

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТИПОЛОГИИ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО АГРОКЛИМАТИЧЕСКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ

**А. А. Сазонов, Н. В. Клебанович, А. Н. Червань, А. А. Карпиченко,
Н. В. Ковальчик, И. А. Ефимова, А. С. Семенюк, А. Л. Киндеев,
Е. А. Кухлевский, А. Н. Есипович**

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, bsugislab@gmail.com

Приводится краткий анализ методики пространственного анализа агроклиматического потенциала Республики Беларусь. Приводятся основные компоненты для выделения однородных кластеров: количество осадков за период с активными температурами выше 10 °С и индекс аридности, второй фактор характеризует баланс поступления тепла и влаги. По результатам анализа территория Беларуси может быть разделена на 3 кластера, которые являются первым (наивысшим) рангом иерархической структуры (типом) агроландшафтов Республики Беларусь.

Ключевые слова: агроландшафт; ГИС-технологии; кластерный анализ; факторный анализ.

Введение. Сельскохозяйственная деятельность человечества оказывала и продолжает оказывать глубокое преобразующее влияние на ландшафтную оболочку Земли. В связи с этим, рациональное использование земельных ресурсов остается актуальной и сложной проблемой. К числу наиболее перспективных подходов, способствующих решению этих задач, относится агроландшафтный подход территориальной организации землепользования сельских регионов республики.

При активном развитии геоинформационных технологий, проведения работ по организации территории становятся более детальными и включают в себя анализ множества различных факторов, которые можно разделить на 3 большие группы: климатические, почвенно-географические и агрономические. Наиболее эффективным способом организации информации является формирование специальных баз геоданных [2].

В связи с этим становится актуальной разработка методик многомерного пространственного анализа отдельных показателей и групп факторов для репрезентативного выделения однотипных регионов с целью разработки рекомендаций по улучшению агрономических и экономической эффективности аграрно-промышленного комплекса страны

Материалы и методы исследований. Основными методами, применяемыми в многомерном пространственном анализе, являются кластерный и факторные анализы.

В частности, методы кластерного анализа могут быть применимы к классификации любых элементов структурной иерархии пространственных данных [1]. Каждый метод кластерного анализа использует разные алгоритмы и метрики для формирования кластеров, и каждая имеет параметры, недоступные для других. Для кластерного анализа больших выборок чаще всего применяется метод *k*-средних (*k*-means).

Для оценки агроклиматического потенциала агроландшафтов нами отобраны параметры, отражающие основные агроклиматические характеристики (таблица) на основе разработанной базы данных. Для выявления наиболее значимых параметров нами проведен факторный анализ. Из анализа исключены признаки, заведомо имеющие высокую корреляцию и функциональную зависимость.

**Матрица компонентов и перевернутая матрица компонентов
агроклиматического потенциала Республики Беларусь**

Признак	Матрица компонентов		Повернутая матрица компонентов	
	Компонент		Компонент	
	1	2	1	2
Количество осадков за период с активными температурами выше 10 °С, мм	0,780	0,560	0,960	0,010
Сумма активных температур выше 10 °С	-0,936	0,289	-0,600	0,775
Гидротермический коэффициент	-0,697	0,564	-0,247	0,862
Биоклиматический потенциал	0,939	0,102	0,828	-0,456
Индекс континентальности	-0,507	0,622	-0,057	0,801
Индекс аридности	0,948	0,296	0,946	-0,303
Среднемноголетнее количество дней в году с устойчивым снежным покровом	0,747	0,222	0,739	-0,248

Анализируя таблицу можно отметить, что наибольшее влияние на агроклиматический потенциал агроландшафтов оказывает первый фактор, который характеризует поступление влаги – наибольший удельный вес имеют количество осадков за период с активными температурами выше 10 °С (0,960) и индекс аридности (0,946), второй фактор характеризует баланс поступления тепла и влаги (ГТК, индекс континентальности).

Результаты и их обсуждение. Для дальнейшего исследования пространственной взаимосвязи признаков нами проведен кластерный анализ методом *k*-средних. По каждому фактору отобраны наиболее значимые признаки: количество осадков за период с активными температурами выше 10 °С; сумма активных температур выше 10 °С; индекс аридности; индекс континентальности (рис. 1).

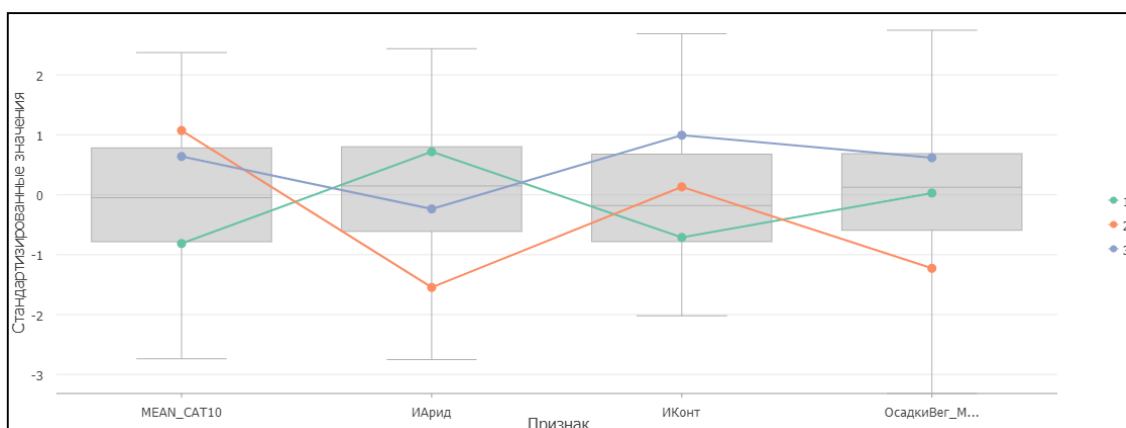


Рис. 1. Характеристика кластеров агроклиматического потенциала

Исходя из графика можно отметить отклонения 2 кластера по индексу аридности и по количеству осадков, что на карте выражено через отдельные контуры данного кластера по южной и восточной части страны (рис. 2).

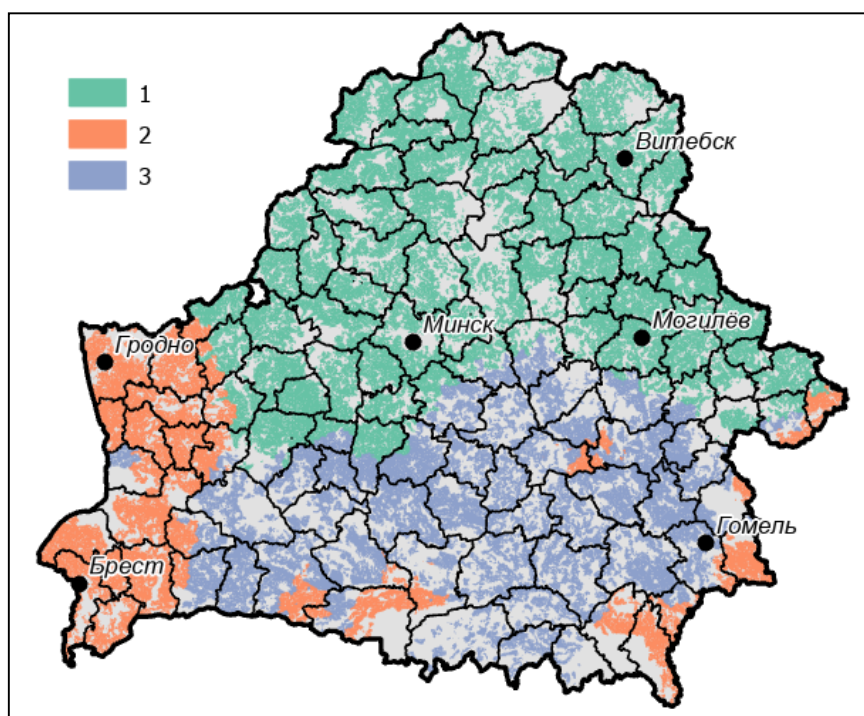


Рис. 2. География кластеров агроклиматического потенциала Республики Беларусь

Проведенный анализ позволяет выделить 3 кластера:

1 – кластер нормального увлажнения и недостатка суммы активных температур, характеризуется высоким значением индекса аридности, умеренным количеством осадков в вегетационный период, умеренным и низким значением суммы активных температур;

2 – кластер недостаточного увлажнения и достаточной и высокой суммой активных температур, характеризуется умеренными и высокими суммой активных температур, низкими значениями индекса аридности и количества осадков за вегетационный период;

3 – кластер нормального увлажнения и достаточной суммы активных температур, характеризуется средними и высокими значениями индекса континентальности и осадков в вегетационный период.

Заключение. Проведенные исследования показывают возможности современных методов обработки и анализа данных для проведения районирования территории Республики Беларусь. Проведенный кластерный анализ страны по агроклиматическому потенциалу является основой формирования иерархической структуры районирования территории и выступает первым таксономическим уровнем – тип агроландшафта.

Библиографические ссылки

1. *Рожков В. А., Рожкова С. В.* Почвенная информатика. Москва : Изд-во Московского унив., 1993. 189 с.

2. *Сазонов А. А.* Базы данных агроэкологического состояния земель и почв как основа агроэкологической оценки // ГИС-технологии в науках о Земле: материалы респ. науч.-практ. семинара студентов и молодых ученых. Минск, 16 нояб. 2022 г. Минск : БГУ, 2022. С. 279-281.