразующие показатели административных районов Минской области

Районы	Был плодородия пахотных земель	Удельное сопротивление, кПа	Средняя площадь рабочего участка пахотных земель, га	Средняя длина тона, м	Удаленность земельных участков от хозяйственных центров, км	Численность сельского населения, чел. на 100 га сельскохозяйственных земель	Выход валовой продукции, минтруб. на 100 га сельскохозяйственных земель	Плотность населенных пунктов на 1 км²	Сельскохозяйственная освоенность территории, %	Лесистость территории, %	Залуженность территории, %	Заболоченность территории, %	Обводненность территории, %	Продолжительность вегетационного периода, дней	Сумма осадков за период с температурой выше 10°C, мм
Березинский	-1,37	-0,47	-0,11	-0,13	-0,17	-0,47	-0,62	-0,54	-1,09	1,34	-0,92	0,21	-0,48	-0,83	0,06
Борисовский	-1,13	-0,47	-0,54	-0,27	0,25	0,18	-0,56	-0,76	-1,40	1,38	-1,09	0,44	-0,52	-0,83	0,55
Вилейский	-0,71	-0,98	-0,71	-0,51	-0,73	-0,31	-0,76	0,56	-0,67	0,36	0,52	0,88	1,07	-0,48	0,34
Воложинский	0,72	0,05	-1,03	-1,41	-0,66	-0,34	-0,56	1,87	-0,03	0,10	-0,26	0,39	-0,75	-0,83	0,98
Дзержинский	1,80	1,59	-0,15	-0,52	0,53	-0,05	2,04	2,09	0,96	-0,74	0,21	-0,79	-0,74	-0,48	0,91
Клецкий	0,70	0,56	0,25	1,36	-1,65	-0,15	0,20	-0,76	1,20	-0,98	1,62	-0,76	-0,13	0,93	-0,30
Копыльский	1,01	1,07	1,51	1,33	-0,87	-0,44	-0,35	-0,10	1,86	-1,67	1,47	-0,66	0,35	0,93	-0,65
Крупский	0,21	1,07	-0,68	-0,91	1,38	-0,47	-0,69	-0,54	-0,91	1,09	-0,45	1,12	-0,15	-0,83	0,70
Логойский	0,36	0,05	-1,02	-1,35	1,24	-0,34	-0,56	0,12	-1,12	1,13	-0,75	-0,77	-0,81	-0,48	-0,30
Любанский	-0,77	-1,49	0,49	1,55	1,17	-0,36	-0,56	-1,63	-0,08	0,12	-0,08	-0,61	1,08	1,63	-0,44
Минский	1,59	1,59	-0,30	-0,64	1,17	4,35	1,49	1,22	0,00	-0,81	-1,04	-0,70	0,26	-1,19	3,04
Молодечненский	0,82	0,56	-0,53	-0,78	-1,15	0,42	-0,42	1,22	0,34	-0,49	0,85	-0,49	-0,49	-0,13	0,41
Мядельский	-0,35	0,05	-2,32	-2,23	-0,24	-0,39	-0,90	0,56	-0,92	0,09	2,35	3,25	3,79	-0,83	-0,30
Несвижский	1,48	1,07	1,36	1,00	-0,94	-0,08	1,70	-0,10	2,26	-2,25	0,53	-0,69	-0,43	1,99	-0,65
Пуховичский	-0,69	0,05	0,46	0,32	0,53	-0,02	-0,62	-0,10	-0,33	0,22	-0,04	1,57	-0,35	-0,48	-1,36
Слуцкий	0,40	1,07	1,14	1,23	-1,01	-0,21	0,13	-0,32	1,46	-1,30	0,92	-0,69	-0,51	1,28	-0,65
Смолевичский	-0,26	-0,47	1,78	0,59	2,15	0,18	2,59	0,12	0,13	-0,39	-1,36	-0,63	-0,24	-1,19	1,41
Солигорский	-0,81	-0,98	-1,16	0,66	0,82	-0,47	-0,08	-1,41	-0,19	0,04	-0,02	0,23	0,49	1,63	-0,30
Стародорожский	-2,02	-2,01	-0,05	0,43	-0,80	-0,41	-0,42	-1,41	-0,85	1,24	-1,01	-0,06	-0,54	0,58	-0,65
Столбцовский	-0,15	-0,98	0,67	0,28	-0,66	-0,10	-0,01	-0,54	-0,63	0,88	-0,92	-0,05	-0,58	0,22	-0,58
Узденский	-0,39	-0,98	-0,02	-0,18	-0,17	-0,26	-0,35	0,78	0,04	0,27	0,35	-0,84	-0,30	0,22	-1,01
Червенский	-0,43	0,05	0,98	0,15	-0,17	-0,28	-0,69	-0,32	-0,02	0,38	-0,86	-0,35	-0,03	-0,83	-1,22

В результате использования кластерного анализа и программного пакета STATISTICA-12 выполнено распределение 22 районов Минской области по трем выделенным группам (кластерам) (табл. 3). Это распределение представлено в табл. 3. Графически данное зонирование отражено на рис. 1.

Таблица 3. Группировка районов Минской области

Номер группы	Количество районов в группе	% от всех районов в области	Названия районов
1	4	18,2	Клецкий, Копыльский, Несвижский, Слуцкий
2	5	22,7	Воложинский, Дзержинский, Минский, Молодечненский, Смолевичский
3	13	59,1	Березинский, Борисовский, Вилейский, Крупский, Логойский, Любанский, Мядельский, Пуховичский, Солигорский, Стродорожский, Столбцовский, Узденский, Червеньский

Исходя из анализа зонообразующих показателей, распределение административных районов Минской области произведено следующим образом: к первой группе относятся 4 района (Клецкий, Копыльский, Несвижский, Слуцкий), ко второй группе относятся 5 районов (Воложинский, Дзержинский, Минский, Молодечненский, Смолевичский) и к третьей группе относятся 13 районов (Березинский, Борисовский, Вилейский, Крупский, Логойский, Любанский, Мядельский, Пуховичский, Солигорский, Стродорожский, Столбцовский, Узденский, Червеньский).



Рис. 1. Распределение административных районов Минской области по группам

Средние значения зонообразующих показателей для первой группы районов составляют: балл плодородия пахотных земель – 54,3, удельное сопротивление почвы – 52 кПа, средняя площадь рабочего участка пахотных земель – 37,1 га, средняя длина гона – 677 м, удаленность земельных участков от хозяйственных центров – 5,5 км, численность сельского населения на 100 га сельскохозяйственных земель – 23 чел./100 га, плотность населенных пунктов на 100 км² – 12 шт./100 км², выход валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных земель – 0,24 млн руб./100 га, сельскохозяйственная освоенность территории – 68,6 %, лесистость территории – 20,8 %, залуженность территории – 16,0 %, заболоченность территории – 0,6 %, обводненность территории – 1,9 %, продолжительность вегетационного периода – 193 дней, сумма осадков за период с температурой выше 10 °С – 371 мм.

Проанализировав вышеизложенные показатели первой группы районов, можно сделать вывод, что для нее характерна высокая сельскохозяйственная освоенность территории, но низкая лесистость. В этой зоне ведется интенсивное использование земельных ресурсов. Следовательно, для районов первой группы рекомендуется в процессе землеустройства сельскохозяйственных организаций повышение экологической стабильности территории, путем планирования природоохранных, почвозащитных и организационно-хозяйственных мероприятий.

Средние значения зонообразующих показателей для районов второй группы составляют: балл плодородия пахотных земель – 54,8, удельное сопротивление почвы – 51 кПа, средняя площадь рабочего участка пахотных земель – 27,7 га, средняя длина гона – 506 м, удаленность земельных участков от хозяйственных центров – 7,6 км, численность сельского населения на 100 га сельскохозяйственных земель – 74 чел./100 га, плотность населенных пунктов на 100 км² – 19 шт./100 км², выход валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных земель – 0,34 млн руб./100 га, сельскохозяйственная освоенность территории – 51,2 %, лесистость территории – 33,2 %, залуженность территории – 11,7 %, заболоченность территории – 1,0 %, обводненность территории – 1,6 %, продолжительность вегетационного периода – 187 дней, сумма осадков за период с температурой выше 10 °С – 400 мм.

Согласно показателям второй группы, в ней наблюдается средняя сельскохозяйственная освоенность земель. В административных районах данной группы наблюдается высокое плодородие почв и большая плотность населения. Также эта группа наиболее сбалансирована по экологическим показателям. Вместе с тем значения пространственных показателей обрабатываемых участков сельскохозяйственных земель ниже среднеобластных. Для этой группы рекомендуется приведение землепользований сельскохозяйственных организаций к оптимальным размерам и улучшение их пространственных показателей.

Средние значения зонообразующих показателей для третьей группы: балл плодородия пахотных земель – 47,5, удельное сопротивление почвы – 49 кПа, средняя площадь рабочего участка пахотных земель – 25,8 га, средняя длина гона – 544 м, удаленность земельных участков от хозяйственных центров – 7,4 км, численность сельского населения на 100 га

сельскохозяйственных земель – 23 чел./100 га, плотность населенных пунктов на 100 км² – 12 шт./100 км², выход валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных земель – 0,13 млн руб./100 га, сельскохозяйственная освоенность территории – 40,4 %, лесистость территории – 46,2 %, залуженность территории – 12,1 %, заболоченность территории – 2,3 %, обводненность территории – 2,5 %, продолжительность вегетационного периода – 189 дней, сумма осадков за период с температурой выше 10 °С – 375 мм.

Для районов третьей группы характерна сравнительно низкая сельскохозяйственная освоенность территории и невысокое плодородие пахотных земель. Кроме этого, в этой группе наблюдается мелкая контурность рабочих участков. Рекомендуется повышение плодородия почв, укрупнение рабочих участков пахотных земель путем перевода в состав пахотных земель потенциально плодородных несельскохозяйственных земель. В данной зоне рекомендуется организация землепользований крестьянских (фермерских) хозяйств, что связано с наличием мелкоземного расселения.

Заключение

По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы и дать некоторые предложения:

1) При выполнении зонирования территории области следует принимать устойчивые зонообразующие показатели, которые включают балл плодородия пахотных земель, удельное сопротивление почв, среднюю площадь рабочего участка пахотных земель, среднюю длину гона рабочего участка, удаленность земельных участков от хозяйственных центров, численность сельского населения на 100 га сельскохозяйственных земель, плотность населенных пунктов на 100 км², выход валовой продукции на 100 га сельскохозяйственных земель, сельскохозяйственную освоенность территории, лесистость территории, залуженность территории, заболоченность территории, обводненность территории, продолжительность вегетационного периода, сумму осадков за период с температурой выше 10 °С.

2) Для проведения зонирования территории Минской области для целей землеустройства целесообразно использовать метод k-средних кластерного анализ и программный пакет STATISTICA-12.

3) На территории Минской области для целей землеустройства целесообразно выделить три группы (зоны) районов, в каждой из которых при выполнении землеустроительных работ необходимо придерживаться изложенных в работе рекомендаций.

4) Использование комплексного учета технических, экономических и экологических показателей содействует разработке организационно-территориальных основ повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения и проведения землеустройства сельскохозяйственных организаций с учетом природно-климатических, экологических, расселенческих, территориальных и других особенностей организации сельскохозяйственного производства и использования земель в отдельных регионах республики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мороз, Г. М. Нормообразующая длина гона обрабатываемых земельных участков / Г. М. Мороз // Земля Беларуси. – 2018. – № 2. – С. 17–19.
2. Мороз, Г. М. Об учете агроклиматических условий Беларуси и их динамики при оценке сельскохозяйственных земель / Г. М. Мороз // Земля Беларуси. – 2017. – № 4. – С. 23–27.
3. Мороз, Г. М. О влиянии местоположения участков пахотных земель на эффективность земледелия / Г. М. Мороз, В. М. Яцухно // Земля Беларуси. – 2013. – № 2. – С. 27–32.
4. Результаты кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Республики Беларусь на 1 января 2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gki.gov.by/uploads/files/Rezultaty-na-1-janvarja-2015-g>. – Дата доступа: 14.12.2018.
5. Колмыков, А. В. Эколого-хозяйственное зонирование территории Республики Беларусь для целей землеустройства / А. В. Колмыков // Вестник БГСХА. – 2012. – № 1. – С. 111–118.
6. Метод k-средних. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-средних. – Дата доступа: 02.08.2018.
7. Колмыков, А. В. Землеустроительное обеспечение организации рационального использования земель сельскохозяйственного назначения / А. В. Колмыков. – Горки: УО БГСХА, 2013. – 344 с.
8. Колмыков, А. В. Эколого-хозяйственное зонирование территории Республики Беларусь для целей землеустройства / А. В. Колмыков // Вестник БГСХА. Научно-методический журнал. – 2012. – № 1. – С. 111–118.
9. Колмыков, А. В. Производственный потенциал сельскохозяйственных организаций Могилевской области и его использование / А. В. Колмыков, А. Г. Каборда // Вестник БГСХА. – 2018. – № 1. – С. 137–144.