

ISSN 2304-9081

Учредители:
Уральское отделение РАН
Оренбургский научный центр УрО РАН

Бюллетень
Оренбургского научного центра
УрО РАН



2015 * № 4

Электронный журнал
On-line версия журнала на сайте
<http://www.elmag.uran.ru>

© Коллектив авторов, 2015

УДК 504.43

Ю.Р. Владов, Ю.М. Нестеренко, В.В. Влацкий, Е.М. Мозгунова, М.Ю. Тихова

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ ВОДОДЕФИЦИТНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Оренбургский научный центр УрО РАН, Отдел геоэкологии, Оренбург, Россия

Цель. Повышение эффективности управления развитием административных районов, расположенных на водоедефицитной территории за счет разработки агрегированных моделей климатических зон районов Оренбургской области.

Материалы и методы. Методы геоинформационного моделирования с использованием агрегирования территории и методов статистического анализа.

Результаты. Выполнено агрегирование районов Оренбургской области по климатическим условиям в рамках ГИС технологии управления развитием водоедефицитной территории; предложен наилучший способ зонирования по средней температуре января; установлена зависимость индексов развития районов зон от водных ресурсов.

Заключение. Агрегирование водоедефицитной территории на зоны позволяет установить характер зависимости индексов развития районов зон от водных ресурсов.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, агрегированные модели, климатические зоны, водоедефицитная территория.

Y.R. Vladov, Y.M. Nesterenko, V.V. Vlackiy, E.M. Mozgunova, M.Y. Tihova

GIS TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF ADMINISTRATIVE AREA WATER-SCARCE TERRITORY

Orenburg Scientific Centre UrB RAS, Department of Geoecology, Orenburg, Russia

Objective. Strengthening development management administrative districts located on water-scarce area due to construction aggregated patterns of climatic zones areas of the Orenburg region.

Materials and methods. Methods of geoinformation modeling using aggregation areas and methods of statistical analysis.

Results. Performed the aggregation of areas of the Orenburg region on climatic conditions within the GIS technology development of water-stressed areas; the best method of zoning on the average January temperature is offered; the dependence of indexes development zones on water resources.

Conclusion. Aggregate water-scarce area into zones allows to set character of dependence index of area zones on water resources.

Keywords: GIS technology, aggregate model, climatic zone, water-scarce area.

Введение

Актуальной проблемой информационного пространства в настоящее время является выявление закономерностей распределения огромного количества накопленных данных. В этом направлении большое значение приобрела группа методов под общим названием “data mining”, суть которых за-

ключается в обнаружении в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности [1-3].

В качестве решения проблемы интеллектуальной переработки информации могут применяться инновационные методы информационных технологий, такие как ассоциативный поиск, снижение размерности задачи идентификации, нейронные сети, методы корреляционной и типовой идентификации и некоторые другие [4]. Многомерные методы предназначены для работы с неограниченными и разрозненными наборами наблюдаемых объектов и неочевидными разнонаправленными взаимосвязями между их признаками. Как правило, они требуют программного обеспечения высокого уровня, а также сложного математического аппарата алгоритма решений.

Особое место в области обработки и выявления закономерностей данных занимают агрегированные математические модели – аналитические, мультиграфовые, геоинформационные. Агрегированные модели являются многоуровневыми, создаются на основе схемы, элементами которой являются исходные модели или информационные единицы. Такой подход позволяет вводить новые данные или изменять поведение и свойства агрегативной информационной модели [5-7]. В то же время агрегированные модели позволяют существенно снизить размерность задачи идентификации сложных объектов. Так, агрегирование как метод аналитической идентификации применяется при оценке состояния техногенных объектов, изолированных от окружающей среды металлической оболочкой, состояние которых определяется множеством повреждений [4, 8, 9].

Актуальной задачей является разработка геоинформационной технологии управления развитием административных районов, в том числе расположенных на вододефицитных территориях. Технологии интеллектуального управления состоянием природных и техногенных объектов направлены на решение фундаментальной проблемы обеспечения длительного их функционирования и повышения эффективности использования в интересах общества.

Предложен новый класс геоинформационных технологий управления состоянием природных компонентов, предполагающий использование достигнутых знаний по аналитическим, мультиграфовым и интегрированным технологиям интеллектуального управления состоянием ТГО, а также техногенно-природных объектов, и отраженным в ряде известных работ [8, 10, 11].

Выявленные закономерности антропогенного изменения природных компонентов, расположенных на вододефицитных территориях, и принципы управления их развитием позволяют провести целенаправленную разработку агрегированных геоинформационных моделей состояния и соответствующих технологий интеллектуального управления состоянием природных, природно-техногенных и техногенно-природных (в зависимости от степени влияния природных факторов), а также техногенных (если природные факторы по тем или иным причинам не учитываются) объектов.

Нами осуществлена разработка геоинформационной технологии управления развитием административных районов на вододефицитной территории на примере районов Оренбургской области.

Цель исследования – повышение эффективности управления развитием административных районов, расположенных на вододефицитной территории, за счет разработки агрегированных моделей и соответствующей геоинформационной технологии.

Исследование проблемы включает следующие задачи:

- 1) оценить водные ресурсы вододефицитной территории с учетом административного деления на районы; выбрать доступные для нахождения показатели;
- 2) декомпозировать отобранные показатели на две компоненты, одна из которых характеризует территориальную составляющую, а вторая – усредненные водные ресурсы каждого административного района;
- 3) определить распределение средних по районам значений отобранных показателей с использованием справочных данных;
- 4) разработать метод нахождения базовых значений для выбранных показателей и способ нормировки;
- 5) найти агрегированные модели территориальной и водной компонент всех районов, а также индексы развития;
- 6) провести агрегирование территории с выбором оптимального по величине коэффициента корреляции способа группировки районов;
- 7) провести статистический анализ полученной информации.

Расчеты основаны на построении агрегированных моделей трех типов – аддитивных, мультипликативных, комбинированных с выбором из них оптимальной по критерию минимума модуля среднего риска.

Территориальные и водные ресурсы для каждого района области объе-

динены в один интегрированный показатель индекс развития. Далее изучена зависимость индекса развития районов от водной компоненты путем построения модели с возрастанием водной компоненты при соотношении территориальной и водной составляющих 0,5/0,5; 0,4/0,6; 0,3/0,7.

Способы агрегирования территории Оренбургской области на зоны по климатическим факторам.

Одной из основных проблем обработки данных является выявление закономерностей распределения полученных данных. В рамках разрабатываемой технологии решением может являться метод зонирования или группировки районов области по зонам, сходным по определенным свойствам.

Возможные способы агрегирования территории региона на зоны по климатическим факторам: по средним температурам января и июля, а также по количеству среднегодовых осадков. При агрегировании по климатическим условиям выясняются диапазоны температур, характерные для каждой зоны. Деление территории проведено на 5 зон, условием принадлежности административного района к одной из зон является вхождение более 50% территории в одну из зон. Выполнено картографическое зонирование территории (рис. 1).



Рис.1. Агрегирование территории Оренбургской области на зоны по средней температуре января.

Территория декомпозирована по средней температуре января на 5 зон с запада на восток: 1 зона, самая западная, диапазон температур -14,9 – (-14,2), включает 13 районов; 2 зона характеризуется диапазоном температур -15,6 – (-14,9), включает 14 районов; 3 зоне соответствует диапазон температур -16,2 – (-15,6), входит в состав Кувандыкский район; 4 зона характеризуется диа-

пазоном -16,9 – (-16,2), в состав входит 3 района; 5 зона включает диапазон -17,6 – (-16,9), включает 4 района (табл. 1).

Таблица 1. Агрегирование территории Оренбургской области на пять зон по средней температуре января

Группа	Диапазон температур января, °С	Кол-во районов в группе	Районы
1	-14,9 - (-14,2)	13	Первомайский, Ташлинский, Тоцкий, Курманаевский, Бузулукский, Бугурусланский, Северный, Асекеевский, Грачевский, Сорочинский, Новосергиевский, Илекский, Соль-Илецкий
2	-15,6 - (-14,9)	14	Абдулинский, Матвеевский, Пономарёвский, Красногвардейский, Шарлыкский, Александровский, Переволоцкий, Октябрьский, Тюльганский, Сакмарский, Оренбургский, Саракташский, Беляевский, Акбулакский
3	-16,2 - (-15,6)	1	Кувандыкский
4	-16,9 - (-16,2)	3	Гайский, Новоорский, Домбаровский,
5	-17,6 - (-16,9)	4	Кваркенский, Адамовский, Ясненский, Светлинский

Аналогично проведено зонирование по средней температуре июля и среднегодовым осадкам, при этом характер расположения зон и количество районов, входящих в одну зону различен. Результаты агрегирования отражены на рисунке 2 и в таблице 2.

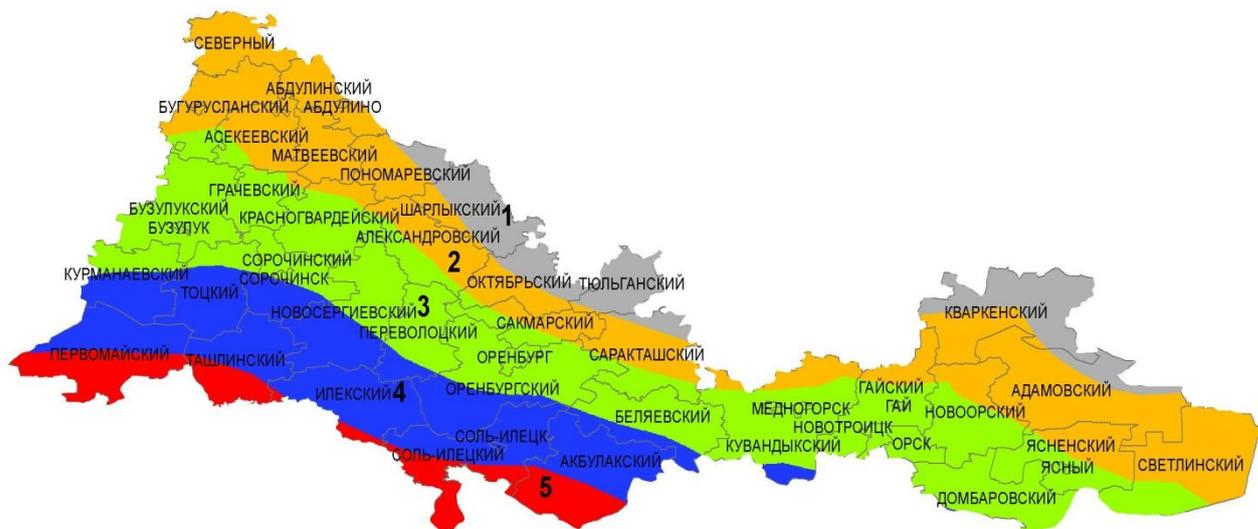


Рис. 2. Агрегирование территории Оренбургской области по средней температуре июля.

Так, по средней температуре июля территория декомпозирована с севера на юг на 5 зон, причем самая северная зона обозначена цифрой 1, а самая южная – цифрой 5.

Таблица 2. Агрегирование территории Оренбургской области по средней температуре июля

Зона	Диапазон, °С	Кол-во районов в каждой зоне	Районы
1	19,3 - 20	4	Шарлыкский, Октябрьский, Тюльганский, Кваркенский
2	20, - 20,7	11	Северный, Бугурусланский, Абдулинский, Асекеевский, Матвеевский, Пономарёвский, Александровский, Сакмарский, Саракташский, Адамовский, Светлинский
3	20,7 - 21,5	11	Бузулукский, Грачёвский, Красногвардейский, Переволоцкий, Оренбургский, Беляевский, Кувандыкский, Гайский, Новоорский, Домбаровский, Ясенский
4	21,5 - 22,2	7	Курманаевский, Тоцкий, Ташлинский, Новосергеевский, Илекский, Акбулакский, Сорочинский
5	22,2 - 22,9	2	Первомайский, Соль-Илецкий

По количеству среднегодовых осадков территория декомпозирована на то же количество зон, причем здесь теряется непрерывность изменения (рис. 3).

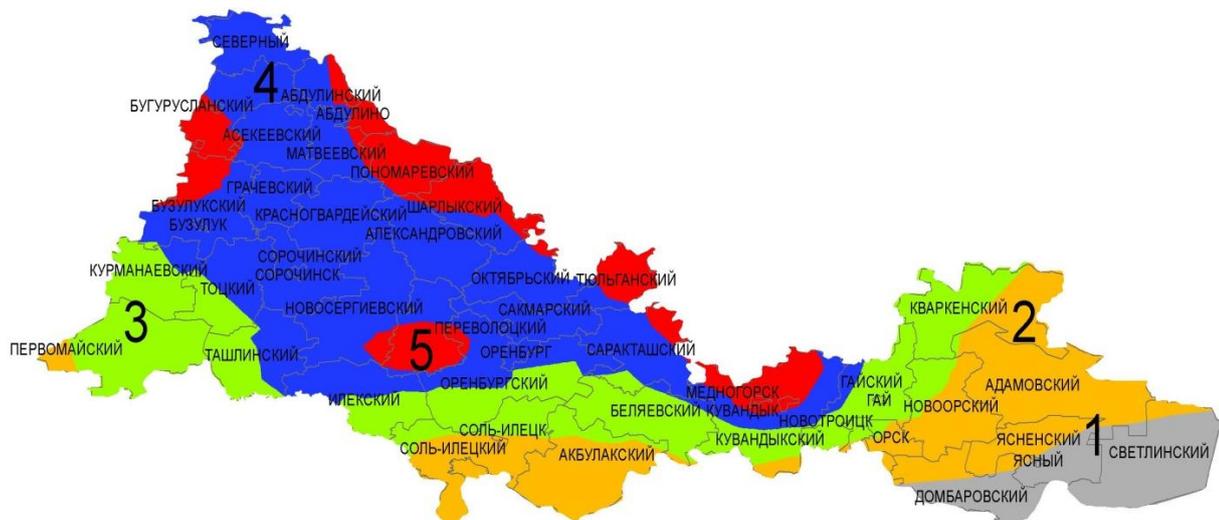


Рис. 3. Агрегирование территории Оренбургской области по среднегодовым осадкам.

Картографическое распределение зон, отраженное на рисунке 3 и в таблице 3, показывает, что 1 и 2 зоны находятся на востоке, а 3 зона – на западе, 4 – на севере и 5 зона распределена по территории с нарушением непрерывности.

Таблица 3. Агрегирование территории Оренбургской области по среднегодовым осадкам

Зона	Диапазон, мм	Кол-во районов в каждой зоне	Районы
1	250-285,4	2	Светлинский, Домбаровский
2	285,4-326,8	5	Соль-Илецкий, Акбулакский, Новоорский, Адамовский, Ясненский
3	326,8-373,4	5	Первомайский, Курманаевский, Беляевский, Гайский, Кваркенский
4	373,4-422,5	18	Северный, Бугурусланский, Абдулинский, Асекеевский, Матвеевский, Грачёвский, Бузулукский, Тоцкий, Красногвардейский, Александровский, Сорочинский, Новосергеевский, Октябрьский, Сакмарский, Оренбургский, Саракташский, Ташлинский, Илекский
5	422,5-470	5	Пономарёвский, Шарлыкский, Тюльганский, Переволоцкий, Кувандыкский

Также предложен вариант выбора оптимального способа зонирования по величине коэффициента корреляции агрегированных данных по зонам и водной составляющей индекса района этих зон в качестве критерия выявления зависимости индексов районов климатических зон от водных условий области как главного фактора развития районов.

Выбор способа агрегирования.

Территориальные и водные ресурсы для каждого района области объединены в один интегрированный показатель индекс развития. При этом изучена зависимость индекса развития районов от водной компоненты путем построения модели с возрастанием водной компоненты при соотношении территориальной и водной составляющих 0,5/0,5; 0,4/0,6; 0,3/0,7.

Для выбора оптимального способа зонирования нами проведена группировка индексов районов, входящих в зоны, при трех различных соотношениях территориальной и водной составляющих и вычисление среднего ин-

декса для зоны методом агрегированных моделей. Проведена аппроксимация кривых распределения индексов районов по зонам, рассчитаны коэффициенты корреляции индексов районов и водного показателя для всех вариантов.

Результаты агрегирования индексов районов территории по средней температуре января, июля и среднегодовым осадкам представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты агрегирования индексов районов по климатическим факторам

Зона	Агрегирование по средней температуре января				
	Инд. р-на (0,5:0,5)	Инд. р-на (0,4:0,6)	Инд. р-на (0,3:0,7)	Территор. комп.	Вод. комп.
1	0,433	0,432	0,432	0,435	0,430
2	0,437	0,439	0,440	0,430	0,444
3	0,541	0,529	0,517	0,599	0,482
4	0,365	0,369	0,374	0,342	0,387
5	0,363	0,360	0,358	0,376	0,350
Коэф. корр.	0,934	0,952	0,969		
Зона	Агрегирование по средней температуре июля				
	Инд. р-на (0,5:0,5)	Инд. р-на (0,4:0,6)	Инд. р-на (0,3:0,7)	Территор. комп.	Вод. комп.
1	0,418	0,421	0,424	0,403	0,433
2	0,424	0,425	0,427	0,418	0,431
3	0,422	0,421	0,419	0,428	0,416
4	0,426	0,427	0,428	0,419	0,432
5	0,438	0,429	0,420	0,482	0,393
Коэф. корр.	-0,835	-0,416	0,794		
Зона	Агрегирование по среднегодовым осадкам				
	Инд. р-на (0,5:0,5)	Инд. р-на (0,4:0,6)	Инд. р-на (0,3:0,7)	Территор. комп.	Вод. комп.
1	0,337	0,340	0,343	0,320	0,353
2	0,397	0,390	0,383	0,431	0,363
3	0,383	0,386	0,389	0,369	0,397
4	0,443	0,443	0,443	0,441	0,445
5	0,458	0,460	0,462	0,446	0,469
Коэф. корр.	0,912	0,944	0,969		

Графическое распределение индексов районов зон отражено на рисунках 4-6.

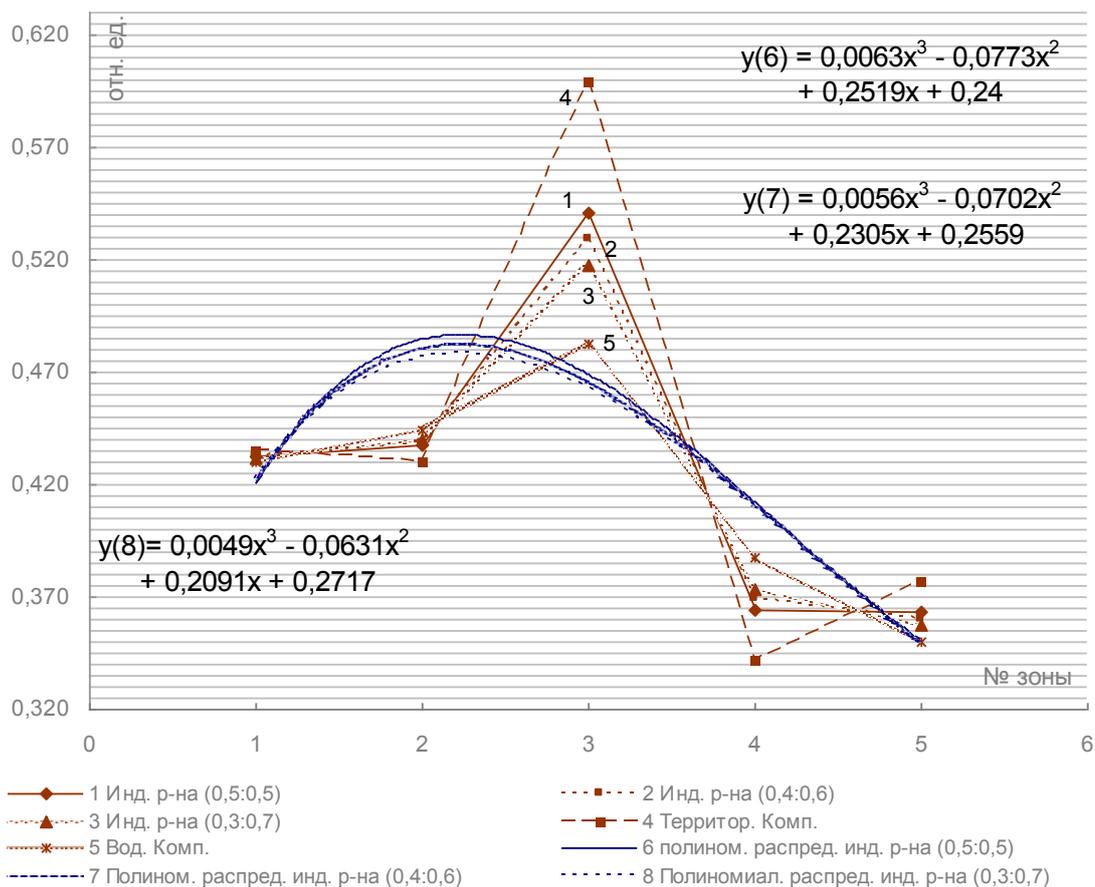


Рис. 4. Распределение индексов районов по зонам при агрегировании территории по средней температуре января.

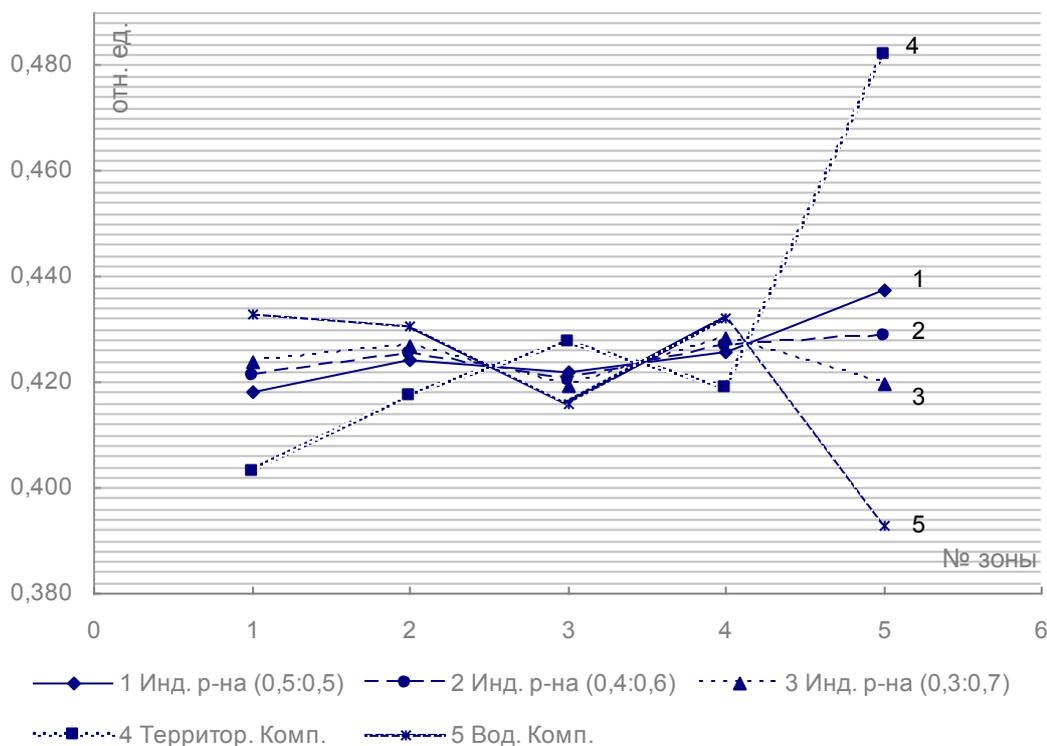


Рис. 5. Распределение индексов районов по зонам при агрегировании территории по средней температуре июля.

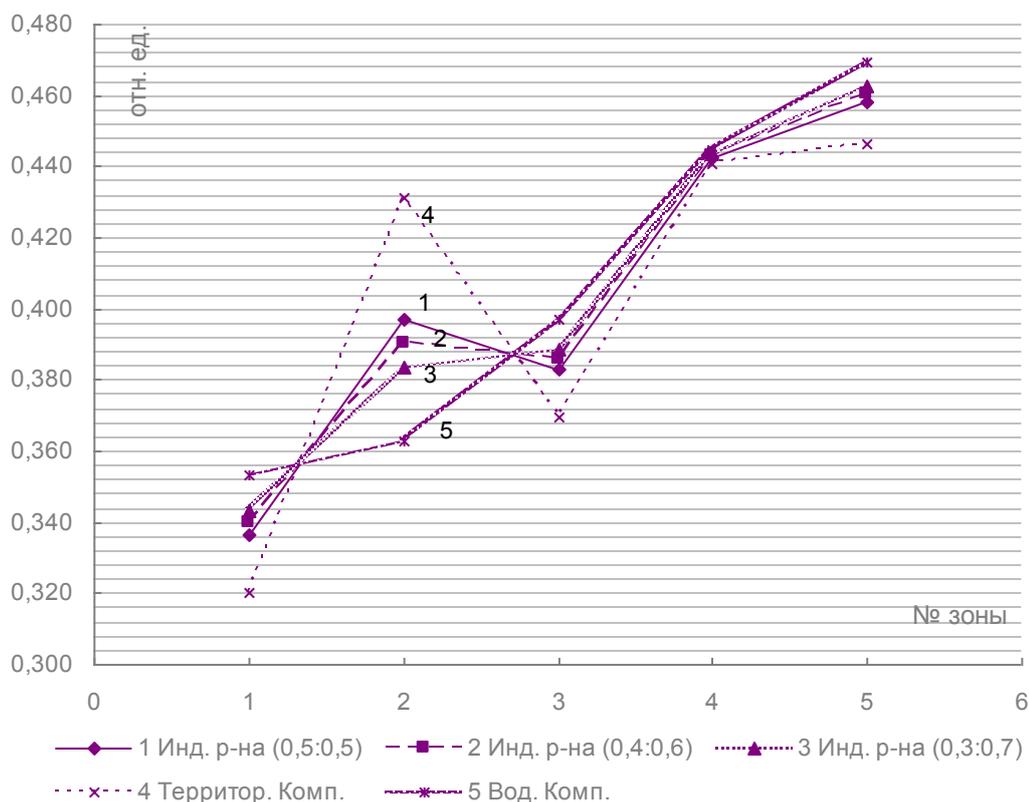


Рис. 6. Распределение индексов районов по зонам при агрегировании территории по среднегодовым осадкам.

Подсчет коэффициентов корреляции между индексами развития районов при различном соотношении водной и территориальной компонент и водной компонентой дает следующие диапазоны его изменения:

- 1) агрегирование по средней температуре января от 0,934 до 0,969;
- 2) агрегирование по средней температуре июля от -0,835 до 0,794;
- 3) агрегирование по среднегодовым осадкам от 0,912 до 0,969.

Во всех случаях наблюдается рост коэффициента корреляции при возрастании водной составляющей в индексе района. По величине диапазона изменения коэффициента корреляции оптимальным способом является агрегирование вододефицитной территории на зоны по средней температуре января.

Анализ агрегирования территории Оренбургской области по зонам

В результате построения геоинформационной технологии управления развитием административных районов Оренбургской области и группировки районов по климатическим зонам получены следующие результаты:

- выбраны доступные для нахождения показатели, характеризующие относительное развитие административных районов Оренбургской области и декомпозированы на две компоненты, одна из которых с 12-ью показателями характеризует территориальную составляющую, а вторая – усредненные

водные ресурсы каждого административного района;

- построены агрегированные модели относительных индексов развития районов на вододефицитной территории;

- проведена картографическая группировка районов на зоны по трем климатическим факторам – средней температуре января, июля и среднегодовым осадкам;

- проведен статистический анализ зональной группировки районов, который позволяет установить зависимость индексов развития районов при различном соотношении территориальной и водной компонент от водных ресурсов.

- предложен способ определения оптимального варианта зонирования территории по диапазону изменения коэффициента корреляции.

Агрегирование вододефицитной территории по климатическим зонам позволяет значительно снизить размерность задачи и установить зависимость индексов развития районов от водных ресурсов. Наилучшим вариантом является распределение территории Оренбургской области на зоны по средней температуре января.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кречетов Н. Продукты для интеллектуального анализа данных. Рынок программных средств. 1997. 14-15: 32-39.
2. Киселев М., Соломатин Е. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах. Открытые системы. 1997. 4: 41-44.
3. Дюк В.А. Data mining - интеллектуальный анализ данных. Byte. 1999. 9: 18.
4. Владов Ю.Р., Владова А.Ю. Построение и моделирование систем интеллектуального управления состоянием техногенных объектов. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. 243 с.
5. Булгаков С.В. Агрегирование информационных моделей. Перспективы науки и образования. 2014. 3(9): 9-13.
6. Tsvetkov. V. Ya. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development. European Researcher. 2012. 25 (7): 1036-1041.
7. Кудж С.А., Цветков В.Я. Информационные образовательные единицы. Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. 1: 24-31.
8. Владова А.Ю., Владов Ю.Р. Построение систем интеллектуального управления состоянием техногенных объектов. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2012. 176 с.
9. Владов Ю.Р. Решение задачи идентификации на основе агрегированных моделей технического состояния промышленных объектов. Вестник ОГУ. 2004. 6: 151-156.
10. Владова А.Ю., Владов Ю.Р. Проектирование базы данных системы интеллектуального управления состоянием техногенных объектов. Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. 11: 27-34.
11. Владов Ю.Р. и др. Интеллектуальное формирование управленческой информации при оценке технического риска газотранспортных объектов. Энергоэффективность. Проблемы и решения: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции. Уфа, 2013: 229-230.

(Контактная информация: Владов Юрий Рафаилович – д.т.н., профессор, заведующий лабораторией технологии управления природопользованием Отдела геоэкологии ОНЦ УрО РАН; адрес: 460014, г. Оренбург, ул. Набережная, 29; тел. 8 (3532) 77-56-70, факс 8 (3532) 77-06-60; e-mail: geoecol-onc@mail.ru).

LITERATURA

1. Krechetov N. Produkty dlja intellektual'nogo analiza dannyh. Rynok programmnyh sredstv. 1997. 14-15: 32-39.
2. Kiselev M., Solomatin E. Sredstva dobychi znanij v biznese i finansah. Otkrytye sistemy. 1997. 4: 41–44.
3. Djuk V.A. Data mining - intellektual'nyj analiz dannyh. Byte. 1999. 9: 18.
4. Vladov Ju.R., Vladova A.Ju. Postroenie i modelirovanie sistem intellektual'nogo upravlenija sostojaniem tehnogennyh ob'ektov. Orenburg: ООО ИПК «Университет», 2013. 243 s.
5. Bulgakov S.V. Agregirovanie informacionnyh modelej. Perspektivy nauki i obrazovanija. 2014. 3(9): 9-13.
6. Tsvetkov. V. Ya. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development. European Researcher. 2012. 25 (7): 1036-1041.
7. Kudzh S.A., Cvetkov V.Ja. Informacionnye obrazovatel'nye edinicy. Distancionnoe i virtual'noe obuchenie. 2014. 1: 24-31.
8. Vladova A.Ju., Vladov Ju.R. Postroenie sistem intellektual'nogo upravlenija sostojaniem tehnogennyh ob'ektov. Orenburg: ООО ИПК «Университет», 2012. 176 s.
9. Vladov Ju.R. Reshenie zadachi identifikacii na osnove agregirovannyh modelej tehničeskogo sostojanija promyšlennyh ob'ektov. Vestnik OGU. 2004. 6: 151-156.
10. Vladova A.Ju., Vladov Ju.R. Proektirovanie bazy dannyh sistemy intellektual'nogo upravlenija sostojaniem tehnogennyh ob'ektov. Vestnik komp'juternyh i informacionnyh tehnologij. 2013. 11: 27-34.
11. Vladov Ju.R. i dr. Intellektual'noe formirovanie upravlencheskoj informacii pri ocenke tehničeskogo riska gazotransportnyh ob'ektov. Jenergojeffektivnost'. Problemy i reshenija: Materialy XIII Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Ufa, 2013: 229-230.

Образец ссылки на статью:

Владов Ю.Р., Нестеренко Ю.М., Влацкий В.В., Мозгунова Е.М., Тихова М.Ю. Геоинформационная технология управления развитием административных районов вододефицитной территории. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. 4: 1-12 [Электронный ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2015-4/Articles/VYR-2015-4.pdf>).