

А.Т. Глеубердинова, д.э.н.¹

Н.К. Нурланова, д.э.н., профессор¹

Б.Т. Кальменов, докторант PhD²

Институт экономики КН МОН РК¹

г. Алматы, Казахстан

Казахский Национальный Университет

имени Аль-Фараби²

г. Алматы, Казахстан

* – основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: tleuberdinova@gmail.com

МЕТАБОЛИЗМ ГОРОДОВ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: СУЩНОСТЬ, ФАКТОРЫ И РИСКИ (НА ПРИМЕРЕ МЕГАПОЛИСОВ КАЗАХСТАНА)

Целью статьи явилось исследование сущности процессов метаболизма городов, анализ зависимости его факторов от уровня урбанизации на примере мегаполисов Казахстана и обоснование значимости учета метаболизма в управлении городскими системами.

Для достижения цели проведен обзор теоретических взглядов на метаболизм городов, обоснована важность понимания сущности этого процесса, поскольку в нем отражается возрастающее воздействие урбанизации на окружающую среду. Рассмотрена эволюция концепций метаболизма городов, раскрыта трансформация его содержания. Исходя из обобщения сложившихся точек зрения на традиционную и расширенную модель городского метаболизма, предложено авторское видение этого понятия как сложного технико-экономического и экологического процесса накопления, хранения, потребления энергии, материальных ресурсов и производства отходов в результате функционирования городских систем и жизнедеятельности человека.

Учитывая тенденцию повышения метаболизма городов, аргументирована необходимость количественной оценки и рационального управления этим процессом для повышения эффективности потребления ресурсов, снижения и максимальной переработки отходов производства и жизнедеятельности человека. Осуществлен анализ зависимости между процессом урбанизации и потреблением электро-, теплоэнергии, а также выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов Алматы и Нур-Султан. Сделан вывод о линейном характере зависимости между численностью населения и ресурсными потоками мегаполисов.

Использованы методы логического анализа, аналогий и обобщений, экономической статистики, графического и корреляционного анализа.

Ключевые слова: урбанизация, городская система, городской метаболизм, устойчивое развитие городов, социально-экономические процессы, экология, ресурсы, потребление, отходы, Казахстан.

Кілт сөздер: урбандалу, қалалық жүйе, қалалық метаболизм, қалалардың тұрақты дамуы, әлеуметтік-экономикалық үдерістер, экология, ресурстар, тұтыну, қалдықтар, Қазақстан.

Keywords: urbanization, urban system, urban metabolism, sustainable urban development, socio-economic processes, ecology, resources, consumption, waste, Kazakhstan.

JEL classification: R19, R20, R29

Введение. В современных условиях экономический рост и развитие каждой страны, по мнению многих ученых, зависят от устойчивого развития городов [1], что подразумевает их экономическое процветание, экологическую и социальную безопасность, рациональное использование и экономное расходование ресурсов. Однако, процесс роста неконтролируемой урбанизации вызывает ряд проблем, связанных с обеспечением и потреблением необходимых ресурсов в процессе функционирования горо-

дов и их населения. Городские системы характеризуются большой сложностью и в процессе социально-экономического развития тесно взаимодействует с окружающей средой, следствием чего является метаболический обмен и его влияние на экологию. Другой стороной проблемы является вероятность возникновения дефицита ресурсов для удовлетворения потребностей городских систем, а также их неэффективное использование. Так, по прогнозам экспертов, к 2050 году две трети мирового населения мо-

гут пострадать из-за нехватки земли и воды, а также от отсутствия продовольствия. Неэффективный режим потребления всех видов ресурсов приводит к серьезным экологическим последствиям, влияющим на человека и биоразнообразие. Поэтому важной проблемой, требующей решения, является управление урбанизацией и метаболизмом городов для того, чтобы обеспечить рациональное потребление ресурсов и переработку отходов.

Действительно, концепция городского метаболизма дает возможность понять сущность устойчивого развития городов, проводя аналогию с метаболическими процессами организмов. С позиции биологии и биохимии «метаболизм» – это материальный обмен внутри организма, либо между организмами и окружающей средой, в процессе которого потребляемые питательные вещества преобразуются в энергию. Города, по оценке ученых, представляют собой сложные экосистемы, характеризующиеся различными пространственными, временными и организационными масштабами, образованными в результате взаимосвязи человека и природы, где социально-экономические и биофизические факторы регулярно взаимодействуют устойчивым образом [2]. Другими словами, функционирование городов связано с метаболизмом, подразумевающим наличие входных и выходных потоков ресурсов, определяющих жизненные циклы города.

Казахстанскими учеными проблема метаболизма городских систем до сих пор не рассматривалась. Поэтому крайне важным представляется понимание сути городского метаболизма и значимости управления этим процессом в интересах достижения устойчивого развития городов. Отсутствие научных исследований данной проблемы на фоне растущей и слабоуправляемой урбанизации в Казахстане обусловили выбор темы статьи.

Целью статьи явилось исследование сущности процессов метаболизма городов, анализ зависимости его факторов от уровня урбанизации на примере мегаполисов Казахстана и обоснование значимости учета метаболизма в управлении городскими системами. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: исследовать эволюцию концепции метаболизма городов и трансформацию содержания дефиниции «городской метаболизм»;

выявить основные тенденции его изменения и влияния на потребление ресурсов и городскую среду; осуществить оценку этих тенденций в казахстанских условиях на примере анализа влияния урбанизации на процесс метаболизма в городах Алматы и Нур-Султан.

Использованы методы логического анализа, аналогий и обобщений, экономической статистики, графического, корреляционного анализа.

Обзор литературы. Современные исследователи S. Derrible, L. Cheah, M. Arora, L.W. Yeow [3], изучая проблемы развития городов, отмечают, что термин «городской метаболизм (urban metabolism – UM)» был введен в оборот в 1965 году А. Вольманом. Согласно его утверждению в основе городского метаболизма лежит мониторинг процессов ежедневного обмена энергией и ресурсами, потребляемыми, хранящимися, импортируемыми в города или экспортируемыми и из них, что само по себе является чрезвычайно сложной задачей. Подход Вольмана помог его последователям сосредоточить внимание на последствиях потребления ресурсов и образования отходов в городах.

C. Kennedy и S. Pincetl определяют городской метаболизм как «сумму технических и социально-экономических процессов, происходящих в городах, приводящих к росту производства энергии и сокращению отходов» [4]. Определение Кеннеди охватывает основные компоненты городской системы с уклоном в сторону промышленной экологии. За рамки промышленной экологии выходит определение других ученых, понимающих городской метаболизм как «совокупность сложных социотехнических и социо-экологических процессов посредством материальных, энергетических, людских и информационных потоков» [5]. По мнению K. Saguin, городской метаболизм в широком смысле относится к процессу социозэкологического обмена [6].

Первые исследования метаболизма реальных городов (на примере Токио, Брюссель, Гонконг, Майами) междисциплинарного характера (с позиции химии, экологии, строительства), были проведены в 1970-е годы [4]. В 1980-1990 гг. интерес к изучению городского метаболизма снизился, но в начале 2000-х годов концепция UM вновь приобрела популярность, чему в значительной степени способствовал рост исследований в области устойчивого развития.

Менеджмент және маркетинг / Менеджмент и маркетинг

На рубеже тысячелетий были опубликованы результаты ряда исследований метаболизма таких мегаполисов, как Сидней, Вена, Гонконг. Особо следует выделить работу Р. Newtman, который он предложил расширенную модель метаболизма, включающую показатели здоровья, занятости, дохода, образования, обеспеченности жильем, общественного досуга и видов деятельности [7]. Связь между городским метаболизмом и качеством жизни впоследствии стала темой работ других ученых.

Все последующие труды, посвященные городскому метаболизму, сосредоточены главным образом на материальных потоках, городских запасах материалов и их изменениях. Объектами исследований стали такие города, как Лима, Лиссабон, Сингапур, Йорк (Великобритания), Гамбург, Вена, Лейпциг, Лос-Анджелес, Женева, Париж и др. [8, 9]. Многие авторы пытались провести количественную оценку метаболизма и разработать показатели его эффективности, экономии на масштабе для городских инфраструктурных систем; провести анализ характеристик городского метаболизма, а также его связи с городскими макроэкономическими моделями [9, 10].

Таким образом, исходя из обобщения сложившихся точек зрения на городской метаболизм, можно сделать вывод, что это сложный технико-экономический и экологический процесс, заключающийся в накоплении, хранении, потреблении энергии, материальных ресурсов и в производстве отходов в результате функционирования всех городских систем и жизнедеятельности человека. В нем отражается возрастающее воздействие урбанизации на окружающую среду. Помимо вопросов нехватки ресурсов и инфраструктуры на растущее число жителей, урбанизация усиливает социальные проблемы городов. От того, каким образом управляется

этот процесс, зависит экологическое состояние и устойчивость городских систем. Поэтому для повышения энергоэффективного и ресурсоэффективного потребления, снижения и максимальной переработки отходов производства и жизнедеятельности человека очень важно осуществлять количественную оценку и рациональное управление этими процессами.

Основная часть. Несоответствие уровня развития регионов тенденциям урбанизации может привести к возникновению множества экологических, экономических и социальных проблем. Поэтому для политики устойчивого развития очень важна оценка причин неконтролируемого роста урбанизации и его последствий.

Известно, что города, как правило, располагают более высоким уровнем жизни, чем сельская местность, поскольку диверсифицированная экономика предоставляет более широкие возможности для трудоустройства, получения более высоких доходов населению; доступности услуг образования, здравоохранения, культуры. Кроме того, в результате большей плотности городского населения значительно снижаются средние затраты коммунальных служб на строительство коммуникационных и транспортных сетей, предоставление жизненно важных услуг (водоснабжение, электричество). Более благоприятные условия жизни в городе обусловили рост общей численности городского населения в Республике Казахстан за период 2000-2020 гг. на 30% или 2,5 млн человек (с 8,4 млн до 10,9 млн) [11].

В то же время, нормальное функционирование городских систем требует обеспечения достаточным объемом ресурсов, необходимых для осуществления различных видов деятельности. Нарастающие темпы потребления отмечены и в крупнейших городах Казахстана – Алматы и Нур-Султан (рис. 1).

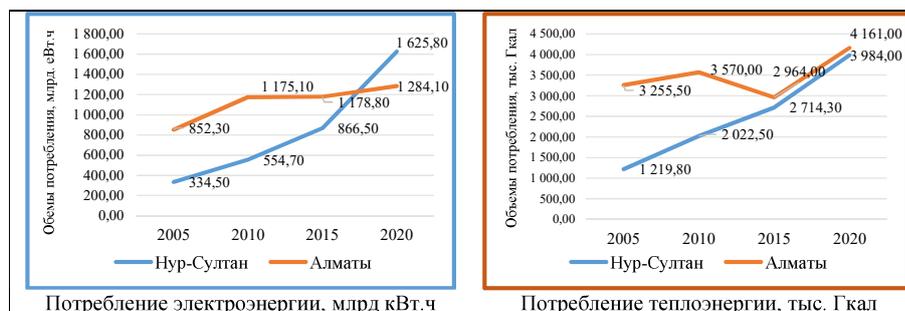


Рисунок 1. Динамика энергопотребления городами Нур-Султан и Алматы*

* Составлено авторами на основе данных [11].

Менеджмент және маркетинг / Менеджмент и маркетинг

Так, за последние 20 лет потребление электро- и теплоэнергии населением мегаполисов страны возросло в 2,45 и 1,82 раза соответственно. В то же время, следует отметить, что темпы роста спроса на электроэнергию в столице выше, чем в Алматы в 3 раза, на теплоэнергию – более, чем в 2 раза.

Иная ситуация сложилась в отношении выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. За анализируемый период общий объем выбросов в двух мегаполисах увеличился на 70%, но в г. Алматы темпы роста загрязнения оказались выше, чем в г. Нур-Султан в 2,7 раза (рис. 2).

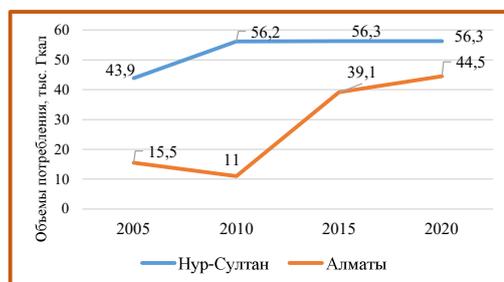


Рисунок 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. т.*

* Составлено авторами на основе данных [11].

Основными источниками загрязнения являются автотранспорт, промышленность и отопительно-энергетическая система городов (работа ТЭЦ и отопление домов частного сектора углем). Большая роль г. Алматы в росте объемов выбросов, в первую очередь, связана с увеличением автотранспорта, как основного источника загрязнения мегаполисов. Причем число автомобилей в южной столице превышает их количество в г. Нур-Султане в 2,7 раза. Последствия выражены в самых высоких уровнях индекса загрязнения по республике: г. Алматы – 8,0; в г. Нур-Султан – 7,0 [11].

Многочисленные исследования проблем ур-

банизации учеными мира доказывают линейную зависимость потребления городами значительного количества ресурсов и производства тождественных объемов отходов, влияющих как в целом на городскую систему, так и на отдельные ее внутренние районы. Для того, чтобы убедиться в правомерности данной точки зрения, нами был проведен корреляционный анализ зависимости основных факторов городского метаболизма (потребление электро-, теплоэнергии, а также выбросы загрязняющих веществ в атмосферу) от масштабов урбанизации (численности населения) на примере городов Алматы и Нур-Султан (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты корреляционной зависимости основных факторов метаболизма от численности населения городов Нур-Султан и Алматы*

Основные факторы метаболизма	Коэффициенты корреляционной зависимости	
	г. Нур-Султан	г. Алматы
Потребление электроэнергии	0,950768767	0,481822139
Потребление теплоэнергии	0,9901132	0,43095419
Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ	0,666895176	0,866108818

* Рассчитано авторами на основе данных источника [11]

Расчеты показали, что положительная корреляционная связь между потреблением энергоресурсов, выбросами загрязняющих веществ и численностью населения отмечена по обоим городам во всех трех зависимостях. Однако, для г. Нур-Султан характерна более высокая степень зависимости потребления электро- и теплоэнер-

гии от уровня его урбанизации. Это объясняется наличием в г. Алматы альтернативного варианта энерго- и теплоснабжения, благодаря его подключению к газовым распределительным сетям страны. В то же время, южная столица отличается высокой корреляционной зависимостью атмосферных выбросов от численности населения.

Менеджмент және маркетинг / Менеджмент и маркетинг

В целом проведенный корреляционный анализ позволил доказать важность и необходимость учета основных факторов городского метаболизма в управлении функционированием городских систем и связанных с ними социально-технических процессов.

Практика показывает, что беспрецедентный рост потребления ресурсов, их нерациональное использование и связанное с ним образование отходов, отсутствие их переработки вызывают серьезные экологические последствия, негативно влияющие на устойчивое развитие города. Поэтому назрела необходимость поиска способов перехода городской экономической системы к ее циркулярной модели, основанной на повторном использовании, переработке и потреблении отходов и позволяющей сократить зависимость от ресурсов. При этом возможности повышения эффективности использования ресурсов и снижения его воздействия на окружающую среду зависят от управления городской средой. Рациональные меры и действия по управлению городской системой и ее метаболизмом могут повысить эффективность использования ресурсов и одновременно достичь других целей в области устойчивого развития (рост благосостояния и качества жизни населения). Поэтому концепция городского метаболизма, как политика, основанная на инструментах снижения потребления ресурсов, сокращения отходов производства и выбросов парниковых газов, явилась толчком для появления концепции устойчивых городов и способствовала развитию количественных подходов оценки потоков городских ресурсов.

Данный аспект обосновывает необходимость оценки параметров городского метаболизма в управлении и планировании городского развития для достижения целей устойчивого развития и эффективности использования ресурсов в городах.

Заклучение. Проведенный обзор теоретических взглядов на проблему городского метаболизма, а также корреляционный анализ статистических данных мегаполисов Казахстана позволяют сделать следующие выводы:

1) Концепция метаболизма городов дает представление о сущности обменных процессов в городах в ходе потребления ресурсов (особенно энергии), и образования продуктов их использования – отходов.

2) Корреляционный анализ показал, что

урбанизация, экономический рост, потребление ресурсов (прежде всего, энергии) и загрязнение окружающей среды тесно взаимосвязаны, что определяет необходимость исследования основных проблем последствий урбанизации. В то же время анализ факторов метаболизма городов Алматы и Нур-Султан показал, что несмотря на их прямолинейную взаимозависимость, теснота связи может быть различной. Другими словами, рост численности населения города не всегда приводит к соответствующему росту потребления ресурсов. В случае благоустройства городов, рационального использования ресурсов, распространения альтернативных и возобновляемых источников энергии, при эффективной переработке отходов зависимость объемов потребляемых ресурсов от масштабов урбанизации уменьшается.

3) В городах необходимо на постоянной основе осуществлять мониторинг метаболизма, то есть обеспечить комплексный учет материальных и энергетических запасов и потоков, используемых при осуществлении различных видов городской деятельности, и образовавшихся отходов. Данные мониторинга в оперативном режиме позволят предоставить информацию о наличии или исчерпании запасов ресурсов и, тем самым, своевременно выявить критические точки для стабильного функционирования городских систем и жизнедеятельности населения. Это могут быть существующие физические и социальные ограничения устойчивости потоков энергии, материалов, товаров и рабочей силы, несбалансированность развития городских систем, изношенность или нехватка инфраструктурных сетей, загрязнение городской среды, экологические катастрофы и, как следствие, ухудшение здоровья населения и т.д.

4) Организация мониторинга метаболизма в городах позволит совершенствовать управление развитием города в интересах достижения целей устойчивого развития – обеспечение всеохватывающего роста городской экономики на основе рационального использования имеющихся ресурсов, повышение благосостояния и качества жизни горожан, улучшение экологической обстановки. На базе данных мониторинга возможна разработка соответствующих долгосрочных стратегических планов развития города.

5) Существует явная потребность в даль-

нейшем углубленном исследовании проблемы городского метаболизма и в разработке адекватной методики проведения анализа городских обменных процессов для получения более полной информации о городских энергетических и материальных потоках, а также оценки уровня экологической устойчивости и равномерности распределения социальных благ.

Информация о финансировании.

Статья подготовлена в рамках Программы целевого финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан «BR10965247 «Исследование факторов, особенностей и динамики демографических процессов, миграции, урбанизации в Казахстане, разработка цифровых карт и прогнозов».

ЛИТЕРАТУРА

1. Нурланова Н.К. Новые вызовы устойчивому развитию городов (на примере Казахстана) / В сб. материалов Международной научно-практической конференции: «Новая архитектура построения экономики в постпандемийном мире». – Ташкент. – 2021. – С. 194-199.
2. Iodice S., De Toro P. Waste and Wasted Landscapes: Focus on Abandoned Industrial Areas. *Detrius*. – 2020. – Volume 11. – P. 103-120.
3. Derrible S., Cheah L., Arora M., Yeow L.W. Urban Metabolism. Chapter 7 In book: *Urban Informatics*. – 2021. – P. 85-114. – DOI:10.1007/978-981-15-8983-6_7.
4. Kennedy C., Pincetl S., Bunje P. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*. – Vol. 159, Is 8-9. – August–September 2011. – P. 1965-1973. – DOI:10.1016/j.envpol.2010.10.022.
5. Currie P.K., Musango J.K. African urbanization: assimilating urban metabolism into sustainability discourse and practice: African urbanization. *Journal of Industrial Ecology*. – 2016. – 21(5). – P. 1262–1276.
6. Saguin K. Urban Metabolism. *Wylie Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*. Edited by Anthony Oruma. Published in 2019 by John Wiley & Sons Ltd. – 2019. – DOI: 10.1002/9781118568446.eurs0378
7. Newman P.W. Sustainability and cities: extending the metabolism model, *Landscape and urban planning*. – 1999. – 44(4). – P. 219-226.
8. Maranghi S., Parisi M.L., Facchini A., Rubino A., Kordas O., Basosi R. Integrating urban metabolism and life cycle assessment to analyse urban sustainability. *Ecol. Indic.* 112:106074. – 2020. – DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106074.
9. Ulgiati S., Zucaro A. Challenges in urban metabolism: sustainability and well-being in cities. *Front. Sustain.* 1. – 2019. – P. 1-3. – DOI: 10.3389/frsc.2019.00001.
10. Martin P. Bockerhoff. An urbanizing world. *Population Bulletin*. – 2000. – 55(3). – P. 3-44.
11. Официальный сайт Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – <http://www.stat.gov.kz>.

REFERENCES

1. Nurlanova N.K. Novye vyzovy ustojchivomu razvitiju gorodov (na primere Kazahstana) / V sb. materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: Novaja arhitektura postroenija jekonomiki v postpandemijnom mire. – Tashkent. – 2021. – S. 194-199 [in Russian].
2. Iodice S., De Toro P. Waste and Wasted Landscapes: Focus on Abandoned Industrial Areas. *Detrius*. – 2020. – Vol. 11. – P. 103-120.
3. Derrible S., Cheah L., Arora M., Yeow L.W. Urban Metabolism. Chapter 7 In book: *Urban Informatics*. – 2021. – P. 85-114. – DOI:10.1007/978-981-15-8983-6_7.
4. Kennedy C., Pincetl S., Bunje P. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*. – 2011. – Vol. 159, Is. 8-9. – August–September 2011. – P. 1965-1973. – DOI:10.1016/j.envpol.2010.10.022.
5. Currie P.K., Musango, J.K. African urbanization: assimilating urban metabolism into sustainability discourse and practice: African urbanization // *Journal of Industrial Ecology*. – 2016. – 21(5). – P. 1262-1276.
6. Saguin K. Urban Metabolism. *Wylie Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies*. Edited by Anthony Oruma. Published in 2019 by John Wiley & Sons Ltd. – 2019. – DOI: 10.1002/9781118568446.eurs0378

Менеджмент және маркетинг / Менеджмент и маркетинг

7. Newman P.W. Sustainability and cities: extending the metabolism model, Landscape and urban planning. – 1999. – 44(4). – P. 219-226.
8. Maranghi S., Parisi M.L., Facchini A., Rubino A., Kordas O., Basosi R. Integrating urban metabolism and life cycle assessment to analyse urban sustainability. Ecol. Indic. 112:106074. – 2020. – DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106074.
9. Ulgiati S., Zucaro A. Challenges in urban metabolism: sustainability and well-being in cities. Front. Sustain. 1. – 2019. – P. 1-3. – DOI: 10.3389/frsc.2019.00001.
10. Brockhoff M.P. An urbanizing world. Population Bulletin. – 2000. – 55(3). – P. 3-44.
11. Ofitsial'nyy sayt Byuro natsional'noy statistiki Agentstva po strategicheskomu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan. – <http://www.stat.gov.kz> [in Russian].

А.Т. Тлеубердинова, Н.К. Нурланова, Б.Т. Кальменов

**ҚАЛАЛАРДЫҢ МЕТАБОЛИЗМІ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ ДАМУ:
МӘНІ, ФАКТОРЛАРЫ ЖӘНЕ ТӘУЕКЕЛДЕРІ (ҚАЗАҚСТАН МЕГАПОЛИСТЕРІ МЫСАЛЫНДА)**

Аннотация

Бақыланбайтын урбандалудың өсуі қалалар мен олардың тұрғындарының жұмыс істеуі процесінде қажетті ресурстарды қамтамасыз ету мен тұтынуға байланысты бірқатар проблемаларды тудырады. Қалалық жүйелер үлкен күрделілікпен сипатталады және әлеуметтік-экономикалық даму процесінде қоршаған ортамен тығыз өзара әрекеттеседі, мұның салдары метаболизм және оның экологияға әсері. Мәселенің екінші жағы-қалалық жүйелердің қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін ресурстар тапшылығының ықтималдығы, сондай-ақ оларды тиімсіз пайдалану. Сарапшылардың болжамы бойынша, 2050 жылға қарай әлем халқының үштен екісі жер мен судың жетіспеушілігінен, сондай-ақ азық-түліктің болмауынан зардап шегуі мүмкін. Ресурстардың барлық түрлерін тұтынудың тиімсіз режимі адамға және биоәртүрлілікке әсер ететін елеулі экологиялық салдарға әкеледі. Сондықтан ресурстарды ұтымды тұтынуды және қалдықтарды қайта өңдеуді қамтамасыз ету үшін қалалардың урбанизациясы мен метаболизмін басқару шешуді талап ететін маңызды мәселе болып табылады.

Мақаланың мақсаты қалалар метаболизмі процестерінің мәнін зерттеу, Қазақстан мегаполистері мысалында оның факторларының урбандалу деңгейіне тәуелділігін талдау және қалалық жүйелерді басқаруда метаболизмді есепке алудың маңыздылығын негіздеу болып табылады.

Логикалық талдау, аналогия және жалпылау, экономикалық статистика, графикалық, корреляциялық талдау әдістері қолданылды.

Мақсатқа жету үшін қалалардың метаболизмі тұжырымдамасының эволюциясы қарастырылып, оның мазмұнының өзгеруі анықталды. Урбандалу процесі мен электр, жылу энергиясын тұтыну, сондай-ақ Алматы және Нұр-сұлтан қалаларының атмосфераға ластаушы заттар шығарындылары арасындағы тәуелділікке талдау жүзеге асырылды. Халық саны мен мегаполистердің ресурстық ағындары арасындағы тәуелділіктің сызықтық сипаты туралы қорытынды жасалды.

A. Tleuberdinova, N. Nurlanova, B. Kalmenov

**METABOLISM OF CITIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT:
ESSENCE, FACTORS AND RISKS (ON THE EXAMPLE OF MEGACITIES OF KAZAKHSTAN)**

Annotation

The growth of uncontrolled urbanization causes a number of problems related to the provision and consumption of necessary resources in the process of functioning of cities and their population. Urban systems are characterized by great complexity and in the process of socio-economic development closely interacts with the environment, the consequence of this is metabolism and its impact on the environment. The other side of the problem is the probability of a shortage of resources to meet the needs of urban systems, as well as their inefficient use. So, according to experts, by 2050, two thirds of the world's population may suffer due disadvantage of land and water, as well as disadvantage of food. Inefficient consumption of all types of resources leads to serious environmental consequences affecting humans and biodiversity. Therefore, an important problem that needs to be solved is the management of urbanization and the metabolism of cities in order to ensure the rational consumption of resources and waste recycling.

Менеджмент және маркетинг / Менеджмент и маркетинг

The purpose of the article was to study the essence of the processes of urban metabolism, analyze the dependence of its factors on the level of urbanization on the example of megacities in Kazakhstan and substantiate the importance of accounting for metabolism in the management of urban systems.

The methods of logical analysis, analogies and generalizations, economic statistics, graphical, correlation analysis are used.

To achieve the goal, the evolution of the concept of urban metabolism is considered, the transformation of its content is revealed. The analysis of the relationship between the process of urbanization and the consumption of electricity, heat, as well as emissions of pollutants into the atmosphere of the cities of Almaty and Nur-Sultan was carried out. It was made the conclusion about the linear nature of the relationship between the population and the resource flows of megacities.

