

7. *O nekotorykh aspektakh razvitiya turizma v Rossiyskoy Federatsii v 2008–2010 gg.* [Some aspects of tourism development in the Russian Federation in 2008–2010]. Available at: http://www.gks.ru/bgd/regl/B11_04/IssWWW.exe/Stg/d08/3-turizm-tab.htm (accessed: 18.05.2014).
8. *Olimpiyskiy turizm: perspektivy razvitiya* [Olympic tourism: development prospects]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* [Theory and Practice of Physical Culture], 1999, no. 11. Available at: <http://lib.sportedu.ru/press/TPFK/1999N11/p26-28.htm> (accessed: 28.04.2014).
9. *Otchet o deyatelnosti v oblasti ustoychivogo razvitiya* [Report on the activities in the field of sustainable development]. Available at: http://sochi2014.blob.core.windows.net/storage/games/strategy/report/Sus%20report_Rus_FIN.pdf (accessed: 03.05.2014).
10. Peronko I. A. *Provedenie Olimpiyskikh igr – moshchnyy stimul razvitiya regionalnoy ekonomiki* [The carrying the Olympic Games - a powerful stimulus for the development of the regional economy]. Available at: http://www.cbr.ru/publ/MoneyAndCredit/peronko_02_13.pdf (accessed: 05.05.2014).
11. *Rosturizm: chislo inostrannykh turistov v Rossii v 2013 godu* [Rosturizm: the number of foreign tourists in Russia in 2013]. *Sdelano u nas* [Made from us]. Available at: <http://sdelanounas.ru/blogs/46536/> (accessed: 18.05.2014).
12. *Sayt Departamenta kompleksnogo razvitiya kurortov i turizma Krasnodarskogo kraya* [The site of the Department of complex development of resorts and tourism of Krasnodar region]. Available at: <http://www.kurortkuban.ru/> (accessed: 26.04.2014).
13. *Sayt Departamenta kompleksnogo razvitiya kurortov i turizma Krasnodarskogo kraya* [The site of the Department of complex development of resorts and tourism of Krasnodar region]. Available at: <http://www.kurortkuban.ru/> (accessed: 18.05.2014).
14. *Chislo turistov v Sochi ostaetsya na odnom urovne* [The number of tourists in Sochi remains at the same level]. *Travel.ru : turizm i puteshestvie* [Travel.ru: Tourism and travel]. Available at: <http://www.travel.ru/news/2012/10/02/206471.html> (accessed: 16.05.2014).
15. *International tourism an engine for the economic recovery. The UNWTO World Tourism Organization.* Available at: <http://media.unwto.org/press-release/2013-12-12/international-tourism-engine-economic-recovery> (accessed: 18.05.2014).
16. Markaryan I. N., Malyuta L. Ye., Baratelia B. V. *Quality of tourism and hospitality management systems in Russia. European researcher*, 2013, no. 5-4 (51), pp. 1525–1528.
17. *UNWTO Tourism Highlights: 2009–2013 Editions.* Available at: <http://mkt.unwto.org/en/content/tourism-highlights> (accessed: 18.05.2014).

**МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОЦЕНОК
АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕРРИТОРИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОМЕРНЫХ
СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Шабанов Дмитрий Иванович

кандидат географических наук, доцент

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: mettus@mail.ru

Иолин Михаил Михайлович

кандидат географических наук, доцент

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: miolin76@mail.ru

Борзова Анастасия Сергеевна, магистрант

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: kafedra.geografii@mail.ru

Агошкова Елена Владимировна, консультант

ООО «Консультационный центр «Мой Мир»»
414040, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Чугунова, 21\33
E-mail: agoshkova.e@mail.ru

Чигина Татьяна Сергеевна, аспирант

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1
E-mail: kafedra.geografii@mail.ru

Приведена методика получения интегральных характеристик антропогенного изменения территории с использованием элементов многомерной статистики на базе геоинформационных технологий. Территориальная единица рассматривается как точка в многомерном пространстве признаков. Расстояние от начала координат принимается как оценка антропогенной трансформации территориальной единицы. Так как начало координат представляет собой «идеальную» территориальную единицу, где все трансформирующие ландшафт параметры равны нулю. Проведено ранжирование участвующих в анализе антропогенных параметров по степени трансформации природной среды методом опроса группы экспертов. Экспертами был проведён интуитивно-логический анализ предложенных параметров с последующим ранжированием суждений о степени влияния на ландшафт конкретного фактора. Обобщённое мнение экспертов определялось методом «средних рангов» М. Кэндалла. Полученное обобщённое мнение экспертов было принято как решение задачи определения весовых коэффициентов, показывающих различную степень влияния параметра на ландшафт. Описаны формулы, применение которых возможно для расчёта расстояния (Евклидово, Чебышева и Манхэттенское расстояние), проведено их сравнение. Евклидово расстояние – наиболее общий случай метрики, расстояние Чебышева применимо при высокой схожести наборов данных, Манхэттенское расстояние минимизирует влияние возможных выбросов. На основе оценки исходных данных, корреляционного анализа рассчитанных по трем формулам расстояний и картографического анализа распределения отклонений территориальных единиц в пространствах трех использованных метрик, обосновано применение Евклидова расстояния для случая оценки трансформации природной среды Астраханской области.

Ключевые слова: антропогенная трансформация территории, многомерные статистические методы, ГИС, дистанционное зондирование Земли, евклидово расстояние

USE OF MULTIVARIATE STATISTICAL METHODS
FOR ESTIMATION OF THE SPATIAL CHANGES
IN ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION (LAND USE)

Shabanov Dmitriy I.

C.Sc. in Geography
Associate Professor
Astrakhan State University
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail mettus@mail.ru

Iolin Mikhail M.

C.Sc. in Geography
Associate Professor
Astrakhan State University
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail miolin76@mail.ru

Borzova Anastasiya S.

Undergraduate Stu
Astrakhan State University
1 Shaumya sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail kafedra.geografii@mail.ru

Agoshkova Yelena V.

Consultant
LLC "Consulting center "MoyMir"
21/33 Chugunov st., Astrakhan, 414040, Russian Federation
E-mail agoshkova.e@mail.ru

Chigina Tatiyana S.

Post-graduate student
Astrakhan State University
1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation
E-mail kafedra.geografii@mail.ru

The technique for integrated characteristics of anthropogenous change of the territory with use of elements of multivariate statistics and geoinformation technologies is given. Spatial unit is considered as a point in multidimensional space of different types of land use. The beginning of coordinates represents "ideal" territorial unit where all parameters transforming a landscape are equal to zero. The distance from the beginning of coordinates is used as an assessment of anthropogenous transformation of spatial unit. Set of formulas for distance calculation (Euclidean, Chebyshev and Manhattan distance), is carried out in comparison. Euclidean is more general metrics, Chebyshev is suitable for similar data sets and Manhattan metrics minimize outlier influence. On the basis of raw data estimation, correlation and analysis of distribution in spatial deviations in the distances calculated via three metrics Euclidean distance is proved as reasonable for a case of the Astrakhan region.

Keywords: land use, RS, GIS, multivariate statistics, general estimation, anthropogenic transformation

Астраханская область – уникальный по своим природным, историческим и культурным ресурсам регион на южных границах Российской Федерации. На территории Астраханской области сформировались 2 крупных группы ландшафтов: зональные полупустынной и пустынной зон и интразональные Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волга. Географические различия, в основном различный характер увлажнения этих территорий во многом определяет хозяйственную деятельность и условия проживания населения. Ландшафтные комплексы аридных территорий, как правило, являются относительно простыми, в результате чего могут легко подвергнуться необратимым изменениям. Варианты хозяйственного использования этих территорий достаточно ограничены, и нерациональная деятельность человека по их освоению может вызвать многочисленные негативные последствия. Более широкий спектр хозяйственной деятельности на землях Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волга определяет более высокие нагрузки и разнообразие негативного воздействия. Хозяйственная деятельность в зоне пустынь (земледелие и пастбищное животноводство, мелиорации, гидротехническое строительство) оказывает очень сильное воздействие на уязвимые природные экосистемы. Можно выделить несколько ведущих антропогенных факторов, связанных с видами землепользования на территории Астраханской области. Данные факторы определяют основные особенности изменения ландшафтов – это застройка территории (селитебная, транспортная), добыча полезных ископаемых, транспорт, сенокосение, выпас скота, пирогенный фактор, орошаемое земледелие, рекреационная нагрузка. Эти факторы определяют развитие наиболее характерных экологических проблем, формирующих общий критический фон экологической обстановки в Астраханской области, а именно: техногенное нарушение среды, деградация почв и пастбищ, активные процессы эрозии, химическое загрязнение, общее засоление почв, нарушение гидрологического и гидрохимического режима поверхностных вод, опустынивание территории, истощение рыбных запасов, природные очаги опасных инфекций [1–12, 14, 17–19, 22–24].

При изучении географического пространства с помощью методов геоинформатики производится создание геоинформационной модели – цифровой модели геопространства, которая представляет собой совокупность цифровых записей (файлов, элементов файлов, записей баз данных, связей между ними), находящихся в определённой связи с элементами (объектами и явлениями) географической действительности. На их базе возможно построение практически всех видов геоизображений, включая традиционные и новые – карт, объёмных изображений, анаморфоз, картографических анимаций и т.д. В общем случае эта информация не отягощена специальной картографической нагрузкой. Хотя карта может также быть включена в модель в виде набора дискретных объектов [15, 21]. С точки зрения информатики, геоинформационная модель может быть определена как база данных, содержащая в себе географическую (пространственную) информацию. Построение геоинформационной модели территории Астраханской области было выполнено на основе регулярно-ячейистой модели данных. Элементарной единицей данных в этом случае служит регулярная пространственная ячейка правильной геометрической формы. Форма ячеек может быть самая разнообразная – например, трапеции (плоские или сферические; равновеликие или квазиравновеликие), прямоугольники, квадраты, шестиугольники, треугольники и т.д. Считается, что раз-

биение на четырехугольники обладает тем преимуществом, что может быть повторено на более крупном масштабе в пределах сетки более мелкого масштаба с сохранением формы ячейки исходной сетки (аналогично номенклатуре листов топографических карт). Вложенные сетки могут образовывать иерархические структуры произвольной сложности [13]. Мы использовали квазиравновеликую ячейку прямоугольной формы со сторонами 5×5 км (средняя площадь ячейки 25,03 км²). Модель была реализована в ГИС MapInfo 8.0. Каждая территориальная единица характеризуется набором переменных, в роли которых выступают величины различных видов использования земли. Число этих переменных достигает 26-ти (табл. 1). Эти данные использовались далее для математико-картографического моделирования – получения интегральных характеристик антропогенной трансформации территории и построения картографических изображений. Исходный массив из 26 переменных был разделен на 2 группы – площадных и линейных параметров. Далее были получены интегральные величины для каждой из этих групп, рассчитан интегральный показатель, характеризующий антропогенную трансформацию каждой из единиц. Первоначально параметры каждой из групп, для приведения к сопоставимому виду, были нормированы по алгоритму, предложенному В.С. Тикуновым [20]. Мы модифицировали этот алгоритм согласно имеющимся данным и логике анализа. Перед расчетами исходные данные были «взвешены» коэффициентами, отражающими степень влияния на ландшафт конкретного параметра. Было выполнено ранжирование участвующих в анализе антропогенных параметров по степени трансформации природной среды методом опроса группы экспертов. Экспертами был проведен интуитивно-логический анализ предложенных параметров с последующим ранжированием суждений о степени влияния на ландшафт конкретного фактора. Обобщенное мнение экспертов определялось методом «средних рангов» М. Кэндалла [22]. Полученное обобщенное мнение экспертов было принято как решение задачи определения весовых коэффициентов, показывающих различную степень влияния параметра на ландшафт (табл. 1).

Таблица 1

Экспертные оценки видов использования территории

Наименование	Класс территории по степени антропогенного воздействия (по А.В. Антиповой, Б.И. Кочурову (1997, 2003))	Итог. эксперт. оценка, баллы
Особо-охраняемые территории (федеральн. значения)	Естественные угодья	1
Природные и охотничьи заказники	Естественные угодья	2
Охотничьи хозяйства	Естественные угодья	3
Прочие земли (рац. использ. пастбища, леса)	Естественные угодья	4
Садовые насаждения	Возделываемые	5
Распаханность территории	Возделываемые	6
Пастбища (опустыненные, сбитые)	Естественные угодья	7
Водохранилища	Возделываемые	8
Линии электропередач (ЛЭП)	Застроенные	9
Линии связи	Застроенные	9
Караванные пути	Застроенные	9
Грунтовые дороги полевые и лесные	Застроенные	10
Грунтовые дороги просёлочные	Застроенные	10
Оросительные каналы	Возделываемые	10
Газопроводы	Застроенные	11

Нефтепроводы	Застроенные	11
Грунтовые дороги без покрытия (улучшенные)	Застроенные	12
Автомобильные дороги с покрытием (шоссе)	Застроенные	13
Железные дороги 1-путные	Застроенные	14
Железные дороги 2-путные	Застроенные	15
Автомобильные дороги с усовершенствованным покрытием (усовершенствованные шоссе)	Застроенные	16
Посёлки сельского типа	Застроенные	17
Посёлки городского типа	Застроенные	18
Города с населением более 50 000 чел.	Застроенные	19
Города с населением менее 50 000 чел.	Застроенные	19
Терр. активной разработки природных ископаемых	Застроенные	20

В качестве способа получения интегральных оценок часто предлагается суммирование или вычисление произведения величин исходных данных, приведенных к сопоставимому виду (предварительно взвешенных коэффициентами, корректирующими различную значимость параметров). Эту операцию можно интерпретировать как нахождение расстояния территориальной единицы в признаковом пространстве от начала координат, которое представляет собой «идеальную» территориальную единицу, где все трансформирующие ландшафт параметры равны нулю. Свойства признакового пространства определяет формула, используемая при расчёте расстояния [22]. Формул для расчета расстояний в признаковом пространстве большое количество. Наиболее интересны, на наш взгляд, расстояния Евклида, Чебышева и Манхэттенское. При нахождении сумм нормированных и взвешенных показателей используется так называемое «Манхэттенское (городских кварталов)» расстояние, вычисляемое по формуле (1):

$$m(x) = \sum_{i=1}^n |x_i|, \quad (1)$$

где $m(x)$ расстояние от начала координат до точки с координатами $x_1, x_2 \dots x_n$.

Расстояние Чебышева – абсолютное значение максимальной разности среди последовательных пар координат. Обозначим расстояние Чебышева (максимума) от точки x до точки y как c . Оно рассчитывается по формуле (2):

$$c(x; y) = \max |x_i - y_i|, \quad (2)$$

где i меняется от 1 до n . И при помещении одной из точек в начало системы отсчёта:

$$c(x) = \max |x_i|. \quad (3)$$

Рассмотрим процесс получения интегральной характеристики антропогенной трансформации территории на примере евклидова расстояния. Евклидово расстояние между двумя точками x и y – это кратчайшее расстояние между ними. В двух- или трёхмерном случае – это прямая, соединяющая данные точки. Обозначим евклидово расстояние от точки x до точки y как e . Пусть n – количество пар координат, а x_1-x_n и y_1-y_n – координаты точек x и y . Тогда общей формулой для многомерного случая будет формула (4):

$$e(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}. \quad (4)$$

При помещении одной из точек в начало системы отсчёта, эта формула упрощается (формула (5)):

$$e(x) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i)^2} \quad (5)$$

Обозначим через L линейные параметры, через w – их экспертные веса, через n – количество линейных параметров. Тогда евклидово расстояние от начала координат до точки с координатами соответствующими величинам этих параметров будет рассчитываться по формуле (6):

$$e(L)_j = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_j L_j)^2}. \quad (6)$$

Далее результаты нормируются путём деления на максимум («худшее» значение). В результате расчётов по формуле (7), мы получаем безразмерную (условные баллы) величину, заключенную в промежутке от 0 до 100:

$$e'(L)_j = 100 \frac{e(L)_j}{e(L)_{\max}}, \quad (7)$$

где $e(L)_{\max}$ – максимальное значение $e(L)_j$ среди всех объектов анализа.

Аналогичные расчеты выполняются для группы площадных параметров, получая нормированную величину $e'(S)_i$. Итоговая оценка рассчитывается по формуле расстояния городских кварталов (для нивелирования выбросов) (8), а нормированное на максимум значение – по формуле (9):

$$e(S_i; L_j) = e'(S)_i + e'(L)_j, \quad (8)$$

$$e'(S_i; L_j) = 100 \frac{e(S_i; L_j)}{e(S_i; L_j)_{\max}}, \quad (9)$$

Где $e(S_i; L_j)_{\max}$ – максимальное значение $e(S_i; L_j)$ среди всех объектов анализа.

Расчеты для остальных метрик аналогичны. Статистический анализ показал, что коэффициент корреляции между итоговыми оценками антропогенной трансформации по Чебышева и Манхэттенскому расстояниям с оценкой по Евклидову расстоянию достигает величины 0,97 и 0,91 соответственно, т.е. они высоко коррелированы. Пространственный анализ распределения отклонений по территории показал отсутствие каких-либо закономерностей. Выбор метрики пространства сложен, и в литературе нет чётких критериев для этого. Часто считается, что евклидово расстояние является наиболее общим видом метрики. Схожие с ним результаты даёт применение манхэттенского расстояния, положительной чертой которого является уменьшение влияния отдельных выбросов. Так как они не возводятся в квадрат. Расстояние Чебышева может оказаться полезным при высокой схожести наборов данных. Оно позволяет определить два объекта как "различные", если они отличаются по какой-либо одной координате. По словам В.С. Тикунова, сделавшего подробный анализ применения различных видов классификаций в географии, «... в конкретных экспериментах полезно опробовать ряд мер, но не перебирать их все...» [20].

Список литературы

1. Бармин А. Н. Астраханский регион: современные тенденции природопользования при техногенном влиянии / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Н. С. Шуваев, Г. З. Асанова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. – № 3. – С. 41–47.
2. Бармин А. Н. Основные типы загрязнений на территории Астраханской области / А. Н. Бармин, М. М. Иолин // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2003. – № 4-5. – С. 74–76.
3. Бармин А. Н. Региональные проблемы особо охраняемых территорий (на примере Астраханской области) : монография / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, А. С. Ермолина. – Астрахань : ООО «ЦНТЭП», 2006. – 137 с.
4. Бармин А. Н. Современная характеристика почвенного покрова Астраханской области / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Н. А. Шарганова, Е. А. Кульвинская // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 1 (14). – С. 64–73.
5. Бармин А. Н. Современные проблемы природопользования на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги / А. Н. Бармин, М. М. Иолин // География в школе. – 2007. – № 4. – С. 20–23.
6. Бармин А. Н. Структура и динамика землепользования в Астраханской области / А. Н. Бармин, М. М. Иолин, И. С. Шарова, В. Б. Голуб // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3. – С. 143–149.
7. Богданов Н. А. Анализ микрорезлементного состава почвогрунта при диагностике изменчивости состояния урбанизированных территорий / Н. А. Богданов, А. Н. Бармин, М. М. Иолин // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 4. – С. 76–82.
8. Богданов Н. А. Экологическое зонирование: научно-методические приемы (Астраханская область). – Москва : Editorial URSS, 2005. – 176 с.
9. Геоэкологическая карта Астраханской области / под ред. В. М. Котлякова, Н. Ф. Глазовского. – Москва–Астрахань : ООО "АКЦ", 2003. – Масштаб 1:500 000.
10. Гольчикова Н. Н. Оценка состояния природной среды Северо-Западного Прикаспия : монография / Н. Н. Гольчикова. – Астрахань : Астраханский государственный технический университет, 2005. – 148 с.
11. Иолин М. М. Оценка экологического состояния почвенного покрова Астраханской области при влиянии современного техногенеза / М. М. Иолин, А. Н. Бармин // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2012. – Т. 20, № 15 (134). – С. 161–167.
12. Каменнов С. Ф. К вопросу оценки антропогенной нагрузки на территорию Лиманского района Астраханской области: транспортная сеть / С. Ф. Каменнов, Д. И. Шабанов, В. Н. Пекин // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 1. – С. 106–109.
13. Капралов Е. Г. Основы геоинформатики : учебное пособие : в 2-х кн. / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарёв, В. С. Тикуннов, А. В. Заварзин, И. К. Лурье, И. А. Рьльский, А. В. Трофимов, М. Э. Флейс, В. Б. Яровых. – Москва : Академия, 2004. – Книга 1. – 352 с.
14. Корнилов А. Г. Виды антропогенного воздействия на экосистемы Волго-Ахтубинской поймы и дельты реки Волги / А. Г. Корнилов, А. Н. Бармин, М. М. Иолин, Н. М. Куренцов // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов юга России : сборник статей. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2004. – С. 3–7.
15. Лурье И. К. Основы геоинформационного картографирования : учебное пособие / И. К. Лурье. – Москва : Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2000. – 143 с.
16. Макаров В. З. Эколого-географическое картографирование городов / В. З. Макаров, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. – Москва : Научный мир, 2002. – 176 с.
17. Сальников А. Л. Технология оценки природно-ресурсного потенциала муниципальных образований Астраханской области / А. Л. Сальников, Д. И. Шабанов, Б. И. Кочуров // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2008. – № 4. – С. 106–111.
18. Тажетдинова Н. С. Геоэкологическая оценка и контроль антропогенного воздействия при добыче минерального сырья / Н. С. Тажетдинова, М. М. Иолин // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 235–242.
19. Тажетдинова Н. С. Экологические особенности и характеристика природных условий при разработке месторождений минерального сырья Астраханской области / Н. С. Тажетдинова, М. М. Иолин // Естественные науки. – 2011. – № 2. – С. 89–95.

20. Тикунов В. С. Моделирование в картографии : учебник / В. С. Тикунов. – Москва : Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 1997. – 405 с.
21. Цветков В. Я. Геоинформационные системы и технологии / В. Я. Цветков. – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
22. Шабанов Д. И. Геоэкологическая оценка антропогенной трансформации ландшафтов Астраханской области с применением геоинформационных технологий и дистанционного зондирования : автореф. дисс. ... канд. геогр. наук / Д. И. Шабанов. – Астрахань : Астраханский государственный университет, 2009. – 159 с.
23. Шабанов Д. И. Изучение процессов деградации пастбищ с применением ГИС и ДЗЗ / Д. И. Шабанов, А. Л. Сальников // *Естественные науки*. – 2008. – № 2. – С. 29–32.
24. Buzyakova I. V. Astrakhan's transport infrastructure development / I. V. Buzyakova, M. M. Iolin, E. V. Vidishcheva // *European researcher*. – 2011. – No. 4 (6). – Pp. 372–377.

References

1. Barmin A. N., Iolin M. M., Shuvaev N. S., Asanova G. Z. Astrakhanskiy region: sovremennyye tendentsii prirodopolzovaniya pri tekhnogenom vliyaniy [Astrakhan region: current trends of natural resources at technogenic impact]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotosemka* [Proceedings of the Higher Educational Institutions. Surveying and Aerial Photography], 2011, no. 3, pp. 41–47.
2. Barmin A. N., Iolin M. M. Osnovnye tipy zagryazneniy na territorii Astrakhanskoj oblasti [The main types of pollution in the Astrakhan region]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2003, no. 4-5, pp. 74–76.
3. Barmin A. N., Iolin M. M., Yermolina A. S. *Regionalnye problemy osobo okhranyaemykh territoriy (na primere Astrakhanskoj oblasti)* [The regional problems of protected areas (for example, the Astrakhan region)], Astrakhan, ООО «ТсНТЕП» Publ., 2006. 137 p.
4. Barmin A. N., Iolin M. M., Sharganova N. A., Kulvinskaya Ye. A. Sovremennaya kharakteristika pochvennogo pokrova Astrakhanskoj oblasti [The modern characteristics of the soil cover of the Astrakhan region]. *Yuzhno-Rossiyskiy vestnik geologii, geografii i globalnoy energii* [South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy], 2006, no. 1 (14), pp. 64–73.
5. Barmin A. N., Iolin M. M. Sovremennyye problemy prirodopolzovaniya na territorii Volgo-Akhtubinskoj poymy i delty reki Volgi [Modern problems of nature in the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga Delta]. *Geografiya v shkole* [Geography at school], 2007, no. 4, pp. 20–23.
6. Barmin A. N., Iolin M. M., Sharova I. S., Golub V. B. Struktura i dinamika zemlepolzovaniya v Astrakhanskoj oblasti [Structure and dynamics of land use in the Astrakhan region]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 3, pp. 143–149.
7. Bogdanov N. A., Barmin A. N., Iolin M. M. Analiz mikroelementnogo sostava pochvogrunta pri diagnostike izmenchivosti sostoyaniya urbanizirovannykh territoriy [Analysis of the microelement composition of soil-ground variability in the diagnosis of condition urban areas]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Problems of regional ecology], 2011, no. 4, pp. 76–82.
8. Bogdanov N. A. *Ekologicheskoe zonirovaniye: nauchno-metodicheskie priemy (Astrakhanskaya oblast)* [Ecological Zoning: scientific and methodological techniques (Astrakhan region)], Moscow, Editorial URSS Publ., 2005. 176 p.
9. Kotlyakov V. M., Glazovskiy N. F. (ed.) *Geoekologicheskaya karta Astrakhanskoj oblasti* [Geoeological map Astrakhan Region], Moscow–Astrakhan, ООО "АКТs" Publ., 2003.
10. Golchikova N. N. *Otsenka sostoyaniya prirodnoy sredy Severo-Zapadnogo Prikaspiya* [Evaluation of the natural environment of the North-Western Caspian], Astrakhan, Astrakhan State Technical University Publ. House, 2005. 148 p.
11. Iolin M. M., Barmin A. N. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya pochvennogo pokrova Astrakhanskoj oblasti pri vliyaniy sovremennogo tekhnogeneza [Assessing the environmental status of the soil cover of the Astrakhan region under the influence of modern technogenesis]. *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Yestestvennye nauki* [Proceedings of Belgorod State University. Series: Natural Sciences], 2012, vol. 20, no. 15 (134), pp. 161–167.
12. Kamennov C. F., Shabanov D. I., Pekin V. N. K voprosu otsenki antropogennoy nagruzki na territoriyu Limanskogo rayona Astrakhanskoj oblasti: transportnaya set [Assessment of anthropogenic transport pressure on the territory of Limanskiy district in Astrakhanskaya oblast]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Problems of regional ecology], 2008, no. 1, pp. 106–109.

13. Kapralov Ye. G., Koshkarev A. V., Tikunov V. S., Zavarzin A. V., Lure I. K., Rylskiy I. A., Trofimov A. V., Fleys M. E., Yarovykh V. B. *Osnovy geoinformatiki* [Basics of Geoinformatics], Moscow, Akademiya Publ., 2004, book 1. 352 p.
14. Kornilov A. G., Barmin A. N., Iolin M. M., Kurentsov N. M. Vidy antropogennoy vozdeystviya na ekosistemy Volgo-Akhtubinskoy poymy i delty reki Volgi [Types of anthropogenic impacts on the ecosystem of the Volga-Akhtuba floodplain and the Volga Delta]. *Struktura, funktsionirovaniye, evolyutsiya prirodnykh i antropogennykh landshaftov yuga Rossii* [The structure, function, evolution of natural and man-made landscapes of southern Russia], Astrakhan, Astrakhan universitety Publ. House, 2004, pp. 3–7.
15. Lure I. K. *Osnovy geoinformatsionnogo kartografirovaniya* [Fundamentals of geoinformation mapping], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 2000. 143 p.
16. Makarov V. Z., Novakovskiy B. A., Chumachenko A. N. *Ekologo-geograficheskoe kartografirovaniye gorodov* [Ecological and geographical mapping of cities], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2002. 176 p.
17. Salmikov A. L., Shabanov D. I., Kochurov B. I. Tekhnologiya otsenki prirodno-resursnogo potentsiala munitsipalnykh obrazovaniy Astrakhanskoy oblasti [Technology assessment of natural resource potential of municipalities of the Astrakhan Region]. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Yestestvennye i tochnye nauki* [Proceedings of the Dagestan State Pedagogical University. Natural and exact sciences], 2008, no. 4, pp. 106–111.
18. Tazhetdinova N. S., Iolin M. M. Geoekologicheskaya otsenka i kontrol antropogennoy vozdeystviya pri dobyche mineralnogo syr'ya [Geoecological evaluation and monitoring of human impact in the extraction of mineral resources]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 2, pp. 235–242.
19. Tazhetdinova N. S., Iolin M. M. Ekologicheskie osobennosti i kharakteristika prirodnykh usloviy pri razrabotke mestorozhdeniy mineralnogo syr'ya Astrakhanskoy oblasti [Ecological features and characteristics of the natural environment in the development of mineral deposits Astrakhan Region]. *Yestestvennye nauki* [Natural Sciences], 2011, no. 2, pp. 89–95.
20. Tikunov V. S. *Modelirovaniye v kartografii* [Modelling in cartography], Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ. House, 1997. 405 p.
21. Tsvetkov V. Ya. *Geoinformatsionnye sistemy i tekhnologii* [Geographic Information Systems and Technologies], Moscow, Finansy i statistika Publ., 1998. 288 p.
22. Shabanov D. I. *Geoekologicheskaya otsenka antropogennoy transformatsii landshaftov Astrakhanskoy oblasti s primeneniem geoinformatsionnykh tekhnologiy i distantsionnogo zondirovaniya* [The geoecological estimation of anthropogenic transformation of landscapes Astrakhan region using GIS and remote sensing], Astrakhan, Astrakhan State University Publ. House, 2009. 159 p.
23. Shabanov D. I., Salmikov A. L. Izuchenie protsessov degradatsii pastbishch s primeneniem GIS i DZZ [Study of pasture degradation processes using GIS and remote sensing]. *Yestestvennye nauki* [Natural Sciences], 2008, no. 2, pp. 29–32.
24. Buzyakova I. V., Iolin M. M., Vidishcheva E. V. Astrakhan's transport infrastructure development [Astrakhan's transport infrastructure development]. *European researcher* [European researcher], 2011, no. 4 (6), pp. 372–377.