

N.S. Imamverdiyev

Institute of Geography, Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku

e-mail: imamverdiyev.nicat@gmail.com

GEOSPATIAL ANALYSIS OF WIND INDICATORS AND TERRAIN IMPACTS IN DETERMINING OPTIMAL WIND FARM SITES IN AZERBAIJAN

In this study, a geographical analysis of wind meteorology indicators and land topography was conducted to determine the most suitable wind farm locations in Azerbaijan. Long-term wind meteorological gauge data, satellite data, and advanced meteorological modelling were used to characterize wind energy potential nationwide. This data includes measurements of wind speed, direction, and turbulence collected over an extended period. Then, Geographic Information Systems (GIS) tools were used to evaluate the wind farms in terms of topography, ecology, and economy and to place edges around the restriction areas. The analysis results identified several areas with high wind energy potential, including the Caspian Sea coast, Absheron-Khizi, and the East Zangezur economic rayon. This analysis reveals the profound impact of terrain on wind flow dynamics and highlights the importance of considering local topography in site selection. Areas with consistent and strong winds, often associated with mountain passes and coastal areas, are identified as prime areas for wind energy development. The study also evaluates the proximity of these promising locations to the existing power grid. It is aimed at ensuring efficient energy transmission by evaluating the cost-effectiveness of connecting potential wind power plant sites to the grid. This grid integration assessment guides decisions regarding selected locations' feasibility and economic viability.

Key words: renewable energy, energy assessment, GIS analysis, energy mapping, energy resources, wind speed.

Н.С. Имамвердиев

Әзірбайжан ғылым және білім министрлігі География институты, Әзірбайжан, Баку қ.

e-mail: imamverdiyev.nicat@gmail.com

Әзірбайжандағы жел электр станцияларының оңтайлы учаскелерін анықтауда жел көрсеткіштері мен жер бедерінің әсерін геокеңістіктік талдау

Бұл зерттеуде Әзірбайжандағы жел станцияларының ең қолайлы жерлерін анықтау үшін жел метеорологиясының көрсеткіштері мен жер рельефінің географиялық талдауы жүргізілді. Ұзақ мерзімді жел метеорологиялық өлшеуіш деректері, спутниктік деректер және кеңейтілген метеорологиялық модельдеу бүкіл ел бойынша жел энергиясының әлеуетін сипаттау үшін пайдаланылды. Бұл деректер желдің жылдамдығын, бағытын және ұзақ уақыт бойы жиналған турбуленттілік өлшемдерін қамтиды. Содан кейін географиялық ақпараттық жүйелер (GIS) құралдары жел электр станцияларын топография, экология және экономика тұрғысынан бағалау және шектеу аймақтарының айналасында жиектерді орналастыру үшін пайдаланылды. Талдау нәтижелері Каспий теңізінің жағалауын, Апшерон-Хизиді және Шығыс Зәңгезүр экономикалық ауданын қоса алғанда, жел энергиясының әлеуеті жоғары бірнеше аймақтарды анықтады. Бұл талдау рельефтің жел ағынының динамикасына терең әсерін ашады және учаскені таңдауда жергілікті жер бедерін ескерудің маңыздылығын көрсетеді. Жел энергетикасын дамытудың негізгі аймақтары ретінде жиі таулы асулармен және жағалаудағы аймақтармен байланысты тұрақты және күшті желдер бар аймақтар анықталған. Зерттеу сонымен қатар осы перспективалы орындардың қолданыстағы электр желісіне жақындығын бағалайды. Ол жел электр станцияларының әлеуетті учаскелерін желіге қосудың экономикалық тиімділігін бағалау арқылы тиімді энергия тасымалдауды қамтамасыз етуге бағытталған. Бұл желілік интеграцияны бағалау таңдалған орындардың орындылығы мен экономикалық өміршеңдігіне қатысты шешімдерді басшылыққа алады.

Түйін сөздер: қалпына келетін энергия, энергияны бағалау, ГАЗ талдау, энергия картасын жасау, энергия ресурстары, жел жылдамдығы.

Н.С. Имамвердиев

Институт географии Министерства науки и образования Азербайджана, Азербайджан, г. Баку
e-mail: imamverdiyev.nicat@gmail.com

Геопространственный анализ показателей ветра и воздействия местности при определении оптимальных мест ветряных электростанций в Азербайджане

В этом исследовании был проведен географический анализ показателей ветровой метеорологии и топографии местности для определения наиболее подходящих мест расположения ветряных электростанций в Азербайджане. Для характеристики потенциала ветроэнергетики по всей стране использовались данные долгосрочных ветрометеорологических измерений, спутниковые данные и передовое метеорологическое моделирование. Эти данные включают в себя измерения скорости, направления и турбулентности ветра, собранные за длительный период. Затем с помощью инструментов географических информационных систем (ГИС) была проведена оценка ветрогенераторов с точки зрения топографии, экологии и экономики и установлены границы зон ограничения. Результаты анализа выявили несколько районов с высоким ветроэнергетическим потенциалом, включая побережье Каспийского моря, Абшерон-Хизи и Восточную Зангезурского экономического района. Этот анализ показывает глубокое влияние рельефа местности на динамику ветровых потоков и подчеркивает важность учета местного рельефа при выборе участка. Районы с устойчивыми и сильными ветрами, часто связанные с горными перевалами и прибрежными зонами, определены как наиболее подходящие для развития ветроэнергетики. В исследовании также оценивается близость этих перспективных мест к существующей энергосистеме. Оно направлено на обеспечение эффективной передачи энергии путем оценки экономической эффективности подключения потенциальных ветроэлектростанций к сети. Эта оценка интеграции в энергосистему служит основой для принятия решений об экономической целесообразности выбранных мест.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, энергетическая оценка, ГИС-анализ, энергетическое картирование, энергетические ресурсы, скорость ветра.

Introduction

Wind energy is a promising renewable energy source in Azerbaijan. The country has high wind energy potential, with average wind speeds of 5-7 meters per second in many areas. Wind energy can help expand Azerbaijan's exported energy balance and achieve climate change mitigation goals. The unique geographical features of Azerbaijan, including the windy coastal areas along the Caspian Sea, the mountainous areas in the northwest, and the topographic effects of the vast plains in the central parts, create a wind network in different directions. Understanding these variations in wind resources is critical to selecting optimal wind farm locations that maximize energy production and minimize installation costs. In addition, the interaction between wind patterns and terrain effects can significantly affect the efficiency and performance of wind turbines.

In this study, a methodological description of the estimation of wind energy resources is provided using a wind energy model in complex terrain. For example, AIOLOS, a mass-consistent code, was used to create a preliminary wind map of a region in northeast Algeria. The calculated results agree well

with the measured values for only one station located on the coast among the two stations considered (Abdeladim, 1996: 789-793).

The use of wind energy is becoming increasingly popular due to its non-polluting and renewable properties. There is an urgent need to develop field-based predictions for wind engineering that can be used for the optimal design of wind turbines and wind farms. Thus, for the Zafarana Project (Site-3) in the Gulf of Suez, the wind speed was analyzed based on monthly average data for 1 year and every 10 minutes for two days, summer days and winter days, to estimate the most appropriate method. Among the GIS-based spatial analysis methods examined, it is necessary to determine optimal areas with wind speed and power density. With this method, they were compared to the data provided to determine their accuracy based on root-mean-square errors. From the results obtained, the amount of energy production was calculated according to the average wind speed to estimate the wind speed distribution in the Zafarana wind farm in Egypt (Saleh, H., Aly, A., et al, 2012: 710-719).

Another study evaluates the regional climate model (WRF) demonstrators applied at medium to high resolution (10 km, 33 vertical layers) dur-

ing 1981–2000 in particularly complex and sensitive terrain (North-East Iberian Peninsula) to obtain average wind speed and direction. The model can reproduce geographic wind patterns, although it overemphasizes surface wind intensity compared to individual observations. Projections of average wind speed changes for 2031–2050 indicate a decrease in surface wind intensity. Energy density estimates at 60 m agl (typical hub height) indicate that the effects of wind speed attenuation may affect preferential areas for currently defined wind farm locations. Reductions of up to 20% in wind energy intensity have already been observed in the mid-21st century (Gonçalves-Ageitos, M., Barrera-Escoda, A. et al, 2015: 670–679).

Site selection in the development of wind energy resources is one of the most important decision-making studies in terms of energy production. This study, a new method integrating Geographic Information System (GIS), interval Analytic Hierarchy Process (IAHP), and stochastic VIKOR, was proposed to solve the problem of location selection of wind farms in Wafangdian region of China. Two main factors were used to determine suitable areas: biodiversity protection and production safety. Then, using IAHP, the weights of evaluation criteria including social impact, economic benefit, land and eco-environment protection were determined. Finally, the suitability indices of various alternatives were calculated with stochastic VIKOR and their ranking was used to determine areas with high suitability for wind farm locations. The results determined that 30.2% of the studied region is suitable for establishing wind energy facilities, but only 3.36% is quite suitable (Xu Y., Li Y., Zheng L. et al, 2020: 118222).

In other research, the possibility of installing wind farms in Iran's northeastern province of East Azerbaijan was evaluated using a combination of fuzzy geographic information systems (GIS) and the Analytical Network Process (ANP). The purpose of this article is site selection based on fuzzy logic and weighted linear combination (WLC). Overall, the results show that the combination of fuzzy logic, WLC, and MCDM has high accuracy and positioning in detecting optimum wind fields. The final map is divided into four classes: appropriate, moderately appropriate, relatively inappropriate, and inappropriate. The obtained results also show that the middle sections are the most suitable areas for establishing a wind power plant. However, the more specific results of this study show that some

regions in Haris, Tabriz, and Bostan Abad have a higher potential (Nasehi, S., Karimi, S., & Jafari, H., 2016: 116–124).

This study aims to integrate Geographic Information System-based Multi-Criteria Evaluation (GIS-MCE) models with economic frameworks to estimate the optimal purchasing price for electricity produced by wind turbines. 13 criteria maps were used and integrated using ordered weighted averaging (OWA) as a type of MCE model. The criteria were initially normalized based on the minimum and maximum values, and weights were assigned to each criterion using the best-worst method. The OWA model identified optimal site locations at various decision-risk levels. The economic efficiency of wind turbines and the potential purchasing price of electricity from turbines were also assessed in terms of net present value (NPV). The results show that the Ardabil and Southern Khorasan provinces of Iran had the most significant areas in the very suitable class for wind turbine installation (Shorabeh, S. N., Firozjaei, H. K. et al, 2022: 112).

Various studies have been conducted in different countries regarding the above research topic. In the study, the best one of the different methods according to the wind indicators of the country was determined, and the research was carried out in that direction.

Materials and methods

GIS spatial analysis was performed to determine the most optimal areas in the study. The succession was performed as follows: 1. Overlay Analysis: Wind data are overlaid with field data to identify areas with high wind potential, considering the terrain effects. 2. Restriction Criteria: Exclusion criteria have been established for ineligible areas, such as densely populated areas, protected areas, or areas where land use is conflicting. 3. Cost Analysis: The cost of developing wind farms in different locations was evaluated, considering factors such as land prices, infrastructure development, and grid connection. Then, weighted analysis was performed for site selection, and weights were assigned to various factors according to their importance (e.g., wind speed, terrain, cost), and a suitability map was created by combining these weighted factors. Then, multi-criteria decision analysis (MCDA) techniques were used to rank potential wind farm locations based on a weighted suitability map.

Results and discussion

A more detailed review of site selection and wind farm optimization covers the following:

1. Wind Source Assessment:

It is a critical first step in identifying suitable locations for wind farm installations in Azerbaijan. This includes collecting wind data over an extended period to understand wind power, speed, and variability in potential areas. For this, meteorological towers equipped with anemometers, fluegers, and other devices should be placed in various parts of the energy potential areas. These meteorological observation stations record the wind direction, speed, and turbulence data at different heights from the ground to determine suitable areas.

2. Geographical Features:

Azerbaijan has various geographical features, including plains, mountains, and coastlines. How these features affect wind patterns is analyzed. For example, these areas potentially become suitable for wind farms, as wind tends to accelerate along mountain passes and shorelines. With the data obtained, Geographic Information System (GIS) tools are used to create detailed maps of the terrain and help identify areas with suitable topography for wind power.

3. Proximity to Mains:

Proximity to the electricity grid is very important for the efficient transmission of the produced wind energy to the consumers. Because it is necessary to consider the distance between potential wind farm sites and existing or planned electricity infrastructure. Grid connection points and capacity assessments are made to determine the feasibility of connecting wind farms to the grid without significant infrastructure improvements.

4. Wind Farm Layout Optimization:

Once suitable areas have been identified, the next step is to optimize the layout and design of the wind farm for maximum energy production. This includes determining the number, type, and placement of wind turbines. Computer-aided design (CAD) and computational models are used to simulate wind flow through the selected area. These models take into account factors such as wind speed, direction, track effects, and terrain to optimize the layout.

5. Turbine Selection:

They will need to select the wind turbine models best suited to the specific wind conditions in the country. Turbines are available in a variety of sizes and configurations, and their choice affects energy production and efficiency. Factors such as rotor

diameter, hub height, and power curve characteristics will be considered to ensure the selected turbines are well-suited to the local wind source.

6. Environmental Impact Assessment:

During site selection and optimization, environmental impact assessments are carried out to assess potential ecological and societal effects. This includes assessing the impact on wildlife, habitats and local communities. To minimize adverse effects, mitigation strategies will be developed, such as adjusting turbine layouts to reduce bird strike risks.

7. Cost-Benefit Analysis:

It is conducting a cost-benefit analysis to determine the economic viability of the chosen site and layout. This analysis considers factors such as installation costs, maintenance costs, and expected energy output. Economic benefits such as job creation and potential revenue from energy sales are also included in the assessment.

The above-mentioned criteria were examined separately in this study, and the following results were obtained:

Azerbaijan's wind energy potential was determined by calculating the intervals and correlation coefficients of wind speed indicators based on the indicators received from meteorological stations (Ayyubov A.C., Hacıyev G.A., 1984: p. 133). In addition, F.A. Salmanova investigated ways to provide hot water to a country house based on solar and wind energy in the natural conditions of Absheron and the Caspian Sea coast (Salmanova F.A. 2012: 27). P.F. Rzayeva, Regionalization of Azerbaijan in terms of joint use of solar and wind energy for improving the social conditions of the population (Rzayev P.F., 2003: 37), O.M. Salmanov, Azerbaijan's wind energy resources and the possibilities of their use (Salmanov O.M., 2009: 56-67), M.A. Gurbanov and M.P. Rzayeva, simple solar and wind devices (Rzayev P.F., 2003: 37), A.M. Khammedov Possibility of using hybrid photoelectric generators and wind turbine devices in Azerbaijan (Khammedov A.M., 2012: 53-68). A.M. Huseynov Social acceptance of wind energy in Azerbaijan, Ch.M. Chuvarli and V. I. Jesman researched the conversion and use of wind and solar energy (Chuvarli Ch.M., Jesman V.I., 2003: 213).

Wind speed and power density were calculated for low, medium, and high relative heights of 10, 50, and 100 meters in energy potential areas. Analyzing the wind speed data of meteorological observation stations at a height of 50 m, it was determined that only 10.7% of the country's territory, or 9.2 thousand km² (5.5 m/s and above), is suit-

able for wind turbines (Fig. 1). The average annual wind speed in the aforementioned areas is 5.6 m/s, and the average power density is 390 W/m². According to these indicators, the total wind energy potential was calculated to be 800 MW because of the country's geographical situation, natural conditions, and economic infrastructure (The Global Wind Atlas, 2022). Based on the average 18% power factor of 10-meter-high turbines in Azerbaijan, the potential electricity production amount will be 2.4 billion kW (Aliyev, R.N., 2015: 92). This amount equals 8.6% of the 27.8 billion kilowatts of electricity produced in the country in 2021 (EaP Green, 2015: 33).

The average annual wind speed indicators in Azerbaijan for 1981-2020 were analyzed using the spatial analysis tool in ArcMap, divided into 8 parts, and the size of the wind energy potential areas was calculated. Thus, the areas with wind speeds of 2.5–

3.5 m/s for the placement of wind turbines are 3.0 thousand km² (3%) and 13.5 thousand km² (16%) for divisions I and II, respectively. Areas with low power (3.51-4.5 m/s) energy production potential were grouped within the III and IV divisions and were calculated separately at 20,000 km² (23%) and 16,000 km² (18%). The medium strength areas of the V and VI divisions with wind speeds between 4.51 and 5.5 m/s are 8 thousand km² (9%) and 17 thousand km² (20%), respectively (NASA MERRA-2 Data, 2020). The area of the territories within the VII and VIII divisions with high wind resources (5.51-6.5 m/s) and technical potential for the construction of wind power plants is 5.1 thousand (6) and 4.1 thousand km² (5%) (Fig. 1) Because the potential area of 9.2 thousand km² covers the Absheron Peninsula and the shores of the Caspian Sea, they are considered the most suitable areas for the construction of wind power plants.

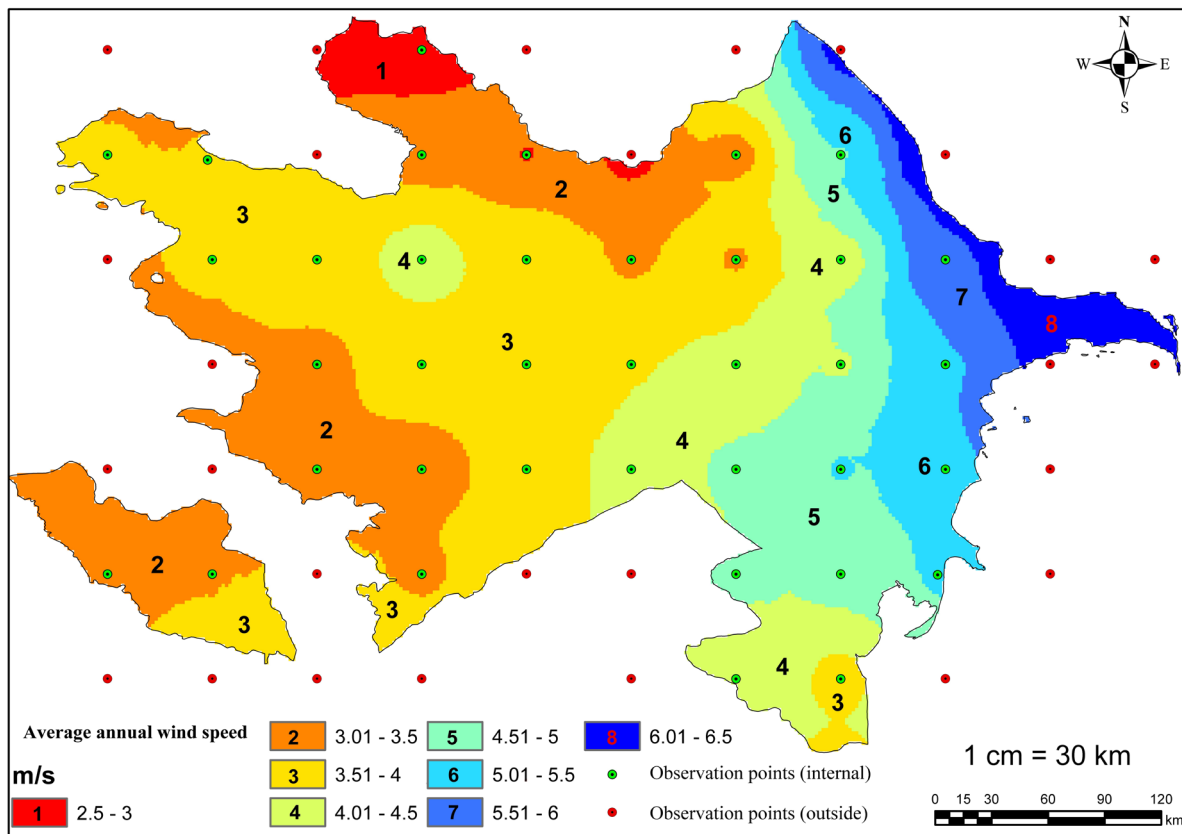


Figure 1 – Average annual wind speed of Azerbaijan (1981-2020) (NASA MERRA-2 Data, 2020)

Based on the MERRA-2 satellite database, the wind speed data of the last 40 years (1981-2020) at 84 locations in the country were analyzed and the average annual wind speed in Azerbaijan was determined to be 4.41 m/s. As can be seen from the graph, although an increase of 0.1 m/s was observed

in the average annual wind speed, the wind speed remained stable compared to 10 years. Also, the maximum average speed across the country was 9.67 m/s on Pirallahi Island and the minimum speed was 1.68 m/s in Gabala district (NASA MERRA-2 Data, 2020).

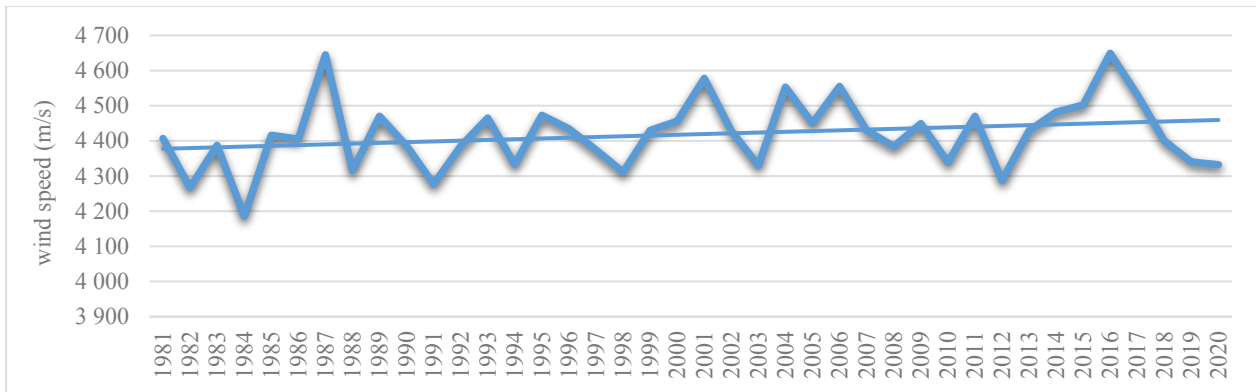


Figure 2 – Average annual wind speed in Azerbaijan for 1981-2020 (NASA MERRA-2 Data, 2020)

Comparative analysis of the data of existing measurement observation points prepared a wind speed map in Azerbaijan, Global Wind Atlas, Gmos-5 and Merra-2 satellites, Climate Atlas, Ecological Atlas and Geographical Atlas of the Republic of Azerbaijan (The Global Wind Atlas, 2022). The average annual minimum wind speed in the territory of the republic is 1.95 m/s, maximum 5.6 m/s and average 3.6 m/s. The areas where the average wind speed is higher than 3.5 m/s mainly cover the Absheron Peninsula (Fig. 3). Because of the analysis of the obtained data, it was determined that the wind speed measured by satellite is 0.81 m/s lower than the data of the existing observation points. For this purpose, the wind energy potential was studied based on the basic data of the Global Wind Atlas, another source (The Global Wind Atlas, 2022).

The areas with average wind speed are Sharur, Julfa and Ordubad districts of Nakhchivan. Only 560 km² of these regions have wind potential at a relative height of 50 meters. The average annual wind speed of NMR varies between 3-3.5 m/s, being much lower than in the Absheron region (Mammadova Z.M., 2015: 328). The geographical position of Nakhchivan creates a great pressure because of the movement of two air streams interacting with each other (cold air of arctic origin from the north and warm air mass of tropical origin from the south) and causes moderate winds in Julfa and Ordubad regions. In the Ganja-Dashkasan zone, the average

annual wind speed is 3-3.5 m/s and the number of windy days is 95 days (Ahmadov S.A., Novruzova S.N., 2019: 124-128).

Another region of the country, the southeastern coastal areas of the Mingachevir reservoir, has considerable wind energy potential. The average wind speed in the Lerik-Kelvaz zone at a relative height of 50 m is 5.5-6.5 m/s (Aliyev R.N., 2015: 368). Winds with a speed of 0-1 and 2.5 m/s in the northeast and southwest directions make up 80-85% of the mountainous areas of the Greater Caucasus. Although strong and hurricane-like winds are rare in these areas, their speed does not exceed 20 m/s. 2-5 m/s wind is observed in the plain part of Ganja-Gazakh, and 6-10 m/s in the foothill regions (The Global Wind Atlas, 2022).

At the same time, western and southeastern winds, with a speed of 0-1 and 2-5 m/s (80%) prevail due to breeze and mountain-valley circulation in Lankaran-Astara. It should be noted that starting from the 30s of the last century, both the wind speed and the number of windy days has been decreasing. The average annual wind speed in the country decreased by 12% in 1961-1990 according to climate norms. The decrease in wind speed is mostly observed in the Kura-Araz plain (47%), in the coastal areas (22%), and the least in the foothills and low mountain zones (9%). The modern climatic norm of the number of days with strong winds (15 m/s and more) has increased by more than 2 times

compared to the norms before the 1960s in most stations (81%) and has decreased by an average of 12% in other stations (19%) (Mammadov R.M., 2014: 147-149). In coastal areas, the number of days with strong wind is 52 days per year on average, and the highest number is observed in the Absheron Peninsula (Pirallahi-129 days), the least in the Lankaran plain (6 days) and the Kura-Araz plain (10-64 days) (NASA MERRA-2 Data, 2020).

Another region of Azerbaijan, that is included in wind energy potential zones, is Karabakh, where the strengthening of the economy is the country's priority. To determine the wind energy potential of the region and install wind power, in the first stage, meteorological measurement data on long-term wind speed, strength, and duration of annual windy days were collected and classified. According to data from satellite observation points, the average annual wind speed in the Karabakh economic region

varies from 2 to 4 m/s. The area of the regions with wind speeds up to 2 m/s is 9.8 thousand km² and includes the Tartar, Barda, Agdam, and Aghjabadi regions and the banks of the Araz River (fig. 2). Here, the number of days with an annual wind speed higher than 15 m/s is 10 days/year (The Global Wind Atlas, 2022). The number of days with wind speeds exceeding 15 m/s is between 10 and 20 days/year, including the 4.6 thousand km² areas with wind speeds between 2 and 4 m/s, the low mountainous part of Kalbajar, Lachin districts, and the surrounding areas of Shusha city. For the construction of wind turbines in the region, the number of days with an annual average wind speed of 4 m/s in 1.08 thousand km² is approximately 25 days. Areas with high energy potential include the Kalbajar region along the border with Armenia and the surrounding areas of the Murovdag range (NASA MERRA-2 Data, 2020).

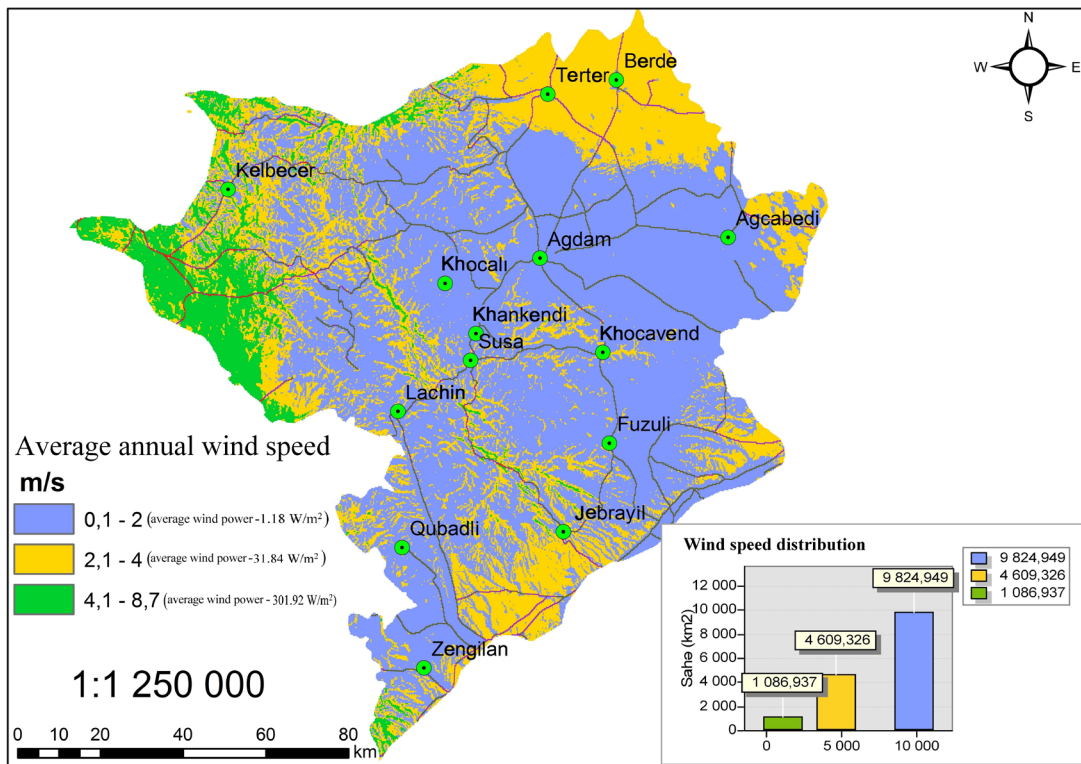


Figure 3 – Average annual wind speed indicators of the Karabakh region (50 m relative height) (NASA MERRA-2 Data, 2020)

As can be seen from figure 4, the areas with medium and high wind speeds in the Karabakh region include the territories of Kalbajar and Lachin regions. For this purpose, the average annual wind

speed map of those areas was prepared based on the global wind atlas. Wind speed is grouped into 3 parts by qualitative background method. About 582.3 km² or 15% of the total area where the wind

speed is between 6.5-13.8 m/s is suitable for the construction of medium-power wind turbines (red part) (NASA MERRA-2 Data, 2020). These works are useful for the development of the green economy in the Karabakh region, as well as for the

effective use of labor resources in the region. For this purpose, the government is preparing projects for the establishment of smart villages in Karabakh and plans to get all the energy from hydro, solar, and wind.

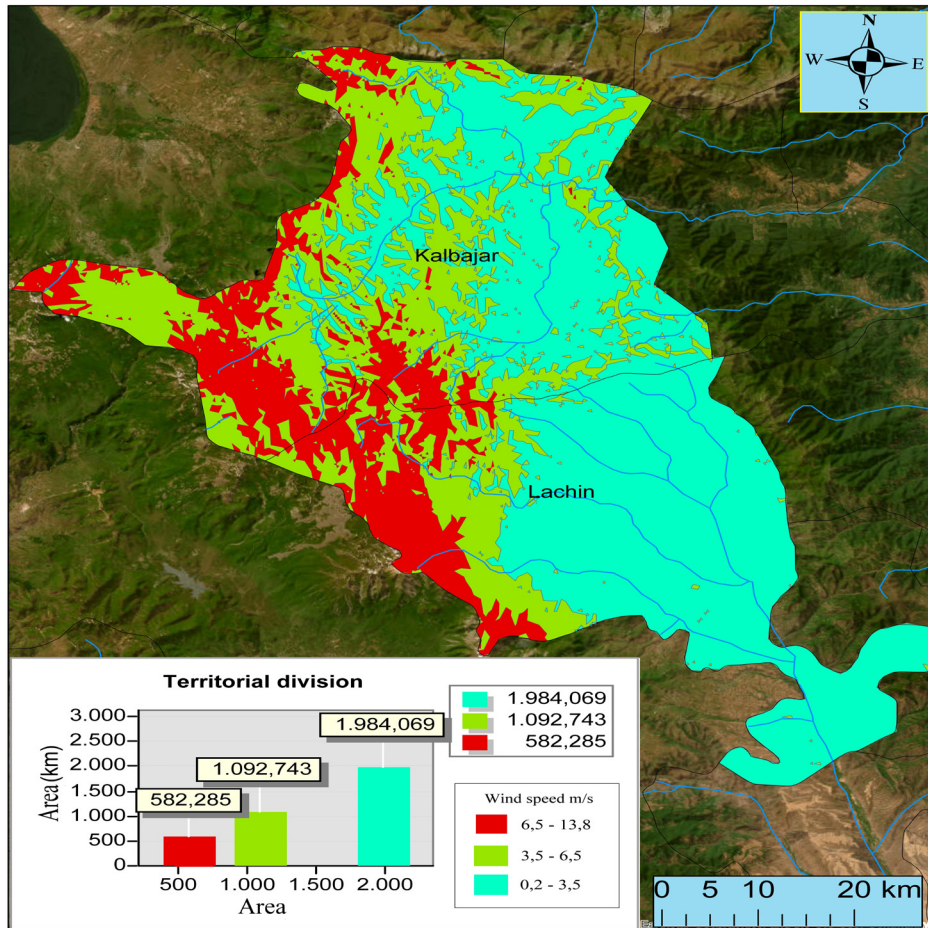


Figure 4 – Average annual wind speed of Kalbajar and Lachin regions (The Global Wind Atlas, 2022)

A main power density map was prepared according to the wind speed distribution map of areas with high wind speed in the region (Fig. 5). Power density is divided into 3 parts in this map, prepared by the quality background method. Areas where the wind speed is higher than 6.5 m/s correspond to a wind power density of 1000 W/m². This indicator rises to 6000 W/m² wind power density in mountainous areas above 3000 meters (The Global Wind Atlas, 2022). Although this makes the construction of wind turbines in the area inconvenient from an infrastructure point of view, it is possible to produce wind energy to a certain extent.

In Azerbaijan, the areas with high potential compared to the territory of the country are the Caspian Sea and the shores of the Absheron Peninsula of the Caspian Sea. The following table was prepared using the annual wind speed data in these areas. Zones with high suitability for the creation of wind farms in the country (wind speed 5.5-7 m/s) are the Caspian Sea coast of Khizi region, Yeni Yashma, Shurabad, Sitalchay, Gilazi, Garadag, Pirallahi and Chilov islands. Wind speed (4-5.5 m/s) medium favorable areas are Shubani, Puta, Umid and Gobustan settlements, the western part of Absheron peninsula Cheyildagh, Khizi and Siyazan

regions are low and medium mountainous areas (ANAS, 2004: 38). As can be seen from the table, although the wind speed in and around the Absheron Peninsula is over 6 m/s, this speed varies between

2-4 m/s in the northern and southern zones of the Caspian coast. It is not considered economically viable to build wind turbines in these low wind speed zones (fig. 1).

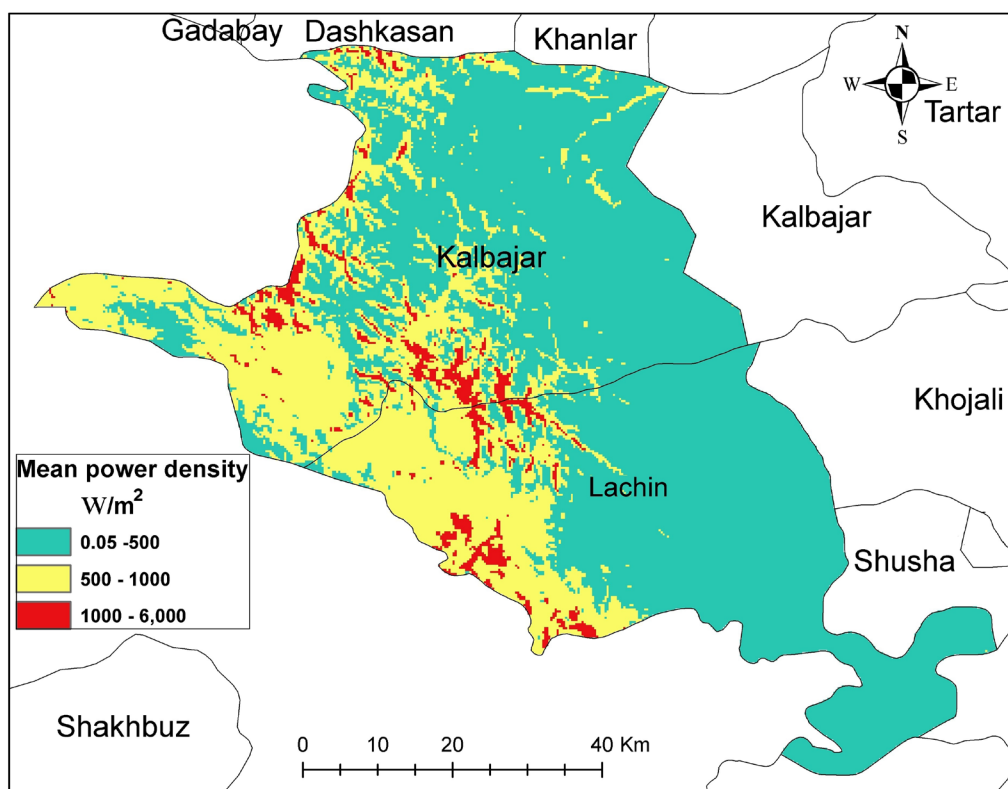


Figure 5 – The main power density of the Kalbajar and Lachin regions (The Global Wind Atlas, 2022)

Table 1 – Monthly and average annual wind speed in Caspian coastal areas (Mammadov R.M., 2018: 207)

Location	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Annual average
Shubani	8.1	8.8	8.7	8	7.4	8.5	8.9	8.1	8.2	7.5	6.9	7.2	8
Sungait	7.2	7.2	7.7	7	6.3	6.4	7	6.9	6.9	7.2	6.8	6.8	7
Putu	6.4	7.4	7.2	7	6.6	7.3	7.7	7.2	6.4	5.9	5.3	5.5	6.7
Pirallahi	6.9	7.1	7.2	6.4	5.9	6.2	6.6	6.5	6.5	6.7	6.6	6.6	6.6
Bina	6.3	6.7	7.3	6.7	6.6	6.7	7	6.3	5.8	6	5.8	5.8	6.4
Sangi Mughan	6	7	6.9	5.6	5.4	5.6	5.9	6.7	6.9	6.5	7.2	6.7	6.4
Baku (obser.)	6.1	6.6	6.9	6.5	6.2	6.5	6.8	6.3	6.2	6.1	5.7	5.6	6.3
Chilov Island	6.6	6.7	6.6	5.5	5.3	5.8	6.5	6.2	6.3	6.4	6.7	6.3	6.2
Oil Rocks	6.3	6.8	6.9	5.2	4.7	5.3	6.3	5.8	6.4	6.1	7.2	6.7	6.2
Mardakan	6/6	6.4	6.6	6	5.7	5.8	6.1	5.6	5.4	5.6	5.5	5.6	5.9
Mashtaga	6.2	6.4	6.7	6.1	5.6	5.7	6.1	5.6	5.3	5.4	5.3	5.4	5.8

Table continuation

Location	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Annual average
Shabran	4.3	4.2	4.6	5	4.3	4.6	4.6	5	4.6	4.2	4.3	4.1	4.5
Neftchala	3.7	4.1	4.8	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4	3.9	3.7	4.2
Sarah Island	3.3	3.5	4.4	4.7	4.8	4.5	4	4	3.9	3.8	3.5	3.2	4
Olot	3.3	3.9	4	3.7	3.9	4.1	4.1	4.1	4.2	3.6	3.4	3.3	3.8
Astara	3.1	3	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8
Xachmaz	2.1	2.3	2.4	2.5	2.4	2.5	2.3	2.4	2.3	2.1	2	2	2.3
Guba	1.7	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.9
Lankaran	1.5	1.7	1.7	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.4	1.8

Conclusion

Geospatial analysis has been used to identify several potential wind farm locations in Azerbaijan. This analysis is a powerful tool that can identify optimal wind farm locations in Azerbaijan. By carefully considering all relevant factors, the article states that geospatial analysis is based on determining the areas where wind farms can produce the most electricity and have the least impact on the environment.

GMOS MERA 2 and Global Wind Atlas databases were used for the purpose of locating wind power plants in areas with wind energy resources in the republic. As a result of the analysis carried out in the ArcGis program, it was determined that the area

of highly useful areas (Caspian coast of Khizi district, Shubani, Pirallahi, Chilov, etc.) is 0.33 thousand km². Wind energy potential areas of Azerbaijan are weak (2-4 m/s, 2.66 thousand km²-45.19%), medium (4-5 m/s, 1.72 thousand km²-29.17%) and high (5-7 m/s, 1, 51 thousand km²-25.64%) are grouped into 3 classes. The most optimal locations across the country have been determined and total energy production through stations in these areas has been calculated at 3.6 billion kWh.

Acknowledgements

Acknowledgements of support for the Ministry of Energy of the Republic of Azerbaijan are welcome.

References

- A brief overview of the results of the Strategic Environmental Assessment for the 2015-2020 Strategy for the use of alternative and renewable energy sources: / publisher, ETSN, AREA, REC Caucasus – Baku: EaP Green, – 2015. – 33 p.
- Abdeladim, K., Romeo, R., & Magri, S. (1996). Wind mapping of a region in the north-east of Algeria. *Renewable Energy*, 9, 789-793. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(96\)88401-1](https://doi.org/10.1016/0960-1481(96)88401-1).
- Ahmadov, S.A., Novruzova, S.N. (2019). Use of alternative energy sources and energy production of a modern biogas plant // Baku: News of the Azerbaijan Engineering Academy, Volume 11, No. 4, p. 124–128.
- Aliyev, R.N. (2015). Alternative energy and Ecology / R.N. Aliyev. – Baku: Teknur, – 368 p.
- Aliyev, R.N. (2015). Alternative energy and Ecology / R.N. Aliyev. – Baku: Teknur, – 368 p.
- ANAS, (2004). Prospects for the development of the use of alternative energy sources in the Republic of Azerbaijan: / compiled. Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS). Baku: Problems of energy, – No. 1, – 2004. – 38 p.
- Ayyubov, A.C. Hajiyev G.A. (1993). Agroclimatic Atlas of the Republic of Azerbaijan – Baku: Baku Cartography Factory, – 104 p.
- Chubarli, Ch.M. Jesman, V.I. (2003). – Wind and solar energy, its transformation and use / Ch.M.Chubarli, V.I.Jesman – Baku: Elm publishing house, – 213 p.
- Climatic resources of the Azerbaijan SSR (1984) / A.C. Ayyubov, G.A. Hacıyev – Baku: Elm, – 133 p.
- Gonçalves-Ageitos, M., Barrera-Escoda, A., Baldasano, J., Cunillera, J. (2015). Modelling wind resources in climate change scenarios in complex terrains. *Renewable Energy*, 76, 670-678. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2014.11.066>.
- Kardashov, R.H. Imamverdiyev, N.S. (2021). Geography of Karabakh and Eastern Zangezur: Natural-geographic conditions and socio-economic development potential // ANAS, Institute of Geography named after H.A. Aliyev, Chief editor. Z.N. Eminov. Baku. "OPTIMIST" LLC printing center. 536 p.

- Khammedov, A.M. (2012). The possibility of using hybrid photoelectric generators and wind turbines in the Republic of Azerbaijan // – Baku: Energy problems magazine, No. 2, – p. 53-68.
- Mammadov R.M., (2014). Geography of the Republic of Azerbaijan, Chief Editor, Acad. R.M. Mammadov Baku: c. 2: European Publishing, 2014. 530 p.
- Mammadov, R.M., (2018). Geographical atlas of the Republic of Azerbaijan [Map] / Baku Cartography Factory; scientific editor R.M. Mammadov, – Baku: – 207 p.
- Mammadova, Z.M. (2015). Electric power industry: geography of the Republic of Azerbaijan, economic, social and political geography. – Baku: European publishing house. – 328 p.
- NASA MERRA-2 Data, (2020), Power, Data Access Viewer v2.0.0, Prediction of Worldwide Energy Resource: [Electronic resource] / GMAO-5, MERRA-2 satellite. – December 1, URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.
- Nasehi, S., Karimi, S., & Jafari, H. (2016). Application of fuzzy GIS and ANP for wind power plant site selection in East Azerbaijan Province of Iran. *Computational Research Progress in Applied Science & Engineering*, 2(03), 116-124.
- On the approval of the State Program on the use of alternative and renewable energy sources in the Republic of Azerbaijan (2004) // Baku: Baku city, October 21, 2004, 462 Decree of the President of the Republic of Azerbaijan dated October 21, 2004 No. 462.–page 6.
- Rzayev, P.F. (2003). Simple solar and wind devices / P.F.Rzayev, M.A.Gurbanov, M.P.Rzayeva, – Baku: Ecoil scientific-ecological association. – 30 p.
- Saleh, H., Aly, A., & Abdel-Hady, S. (2012). Assessment of different methods used to estimate Weibull distribution parameters for wind speed in Zafarana wind farm, Suez Gulf, Egypt. *Energy*, 44, 710-719. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2012.05.021>.
- Salmanov, O.M. (2009). Azerbaijan's wind energy resources and opportunities for their use // – Baku: Problems of energy, No. 2, – p. 56-67.
- Salmanova, F.A. (2012). Hot water supply of a village (garden) house based on solar and wind energy in the natural conditions of the Absheron and Caspian Sea coasts: / Ph.D. dis. abstract. / – Baku. – 27 p.
- Shorabeh, S. N., Firozjaei, H. K., Firozjaei, M. K., Jelokhani-Niaraki, M., Homaei, M., Nematollahi, O. (2022). The site selection of wind energy power plant using GIS-multi-criteria evaluation from economic perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112778.
- The Global Wind Atlas: (2022). Azerbaijan and regions. [Electronic resource] / The Danish Energy Agency (EUDP), The World Bank. 21 Mart, URL: <https://globalwindatlas.info/area/Azerbaijan>.
- Xu Y., Li Y., Zheng L., Cui L., Li S., Li W., Cai, Y. (2020). Site selection of wind farms using GIS and multi-criteria decision-making method in Wafangdian, China. *Energy*, 207, 118222. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118222>.

А.М. Сергеева^{1,*} , Е. Жадырасын¹ , Г.Ж. Шумакова² 

¹Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан, Ақтөбе қ.

²Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: sergeyeva.aigul@gmail.com

АҚТӨБЕ ҚАЛАСЫНДА ҚАЛАЛЫҚ ОРТАНЫ ДАМЫТУДЫҢ КӨЛІТІК-ИНФРАҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ

Қалалық ортаның проблемалары ретінде қалалардың тез өсуі көліктік-инфрақұрылымдық жағдайды дамытуды қажет етеді. Халық пен қоғамдық көліктің өзара іс-қимылын есепке алмай, қалада көлікті ұтымды басқару мүмкін емес. Бұл өзара әрекеттесудің аумақтық ерекшеліктері мен заңдылықтарын білмеу және елемеу қаладағы көліктің дамуын дұрыс жоспарлауды, қаланың көлік-коммуникациялық ортасын және көлік қызметін бағалауды қиындатады. Жол желісі мен көлік инфрақұрылымының жай-күйі қала тұрғындарының өмір сүру сапасын жақсарту және қала экономикасын дамыту мүмкіндіктерін арттыру үшін маңызды болып саналады.

Мақалада Ақтөбе қаласының көліктік-инфрақұрылымдық жағдайлары талданады. Зерттеудің мақсаты – Ақтөбе қаласындағы қоғамдық көлік жүйелерінің дамуын саралау және олардың проблемаларын анықтау. Зерттеудің эмпирикалық негізі қала тұрғындарының әлеуметтік сауалнамаларының нәтижелері болды. Сауалнамаға қаланың әр ауданынан 500-дей адам қатысты. Сауалнама жауаптары ұпаймен және пайызбен есептеліп, талдауға пайдаланылды. Тұрақты даму тұрғысынан қазіргі уақытта Ақтөбедегі үлкен проблема – қала бойынша жүру үшін жеке көліктерді пайдаланатын халықтың үлесінің өсуі. Көлік жүйесінің экологияға теріс әсерін төмендету құралдарының бірі қоғамдық көлік жүйесін дамыту және танымал ету. Тұрғындар арасында жүргізілген сауалнамалардың нәтижелері азаматтардың жеке автокөліктен бас тартуға және көліктің неғұрлым экологиялық түрлеріне көшуге дайындығының төмен деңгейі туралы айтады. Қала тұрғындарының пікірлері қоғамдық көлікте қызмет көрсетудің соңғы 2022-2023 жылдары жоғарылағанын көрсетеді. Зерттеу қорытындылары іске асырылып жатқан көлік саясатын жетілдіру кезінде ірі қалалардың жергілікті өзін-өзі басқару органдарының қызметінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: қоғамдық көлік, көлік жүйесі, қала жолдары, көліктік инфрақұрылым, Ақтөбе қаласы.

A.M. Sergeyeva^{1,*}, Ye. Zhadyrassyn¹, G.Zh. Shumakova²

¹K. Zhubanov Aktobe regional university, Kazakhstan, Aktobe

²Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: sergeyeva.aigul@gmail.com

The transport and infrastructure conditions of developing the urban environment in the city of Aktobe

The rapid expansion of cities presenting the urban environment problems involves the development of transport and infrastructure conditions. To manage the city transport beneficially is possible only taking into consideration the interaction of the population and public transport. Not knowing and disregarding the regional features and principles of such interaction implies difficulties to work out the plan to correctly develop the urban transport, to assess the transport and communications system and transport services. The conditions of the road network and transport infrastructure are considered essential to enhance the life quality of the urban population and promote the opportunities for the development of the city's economy.

The article presents the analysis of the transport and infrastructure conditions of Aktobe city. The purpose of the study is to review the development of public transport systems in Aktobe and specify their problems. The empirical basis of the study was the data of social surveys held among the residents of the city. The survey involved about 500 people from different districts of the city. The survey results were calculated in points and percentage and then used for the analysis. In the context of permanent development a current big problem for Aktobe is the increase of the part of the population using personal vehicles to move through the city. One of the ways to reduce the negative impact of the transport system on the environment is the development and mainstreamification of the public transport system.

The results of the surveys held among the population point to a low level of people's being ready to refuse from using their own cars and to pass to more ecological transport. According to the opinion of the city residents the quality of the service in public transport has grown over the past 2022-2023. The results of the study can be applied in the work of local self-governments of major cities in the process of implementing transport policy.

Key words: public transport, transport system, city roads, transport infrastructure, the city of Aktobe.

А.М. Сергеева^{1,*}, Е. Жадырасын¹, Г.Ж. Шумакова²

¹Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, Казахстан, г. Актобе

²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: sergeyeva.aigul@gmail.com

Транспортно-инфраструктурные условия развития городской среды в городе Актобе

Быстрый рост городов как проблем городской среды требует развития транспортно-инфраструктурных условий. Рациональное управление транспортом в городе невозможно без учета взаимодействия населения и общественного транспорта. Незнание и игнорирование территориальных особенностей и закономерностей этого взаимодействия затрудняет правильное планирование развития транспорта в городе, оценку транспортно-коммуникационной среды города и транспортных услуг. Состояние дорожной сети и транспортной инфраструктуры считается важным для улучшения качества жизни горожан и повышения возможностей развития экономики города.

В статье анализируются транспортно-инфраструктурные условия города Актобе. Цель исследования – дифференциация развития систем общественного транспорта г. Актобе и выявление их проблем. Эмпирической основой исследования послужили результаты социологических опросов горожан. В опросе приняли участие около 500 человек из каждого района города. Ответы опроса были рассчитаны в баллах и процентах и использованы для анализа. С точки зрения устойчивого развития большая проблема в настоящее время в Актобе – это рост доли населения, использующего частный транспорт для передвижения по городу. Одним из средств снижения негативного воздействия транспортной системы на экологию является развитие и популяризация системы общественного транспорта. Результаты проведенных опросов населения говорят о низком уровне готовности граждан отказаться от личного автотранспорта и перейти на более экологичные виды транспорта. Отзывы горожан свидетельствуют о том, что количество услуг общественного транспорта за последние 2022-2023 годы увеличилось. Итоги исследования могут быть использованы в деятельности органов местного самоуправления крупных городов при совершенствовании реализуемой транспортной политики.

Ключевые слова: общественный транспорт, транспортная система, дороги города, транспортная инфраструктура, г. Актобе.

Кіріспе

Көлік жүйесінің жағдайы кез келген қаланың әлеуметтік-экономикалық дамуында маңызды рөл атқарады, ал елді мекен неғұрлым үлкен болса, оның мәні соғұрлым жоғары болады. Қазіргі заманғы қалаларды жоспарлау құрылымында көлік инфрақұрылымы қалалық ортаның басқа элементтері дамытын негіз болып табылады: тұрғын үй кешендері, өндірістік аймақтар, әлеуметтік нысандар, т.б. (Gössling, 2016). Қала микроаудандарының көліктік байланысы, қоғамдық жолаушылар көлігі жүйесінің жай-күйі халықтың өмір сүру жайлылығына тікелей әсер етеді. Көлік жүйесіндегі жағдайдың сипаттамасы ретінде көлікпен қамтамасыз ету қалалық ортаның сапасын бағалаудағы негізгі факторлардың бірі. Бұл басқа компоненттерге де әсер етеді: өйткені ол адамның қажеттіліктерін жүзеге асыруға күн-

делікті уақыт шығындарын анықтайды және көбінесе оларды шектейді (Yannis, Chaziris, 2022). Көлікпен қамтамасыз етуді тікелей зерттеумен қатар, ол туралы ақпарат әлеуметтік-экономикалық бағыттағы қолданбалы зерттеулерді жүргізу кезінде маңызды материал болып саналады: әлеуметтік инфрақұрылым объектілерін орналастыруды оңтайландыру, маркетингтік және басқа да бизнес-зерттеулерді ұйымдастыру. Көлікпен қамтамасыз ету жылжымайтын мүлік нарығының көптеген сегменттерінің серпінді дамуында, тауарлар мен қызметтерді сатудың әлеуметтік-коммерциялық инфрақұрылымы объектілерін орналастыруды оңтайландыруда маңызды рөл атқарады (Волкова, т.б., 2022).

Қалалық қоғамдық көлік ірі қаланың кеңістігін қалыптастырады. Тұрғындар пен қоғамдық көліктің өзара іс-қимылы – қала жұмысының маңызды көріністерінің бірі. Бұл өзара әрекеттесу-

ді зерттеу қаланы дамуын ұтымды жоспарлауға, қалалық аумақты және қалалық қоғамдық көлікті басқаруға мүмкіндік береді. Көлік желісі – желілік (магистральдық көшелер мен жолдардан) және тораптық элементтерден (аялдама пункттерінен және көлік желілерінің қиылыстарынан) тұратын көлік қаңқасын қалыптастырудың негізі болып табылады. Көлік желісінің ерекшеліктері көлік қаңқасының құрылымын және аялдама пункттерінің таралуын анықтайды, бұл қала тұрғындарына, оның тіршілігіне тікелей әсер етеді. Сондай-ақ, көлік желісінің қалалық қоғамдық көлік маршруттарының орналасуына және көліктің қолжетімділігіне де ықпалы зор. Маршруттардың сапарлар жасау мүмкіндігі мен қала аудандары арасындағы көлік байланысының баламалылығынан тұратын көліктік қызмет көрсету деңгейі көлік желісінің сипаттамаларымен үйлесімді дамиды. Қалалық қоғамдық көлік жылжымалы құрам бірліктерінің санына, оның қозғалыс қарқындылығына, ал көліктік қызмет көрсету жылжымалы құрамның эргономикалық сипаттамаларына, оның сыйымдылығына байланысты (Уткин, 2008).

Жолаушылар тасымалы саласындағы ең өзекті мәселелерге автобустардың қанағаттанарлықсыз жағдайы, кестенің бұзылуы және қызметкерлердің кәсібилігі жатады. Қазақстандағы көлікті жақсы жұмыс істейтін жүйе ретінде емес, тасымалдау моделі ретінде сипаттауға болады. 1990 жылдары құрылған жүйе реформалауды қажет етеді. Негізгі қадамдар автобус паркін жаңартуды, маршруттық желіні оңтайландыруды, жолаушылар ағынын есепке алудың ашық әдістерін енгізуді және қоғамдық пайдалану үшін қолайлы жағдайлар жасауды қамтуы тиіс. Көлік инфрақұрылымын тиімді басқару жолаушылар тасымалы жүйелерінің үздіксіз жұмысын, тиімділігін және тұрақты жұмысын қамтамасыз ету үшін маңызды. Инфрақұрылымды басқарудың сенімді жүйесін дамыта отырып, көлік органдары қол жетімділікті жақсарты алады, тиімділікті арттырады, еңбекті қорғауды қамтамасыз етеді, экологиялық мәселелерді шешеді және негізделген жоспарлау мен шешім қабылдауды жүзеге асырады (Śleszyński, т.б., 2023; Rasca, Saeed, 2022).

Ірі қалалардағы көлік жүйесінің негізгі орнын түсіну көлікті жоспарлау процесінде жүйелік тәсілді қолданудың қажетті алғышарты. Бұл мұнда қандай жүйелер мен көлік түрлері жұмыс істейтініне, олардың қалалық коммуникация жүйесіне тікелей әсеріне, сондай-ақ олардың

қалаға ұзақ мерзімді, басқаша айтқанда, қалалық орта мен өмір сапасына қалай әсер ететініне қарай реттеледі. Көлік жүйелерінің функцияларын, сондай-ақ олардың қалаларда атқаратын рөлін ең жалпы сипаттаудан осы жүйелерге қойылатын негізгі талаптар туындайды. Бір жағынан, көлік жүйесі адамдар мен тауарларды тасымалдаудың тиімді қызметтерін ұсынуы керек; екінші жағынан, көлік басқа қызмет түрлерімен және қызметтермен функционалды интеграцияланған қаланың құрамдас бөліктерінің бірі болады. Көлік инфрақұрылымы қала экологиясын және оның тұрғындарының өмір сүру сапасына зиянын тигізбеуі үшін оны тиімді қалыптастыруды қажет етеді (Javanmard, т.б., 2023).

Қалалық көлік жүйесінің негізгі көрсеткіштері ретінде ұйымдастыру және қозғалыс қауіпсіздігін; жолаушылар мен жүк тасымалы көлемінің көрсеткіштерін; қоғамдық және жеке көлікті пайдалану жиілігінің арақатынасын; қоршаған ортаға әсер ету көрсеткіштерін бөліп көрсетуге болады. Қалалардың көлік жүйелеріне қойылатын негізгі талаптарға мыналар жатады (Рамазан, Нохатов, 2023):

- қозғалыстың жүйелілігі мен сенімділігі;
- уақыт шығындарын азайту;
- жолаушылар қауіпсіздігі;
- ресурстарды ұтымды пайдалану;
- техникалық және экономикалық тиімділік;
- сәулет-жоспарлау және экологиялық талаптар.

Көлік инфрақұрылымы тек жолдарды, көпірлерді және басқа да жол құрылыстарын, автотұрақтарды, ақылы тұрақ аймақтарын ғана емес, сонымен қатар қалалық қоғамдық көлік паркін және онымен байланысты құрылыстарды да қамтиды. Осылайша, көлік инфрақұрылымын пайдалану қызметтердің тұтас кешені болып саналады. Көлік инфрақұрылымын пайдалану маршруттық желіні қалыптастыруды, қоғамдық көлік жұмысының материалдық-техникалық базасын қамтамасыз етуді, жол жүру тарифтері мен жеңілдіктерді айқындауды көздейді (Zhao, Hu, 2019).

Әрбір автокөлік кәсіпорнында өндірісті ұйымдастыру мен жоспарлаудың негізгі міндеті көлік жұмысын барынша арттыру және жолаушылар тасымалы арқылы халыққа қызмет көрсету сапасын жақсарту мақсатында барлық ресурстарды ұтымды үйлестіру және пайдалану болып табылады (Kraft, т.б., 2022). Қазақстанның кез-келген қаласында көлік мәселесін сәтті шешу үшін ұйымдастырушылық шаралар қажет.

Бұл іс-шараларға қаланың көше-жол желісінің өткізу қабілетін арттыру, жол жүру уақытын азайту бойынша ұсыныстар кешені, жаңа көлік объектілерін салу және қолда бар көлік объектілерін реконструкциялау, қалалық маршруттардағы жолаушылар ағынын тексеру, қаланың көлік инфрақұрылымын кешенді жаңғырту, т.б. кіреді. Қазіргі жағдайда экономиканың одан әрі дамуы жақсы жолға қойылған көліктік қамтамасыз етусіз мүмкін емес (Сидоров, Ситников, 2021; Малышева, 2020).

«Ақтөбе қаласын дамытудың 2021-2025 жылға дейінгі орта мерзімді келешектік даму» бағдарламасын әзірлеу кезінде ауқымды жұмыс жүргізілді-қолданыстағы стратегиялық жоспарлар зерделенді, қала өмірінің барлық салаларындағы ахуал талданды, тұрғындардың мыңдаған өтініштері өңделді. Нәтижесінде әкімдік пен тартылған сарапшылар даму бағдарламасының негізгі мақсаттарын анықтады – бұл Ақтөбеде жайлы қалалық орта құру.

Ақтөбе қаласының басты проблемасы – жол желісі мен оның өткізу қабілеті. Қалада көлік кептелісі болмау үшін немесе оны азайту мүмкіндіктері жол айрықтары, айналма жолдар салу қажет; кейбір жағдайларда көшелердің жүру бөлігін кеңейту мәселесі туындайды, ал бұл өте қиын. Жол желісінің жай-күйін ескере отырып, көліктің жылжымалы құрамының түрін таңдау керек. Жаппай автокөлік жүргізу көліктің жұмысын қамтамасыз ететін сервистік қызметтердің үлкен кешенін құру қажеттілігін тудырады. Қала аумағында жеке көлік тұрақтарын ұйымдастыру, қала орталығында ұжымдық гараждар, оның ішінде көпқабатты үйлерде гараждар салу күрделі мәселе болып отыр. Кейбір жаңа тұрғын үйлерде бірінші қабаттар мен жертөлелер гараж ретінде жобаланған, бұл тұрғындарға ыңғайлы.

Қазіргі маңызды аспектілердің бірі – үздіксіз трансферттерді қамтамасыз ету және үшін әртүрлі көлік түрлерін бір жүйеге біріктіру. Жолаушылардың қауіпсіздігі де маңызды, оған бағдарламалар, жаяу жүргіншілер өткелдері, теміржол өткелдеріндегі шлагбаумдар және т. б. енгізу арқылы қол жеткізіледі. Тұрақты техникалық қызмет көрсету және уақтылы жаңарту көлік инфрақұрылымы апаттар қаупін азайтады және оның жұмысын оңтайландырады. Интеллектуалды технологиялар мен автоматтандыруды енгізу жолаушыларға қызмет көрсету сапасын, кідірістерді азайту және операциялық тиімділікті арттыруды жақсарта алады. Қоғамдық көлік, велосипедпен жүру және жаяу жүргіншілер аймақ-

тары сияқты тұрақты тасымалдау нұсқаларын ынталандыру және инфрақұрылымды дамыту кезінде экологиялық таза технологиялар мен материалдарды пайдалану шығарындыларды азайтуға көмектеседі (Cao, Shahraki, 2023).

Көлік мәселелерін шешудің талқыланған тәсілдері айтарлықтай ерекшеленеді. Кейбір елдерде қалалардың өсуімен үйлестірілген жалпы логистикалық көлік саясаты жүргізілсе, басқаларында көбінесе мүдделер мен мақсаттардың қақтығысына әкелетін қарсы шаралар қабылданады (Lovelace, 2021). Қалалар мен автомобильдердің қарым-қатынасын анықтайтын үш негізгі саяси бағытты бөлуге болады. Біреуі дәстүрлі қаланы қолдауға, екіншісі жеке көліктерді барынша пайдалануға бағытталған. Осы екі полюстің арасында қаланың шекараларында қозғалыс қажеттіліктерімен оңтайлы қарым-қатынас орнатуға бағытталған шаралардың кең орта тобы жатыр. Көлік саясатының осы үш бағытын келесідей анықтауға болады:

1. Көлік қозғалысын қалаға кедергі келтірмейтіндей етіп шектеу;
2. Автокөлік қозғалысын мүмкіндігінше ыңғайлы ету үшін қала жолдарын қайта құру;
3. Қаланың және оның біртұтас интермодальды көлік жүйесінің өзгеру процестерін үйлестіру.

Тұрақты дамуға көшу контекстінде қоршаған ортаға ең аз әсер ететін тұрақты жұмыс істейтін көлік жүйелерін қалыптастыру маңызды. Осыған байланысты зерттеу мақсаты – Ақтөбе қаласындағы көлік жүйесінің даму бағыттарын сипаттау және қалалық ортаны дамытудың көліктік-инфрақұрылымдық жағдайларын саралау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығының элементтері Ақтөбе қаласындағы көлік жүйелерінің жұмысын бағалау, сондай-ақ олардың тұрақты дамуға көшуіндегі кедергілерді анықтау.

Зерттеудің гипотезасы келесідей болды: Ақтөбе қаласының көлік инфрақұрылымын дамыту күрделі сипатқа ие әрі ол көптеген факторларға тәуелді. Оларды анықтау және бағалауда қазіргі әлеуметтік-экономикалық жағдайларды ескере отырып, оны қолданудың тиімділігін зерттеуді қамтамасыз ететін әдістерді әзірлеу мен жетілдіруді талап етеді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Экономикалық, әлеуметтік және саяси қызметтің күрделі жүйесі болып табылатын қалалардың табиғатын ескере отырып, қалалық қыз-

меттің күрделі құрылымын түсіну және оның болашақ кеңістіктік дамуын болжау үшін көптеген әртүрлі зерттеу тәсілдері қолданылды. Әдістемелік тұрғыдан алғанда, халық пен қалалық қоғамдық көліктің өзара әрекеті географиялық әдебиеттерде толық ашылмаған. Қазақстандық зерттеулердің басым көпшілігі Алматы, Астана қалаларының көліктік инфрақұрылымдарын зерттеуге арналған (Кенеспаева, т.б., 2023; Молгаждаров, Базарбекова, 2017; Сорокина, 2014).

Зерттеу тиімді және бәсекеге қабілетті көлік инфрақұрылымын, транзит пен көлік қызметтерін дамыту, сондай-ақ көлік-коммуникация кешенінің жұмыс істеуінің технологиялық және институционалдық ортасын жетілдіру негізінде Қазақстанның 2025 жылға дейінгі Стратегиялық даму жоспары әрі қарай экономикалық өсуге және Қазақстан Республикасы халқының өмір сүру деңгейін арттыруға жәрдемдесуге негізделген бағдарламаға сәйкес орындалды (Қазақстан Республикасы көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы).

Көлік жағдайын жақсарту Қазақстанның көптеген қалаларында, соның ішінде Ақтөбеде де өңірлік саясаттың мақсаттарының бірі болып табылады. Қазір Ақтөбенің көлік торабын дамыту бағдарламасы аясында қаланың көлік мәселелерін шешуде қоғамдық көліктің рөлі артып келеді. Мәселелердің барлығында халықтың қауіпсіздігін бағалау үлкен маңызға ие. Геоақпараттық және картографиялық әдістерді қолдана отырып, мұндай зерттеулердің танымалдылығының өсуі келесі факторларға байланысты: геоақпараттық жүйелер, модельдеу технологияларының дамуы мен қол жетімділігінің артуы; жаһандық навигациялық жүйелерді пайдалану; кеңістіктік деректердің жаңа әрі жалпыға қолжетімді көздерінің пайда болуы. Зерттеуде ГАЗ әдісі қолданылып картосхемалар құрастырылды.

Қазіргі жағдайда қалалардың ауқымды зерттеулерінің оның ішінде, әкімшілік-аумақтық бөліну ерекшеліктерін, халықты орналастыру сипатын, көлік жүйесін ұйымдастыру және жұмыс істеу ұстанымдарын ескере отырып, халықтың қоғамдық көлік қызметтерімен қамтамасыз етілуін бағалаудың ғылыми негізделген әдістемесін әзірлеу маңызды. Әдістемені қалыптастыру және енгізу ағымдағы міндеттерді шешудің кешенділігін ғана емес, сонымен қатар көлікпен қамтамасыз етуді зерттеудің жаңа бағыттарын бастауға және дамытуға мүмкіндік береді.

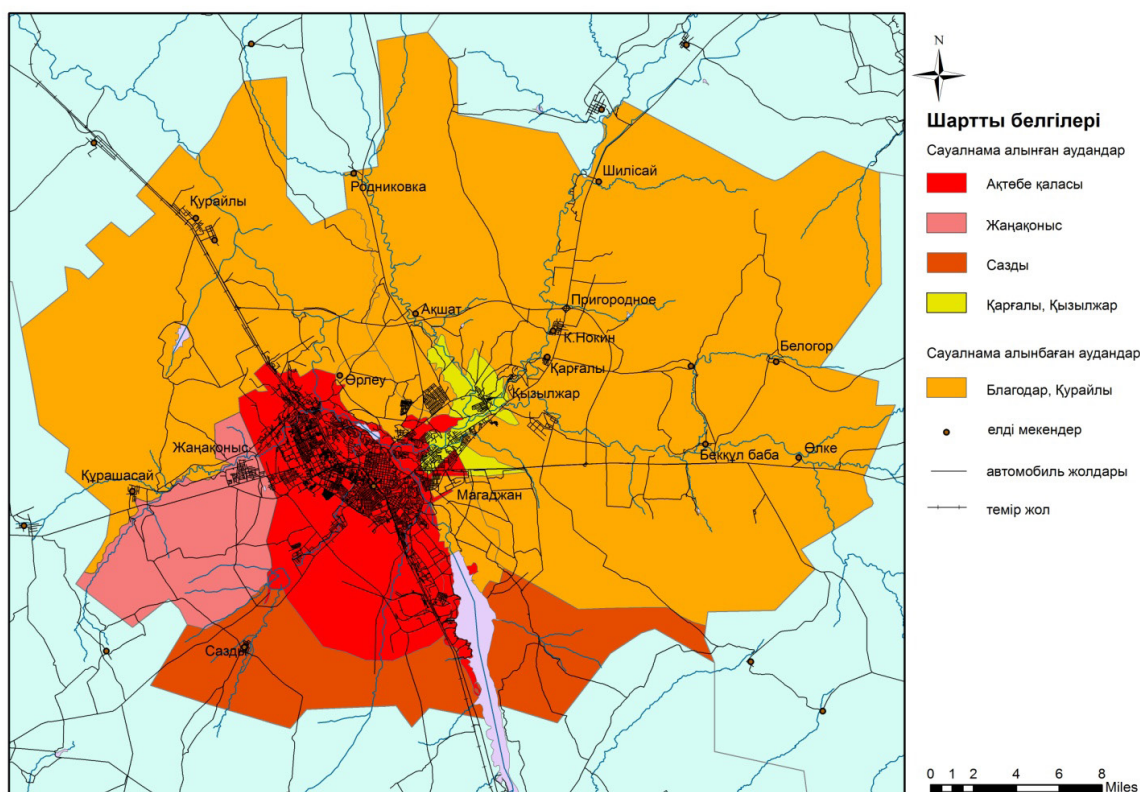
Қазіргі уақытта Ақтөбе қаласында урбандалу процесі белсенді жалғасуда. 2021 жылдың басында халық саны Ақтөбе қаласының шегінде (оның ішінде 39 кент Қарғалы, Магадан, Жаңақоныс, 41 разъезд және т.б.) 512,4 мың адамды құрады. Жалпы жоспарда аумақты қалалар ауылдық округтердің жерлері және елді мекендердің қалаға қосылуы есебінен кеңейту көзделген (Ақтөбе агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы, 2018). 2022 жылы халық саны 556,1 мыңға дейін өсті. Бұл қоғамдық көлік жүйесіне жүктеменің өсуіне, ал екінші жағынан, жеке көліктер санының көбеюіне әкеледі. Сонымен бірге кептелістердің пайда болуы, қоршаған ортаға теріс әсердің артуы секілді мәселелер маңызды орын алып отыр.

Зерттеудің әдіснамалық базасы кешенді және жүйелі тәсілдерге, экономикалық-статистикалық әдістерді, сондай-ақ салыстырмалы талдау, жалпылау және синтез әдістерін қолдануға негізделген. Жұмыстың эмпирикалық негізі Ақтөбе қаласы тұрғындарының қала ортасы жағдайларын бағалау бойынша алынған сауалнама деректері болды. Сауалнамаға қатысқан қала тұрғындарының жас ерекшеліктері 18 жастан 75 жасқа дейінгі аралықты қамтыды. Сауалнамаға 501 адам қатысты (1-кесте).

1-кесте – Респонденттердің жауаптарын іріктеу туралы толық ақпарат (N = 501)

Сипаттамалары	Пайыз
Жынысы:	
Ер	59,4
Әйел	40,6
Жасы:	
Жастар, студенттер (18–34)	34
Орта жастағы адамдар (35–54)	36
Егде жастағы адамдар (≥ 55)	30
Білімі:	
Орта негізгі	57,7
Жоғары	42,3

Қалалардың әртүрлі бөліктерінде тұру ерекшеліктерін анықтау үшін олардың аумағы бірнеше шағын аудандарға бөлінді. Ақтөбенің қалалық ортасын дамытудың көліктік-инфрақұрылымдық жағдайларын бағалауда 8, 11, 12 микроаудандар, Батыс, Сазды, Бауырластар, Жаңақоныс, Қарғалы, Қызылжар, т.б. аудандарда тұратын тұрғындардан сауалнама алынды (1-сурет).



1-сурет – Сауалнама алынған Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендер

Сауалнама сұрақтары 1-10 ұпай беру арқылы бағаланды. Жұмыстың соңғы бөлігінде контент-талдау әдісін қолдана отырып, Ақтөбе қаласының жергілікті өзін-өзі басқару органдары көлік жүйелерінің тұрақты дамуға көшуі үшін жүзеге асырылатын бірқатар шаралар мен құралдар анықталды.

Зерттеудегі 2018 жылғы сауалнама деректері Ақтөбе қалалық әкімшіліктің қала ортасын зерттеуге орай жүргізілген жұмыстарынан алынды (Ақтөбе қаласының 2016-2020 жылдарға арналған Аумақтық дамыту бағдарламасы). Ақтөбе қаласының аумағы 2015 жылдан бері қарқынды түрде ұлғаюда. Осыған орай қала орталығы мен қаламаңында қоғамдық көлік және көлік кептелісі мәселелері көтеріліп келеді.

Аталған мақсатқа жету үшін жұмыс барысында келесі міндеттер қарастырылады:

1. Көлік жүйелері мен олардың қала тұрақтылығына ықпалының теориялық мәселелері қаралды;

2. Тұрғындардың әлеуметтік сауалнамасының деректері негізінде Ақтөбе қаласының көлік жүйесінің жұмысына халықтың қанағаттанушылығына баға берілді;

3. Қалалардың көлік саласын дамыту проблемалары және жергілікті өзін-өзі басқару органдары іске асыратын оларды еңсеру жөніндегі шаралар анықталды.

Зерттеушілер жиі қолданатын және белгілі бір қаланың көлік жүйесінің жұмысын бағалауға мүмкіндік беретін әдістердің бірі – оларда тұратын халықтан тікелей сұрау (Абилов, т.б., 2017; Секушина, Пахнина, 2023). Бұл әдістердің басты артықшылығы – олар қоғамдық көлік саласындағы кемшіліктерді анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен бірге қалалардың көлік жүйелерінің жұмысын бағалауда кешенді тәсілді қолдану өте маңызды, өйткені халықтың пікірі өте субъективті, өйткені адамдар негізінен қалалық көлік пен инфрақұрылымның тиімділігі тұрғысынан емес, өз қажеттіліктерін қанағаттандыру тұрғысынан ғана талқылайды.

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Қалалық көлік жүйесінің маңызды сипаттамалары – бұл қала шекарасындағы көше мен жол желісінің құрылымы мен жағдайы. Ақтөбеде қаланың орталық бөлігіндегі көлік инфрақұ-

рылымына жоғары жүктеме қазіргі көкейкесті мәселе. 2015-2022 жылдар аралығында қалада жергілікті маңызы бар автомобиль жолдарының жалпы ұзындығы 651-ден 831 км-ге дейін өсті (Аймақтық Бағдарлама 2021-2025 жылдарға арналған Ақтөбе қаласын дамыту, 2021). 2020 жылғы мәліметтер бойынша жолдардың 46,1%-ы қатты жабынға ие. Қалада көрсеткіштердің оң динамикасы байқалмайды. 2023 ж. Ақтөбеде ұзындығы 48 км жолдарды, көшелерді жөндеу және салу бойынша 30 жобаны аяқтау жоспарланды. 30-дан 17 жоба – жаңа, ал 13 жоба 2022 жылдан қалған өтпелі жоба. Жоба бойынша Ә. Молдағұлова даңғылы, Есет батыр, Сәтбаев, Тәуелсіздік көшелеріндегі жолдар қайта жаңартылып, Ақтөбе-Орск тас жолына дейінгі Ақжар-2-ге баратын көпір жолы аяқталды. Осы іс-шараларды іске асырудың негізінде қалада жалпыға ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдарының үлесі төмендеді.

Ақтөбе тұрғындарынан алынған сауалнама нәтижелері аталған іс-шараларды іске асыру елді мекендердің көлік жүйесінің проблемаларын шешуге едәуір дәрежеде ықпал етеді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. 2018 жылы ақтөбеліктердің 89%-ы тротуарлар мен жаяу жүргіншілер жолдарының нашар жағдайын маңызды проблема деп санаса, 2023 жылы респонденттердің 61%-дан астамы ғана осындай пікірде болды. Қала жолдары мен көлік инфрақұрылымының сапасын бағалай отырып, тұрғындар автожанармай құю станцияларымен (10 ұпайдың 9,4-ын), жаяу жүргіншілер жолдарымен, бағдаршамдармен (7,5 ұпай), жолдарды жайластыру, жабдықтау, жол белгілері, қоршаулармен (6,3 ұпай) қамтамасыз ету деңгейіне баға береді. Керісінше автобус аялдамаларының сапасына (5,3 ұпай), жол төсемінің тегістігі (4 ұпай), сондай-ақ жолдың өткізу қабілеті мен жүктеме деңгейі (5,2 ұпай) төменгі бағаға ие болды (2-сурет).



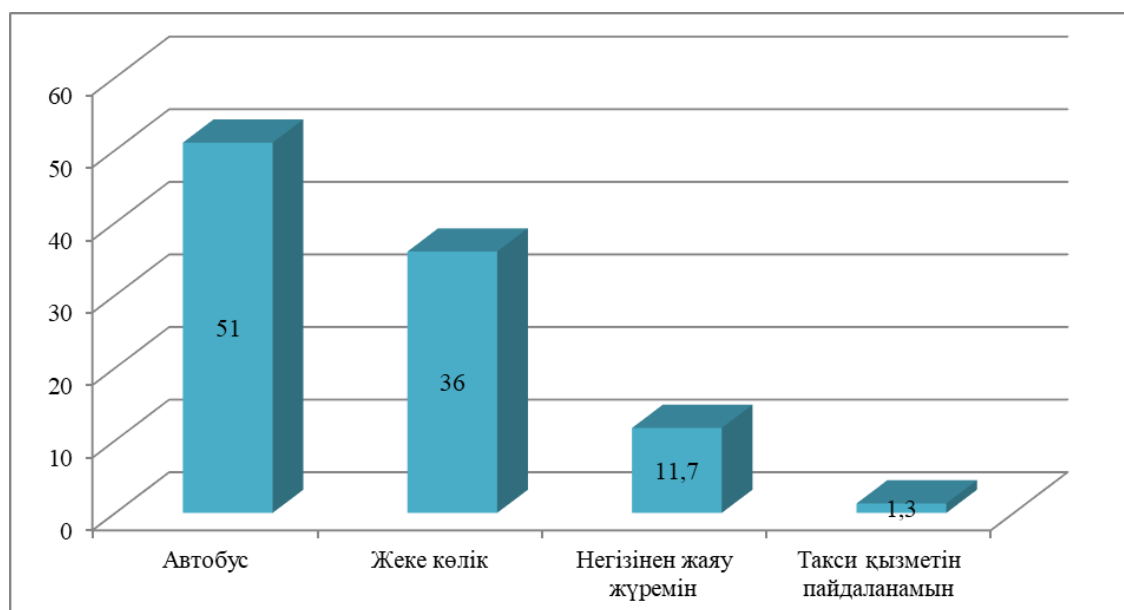
2-сурет – Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендердегі тұрғындардың қала жолдарының сапасын бағалауы (сауалнама қорытындысы бойынша құрастырылған)

Қалада автобустар жолаушылар тасымалында басты орын алады. Басқа көлік түрлері қарастырылмаған. Қала көлемі үлкейген сайын қоғамдық көлікпен қала тұрғындарын қамтамасыз ету қиын. Қаланың экологиялық жағдайының нашарлауына да троллейбус, трамвай секілді көлік түрлерін дамытпауы кері әсер етеді. Қаладағы автобус маршруттарының жалпы саны – 53 бірлік. Қала аумағында жолаушыларды тұрақты тасымалдау маршруттарына қызмет көрсетумен 4 автопарк айналысады. Ақтөбе автобусы – төрт ұйым қызмет көрсететін Ақтөбе қаласының автобус маршруттарының желісі (“Автопарк”, “Табыс Ақтөбе”, “Qala Trans” және “Ақжайық автопарк”). Қалалық автобустар желісі қала аумағын ғана емес, қаламаңын және саяжай массивтерін де қамтиды.

Бірінші автобус желісі 1927 жылы Ақтөбеде іске қосылды және автобус 1982 жылға дейін

Ақтөбе троллейбусы іске қосылғанға дейін қоғамдық көліктің жалғыз түрі болды. 2000 жылдары қаладағы троллейбустар саны жыл сайын азайып, 2013 жылы троллейбус паркінің жұмысы тоқтатылды. 2021 жылы көлік компанияларының кірістерін ұлғайтуға мүмкіндік беретін қолма-қол ақшасыз төлем жүйесі толығымен енгізілді. Бұл инвесторлар үшін қолайлы жағдай туғызды және Ақтөбеде басқа қалалардан тасымалдаушылар жұмыс істей бастады: Алматыдан “Qala Trans” 2021 жылы, Атыраудан “Ақжайық автопарк” 2022 жылы келді. Сөйтіп бәсекелестік пайда болды, тасымалдаушылар жаңа автобустар сатып алып, тасымалдау сапасы жақсара бастады.

Респонденттердің 51%-ы автобустарды қала бойынша қозғалу үшін пайдаланады. Жеке көлікті 36%-дан астамы, негізінен тұрғындардың тек 11%-ы ғана жаяу жүреді, ал 1,3%-ы такси қызметіне жүгінеді (3-сурет).



3-сурет – Респонденттер қолданатын негізгі көлік түрлері (Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендерден алынған сауалнама қорытындысы бойынша құрастырылған)

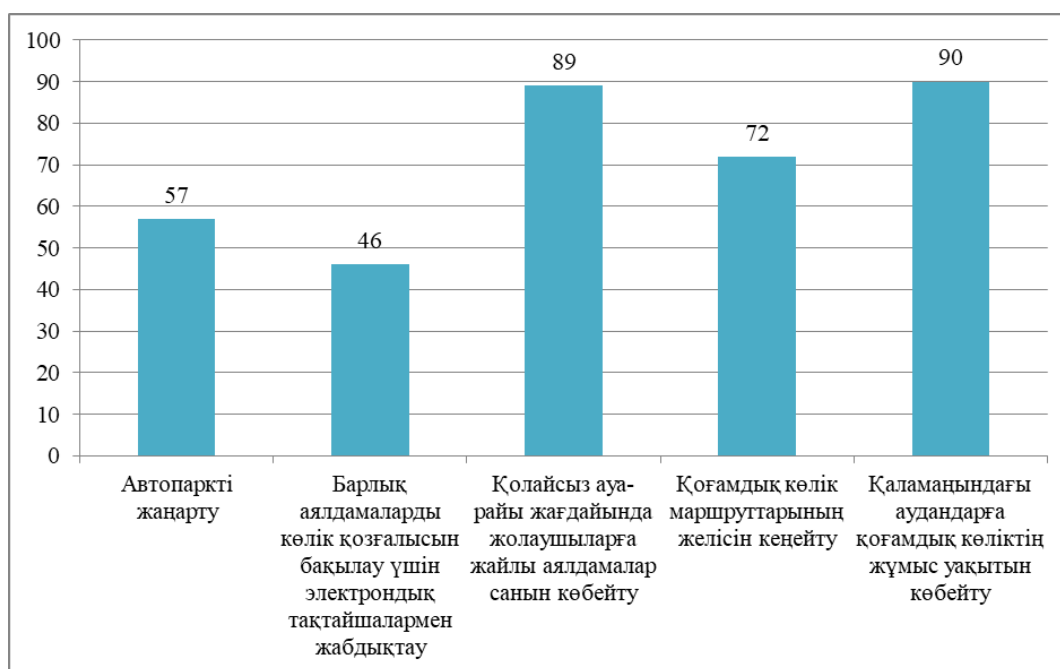
2023 ж. қала тұрғындарының қоғамдық көлік жұмысына қанағаттану деңгейі айтарлықтай өсті. Мысалы, егер 2018 жылы тұрғындардың тек 37,8%-ы көліктің техникалық жарақтандырылуына (тұтқалардың, аялдамаларды автоматты түрде жариялау жүйесінің, арбаларға арналған орындардың болуы) қанағаттанса, 2023 жылы – 72,7% болып отыр. Жылжымалы құрамды жаңарту аясында қалалық маршруттарға

жаңа автобустар берілді. Респонденттердің 57%-ы автопаркті жаңарту, қоғамдық көлік қызметтерінің сапасын арттырудың бірінші кезектегі шараларының бірі деп санайды.

Қаланың қоғамдық көлігінің жұмысына қатысты және азаматтардың қала бойынша жүру тәсілдерін таңдауына әсер ететін маңызды аспектілердің бірі – тарифтік саясат. 2018-2023 жылдардағы қоғамдық көліктегі жол жүру құ-

нының динамикасын талдау барысында жол ақысының бірнеше есе өскенін байқауға болады. Ақтөбе қаласында 2018 жылдан бастап қалалық қоғамдық көлікте жол жүру құны картамен 80 теңгені, қолма-қол 150 теңге құрайды, ал бұған дейін автобустен жүру ақысы 55 теңге болды. Бұл ретте тасымалдаушылар жақын арада сервисті жақсарту бойынша бірқатар шарттарды орындауға міндеттелді. Мәселен, 2019 жылға дейін барлық автобустарда электрондық билеттеуді енгізу, GPS-навигаторларды орнату, жұмыстағы барлық кемшіліктерді жою. Бірақ осы салада әлі біраз жасалатын шаралар бар екендігі тұрғындар сауалнамасынан анықталды. Марш-

руттар желісін кеңейту (72%), сондай-ақ жолаушылар үшін үшін аялдамалардың жайлылығын арттыру (89%) және қоғамдық көлікте жүруге арналған көлік карталарының қозғалысын бақылау үшін оларды электрондық тақталармен жаратандыру проблемасы аса өзекті емес. Қалада 2021 жылы 100-ге жуық қоғамдық көлік аялдамасы жөнделді, бірақ ол қала тұрғындары үшін жеткіліксіз деп саналады. Алынған сауалнама қорытындылары бойынша тұрғындардың басым көпшілігі қаламаңына қатынайтын автобустардың аздығын, аялдамалардың жайсыздығын, қоғамдық көлік желісін көбейтуді көрсеткен (4-сурет).

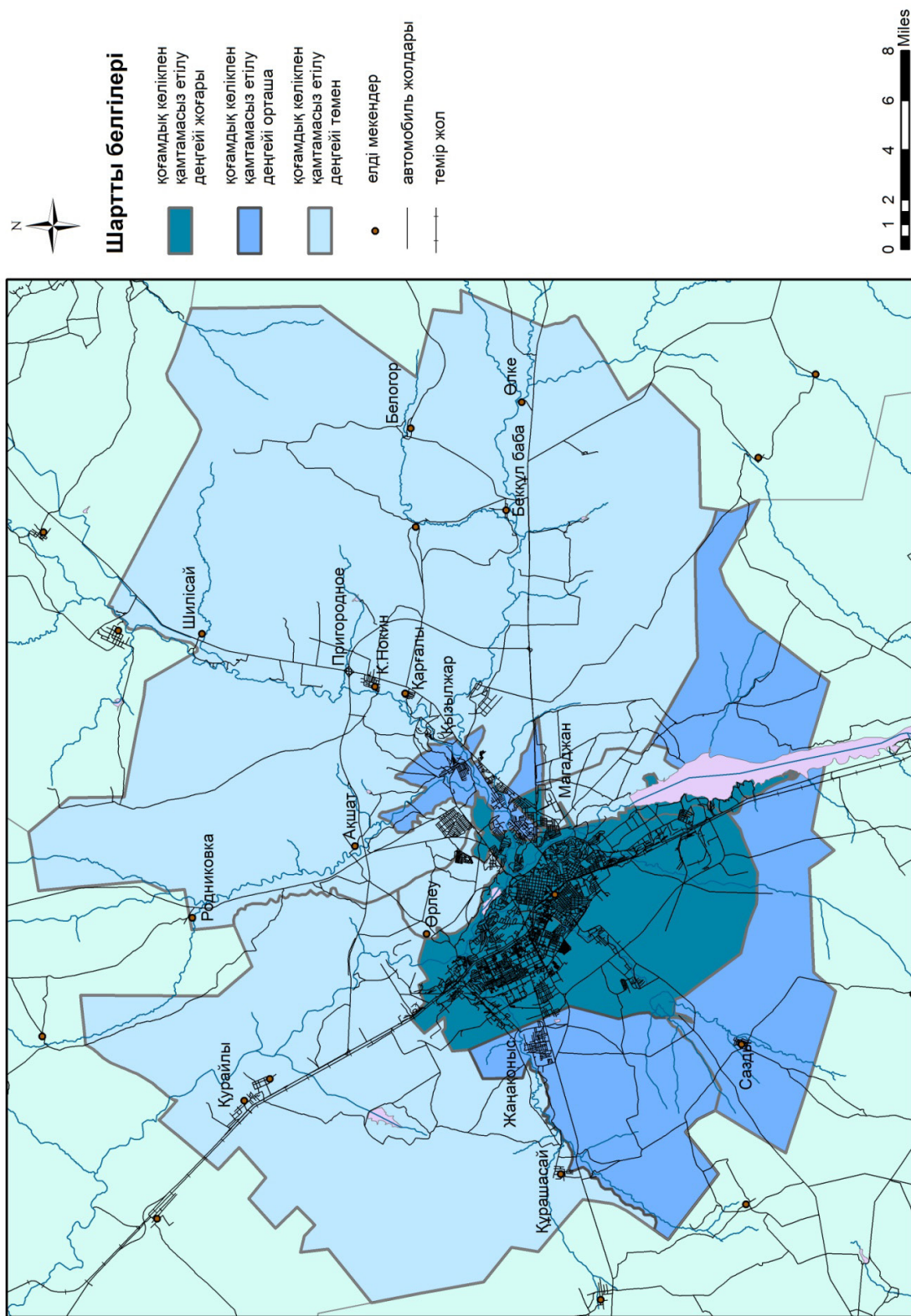


4-сурет – Қоғамдық көлік қызметтерінің сапасын арттыру мақсатында қала тұрғындарына ұсынылған сауалнама жауаптары, (пайызбен)

(Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендерден алынған сауалнама қорытындысы бойынша құрастырылған)

Сауалнама қорытындылары мен авторлардың зерттеулері бойынша қоғамдық көлікпен қамтамасыз етілу деңгейі 5-суретте берілген. Қаламаңына қатынайтын автобустар көлемі шағын әрі таңғы, кешкі уақытта адам санының көптігінен қиындықтар туындайды. Қоғамдық көлікпен

қала орталығы ғана қажетті деңгейде қамтамасыз етілген. Сазды, Жаңақоныс, Қызылжар, Ақжар секілді аудандар орташа, ал Қурайлы, Қарғалы, Пригородное, т.б. қалаға қатынап жұмыс жасайтын тұрғындар үшін әлі де қоғамдық көлік желісімен қамтамасыз етілу деңгейі төмен.



5-сурет – Ақтөбе қаласы мен оның маңындағы елді мекендердегі қоғамдық көлікпен қамтамасыз етілу деңгейі (авторлардың құрастыруымен)



6-сурет – Ақтөбе қаласының көшелеріндегі көлік кептелістері

Қаланың микроаудандарының байланысын арттыруға және автомобиль кептелістерінің санын азайтуға кедергі келтіретін Ақтөбе қаласының проблемаларының бірі – қолданыстағы жол инфрақұрылымына, атап айтқанда көпірлерге жоғары жүктеменің болуы. Қаланың орталық бөлігін теміржол магистралі екіге бөліп тұр, бұл Заречный, Орталық және Батыс аудандарына қол жетімділікті қиындатады. Осы мәселені шешу үшін қала билігі жаңа көпірлер, көшелер мен жол айрықтарын салу есебінен қаланың орталығындағы көлік кептелісі мәселесін шешкісі келді. 6-суреттен қаладағы көлік кептелісінің сызбасын көреміз.

Қаланың тарихи өзегі негізгі доминант болып табылады, одан төрт бағытта үш айналма жолмен бір құрылымға біріктірілген негізгі жалпы қалалық магистральдар өтеді. Магистральдық аумақтардың құрылысы микроаудандар мен тұрғын аудандардың тікбұрышты жүйесі. Негізгі жаңа құрылысты батыс, шығыс және ішінара солтүстік бағыттардағы жаңа көлік сақиналары арасында жүргізу ұсынылады. Осы кірме магистральдардың бойында тұрғын аудандардың тарихи орталығымен және перифериямен өзара байланысты қала құрылысы тораптарының жүйесін құру ұсынылады.

Ақтөбенің орталық аудандарының орналасуы мен дамуы, қалалық көше-жол желісі мен аула аумақтары негізінен социалистік нормалар бойынша қалыптасқан. Қазір қаланың барлық қиылыстары салынып үлгерді және оларды қайта құру кезінде қолданыстағы инженерлік коммуникацияларды ауыстыру бойынша үлкен көлемдегі жұмыстардың қажеттілігі туындайды. Ойластырылмаған қайта құрудың негізінде қала құрылысының кейбір жаңа аудандарында 2,0-ге жуық жанама коэффициентті көлік байланыстары бар. Қазір қалада жол кептелісін азайтуға бағытталған жобалар жүзеге асырылуда. Жобаны іске асырудың негізінде қолданыстағы көпірлер мен жол өтпелеріне жүктеме екі еседен астам төмендеуі мүмкін, сондай-ақ қала орталығын жеке және жүк көлігімен айналып өту кезінде қалалық аудандардың өзара көлік байланысы жақсарады. Сонымен қатар, аталған инфрақұрылымдық жобаның кейбір элементтерін іске асыруда белгілі бір қиындықтар туындайды.

Соңғы жылдардағы басты мәселелердің бірі – жеке автомобиль көлігін пайдаланушылар санының айтарлықтай өсуі. Ақтөбе қаласы бойынша шамамен 90 000-нан астам жеке автокөлік бар. Социализм кезінде қалалардың бас жос-

парлары 1000 тұрғынға шаққанда 50 (150) жеке машиналар нормасы бойынша әзірленді. Қазір қалада автокөлік саны көп. Қаланың автотұрақтарға деген қажеттілігі тек 30% қанағаттандырылған. Ақтөбе қаласындағы автотұрақ тапшылығы қазір өткір мәселелердің бірі. Қалалардың тұрақты дамуы тұрғысынан жағымсыз үрдістердің бірі – жеке автомобиль көлігін пайдаланушылар санының өсуі. Бұл ретте халық арасында жүргізілген сауалнамалардың нәтижелері қала тұрғындарының көпшілігінің бензинмен немесе дизель отынымен, газбен жұмыс істейтін жеке автокөліктен бас тартуға және неғұрлым экологиялық таза жүріп-тұру құралдарын пайдалануға көшуге құлықсыздығын көрсетеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде қаладағы көлік жүйелерінің жұмысы және олардың дамуының тұрақтылығын арттыру мәселелері туралы бірқатар тұжырымдар жасауға болады. Тұтастай алғанда, 2018-2023 жылдар кезеңінде Ақтөбе қаласында жергілікті маңызы бар жолдардың ұзындығы мен жол жабынының сапасын жақсарту көрсеткіштері өсті. Ақтөбе қаласы бойынша көше-жол желісінің қазіргі ұзындығы 528,7 км құрайды, оның ішінде: жүрдек қозғалыс жолдары – 39,3 км, жалпықалалық маңызы бар магистральдық көшелер – 101 км, аудандық маңызы бар магистральдық көшелер – 75,1 км, жергілікті маңызы бар көшелер мен жолдар – 257,46 км. көше-жол желісінің қолданыстағы тығыздығы 2,9 км/км² құрайды. Қалада автомобиль жолдарының, темір жолдардың автожолдармен және өзендермен қиылысында қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін 70 жасанды құрылыс жұмыс істейді. Оның ішінде теміржол көпірлері – 8 бірлік, автожол көпірлері – 41 бірлік, жаяу жүргіншілер көпірі – 1 бірлік, теміржол өткелдері – 2 бірлік, көлік жол айрығы – 6 бірлік, эстакадалар – 7 бірлік, жер үсті жаяу жүргіншілер өткелдері – 5 бірлік (Ақтөбе облысының жолаушылар көлігі және автомобиль жолдары басқармасы деректері, 2023).

Қала тұрғындарының сауалнамаларына сүйене отырып, тротуарлар мен жолдардың нашар жағдайы, қала аудандарындағы көлік байланысының жеткіліксіздігі төмендеді деп айтуға болады. 2023 жылы тұрғындардың жартысынан көбі қоғамдық көліктің қызмет көрсету деңгейіне жартылай қанағаттанды. Қалада автобус ең танымал көлік түрі болып қала береді. Қала

тұрғындарының қоғамдық көліктің жұмысына, атап айтқанда оның техникалық жабдықтауына, маршруттар санына, қозғалыс жиілігіне және жолаушыларға қызмет көрсетуге қанағаттану деңгейін арттыру оң үрдіс болып табылады. Мұндай оң динамика көбінесе қалалардың жергілікті өзін-өзі басқару органдарының қоғамдық көлік жүйелерінің жұмысын жақсарту бойынша іс-шаралар кешенін жүзеге асыруына байланысты.

Қорыта келгенде, қоршаған ортаға теріс әсер ету деңгейін төмендетуді қамтамасыз ететін көлік құралдары мен көлік инфрақұрылымы объектілерін жаңғырту; экологиялық таза отын түрлерін пайдаланатын көлік құралдарының санын ұлғайту; ақылды қалалық көлік технологияларын енгізу және дамыту, велосипедтер мен скутерлерді бірлесіп пайдалану жүйелерін құру және танымал ету жөніндегі жобаларды іске асыру жоспарлану керек. 2023 жылдан бастап жазғы кезеңде қалада электр скутерлер мен самокаттар саны көбейді. Қаладағы экологиялық

жағдайды жақсарту мақсатында электромобильдер, велосипед, скутерлер, самокаттар санын көбейту қолға алыну қажет.

Сонымен қатар, қалада да жергілікті өзін-өзі басқару органдары жүзеге асыратын саясатта қалалық көлік жүйелерінің тұрақты даму траекториясына көшу векторы байқалмайды. Ақтөбе қаласының стратегиялық даму құжаттарында қоғамдық көліктің жұмысын жақсартуға, сондай-ақ экологиялық қауіпсіз көліктің үлесін арттыруға және велосипед көлігі үшін ғана инфрақұрылымды дамытуға назар аударылған. Бірақ веложүргіншілерге жасалған жолақтар қаланың әр аумағында түрліше сипатта.

Ақтөбе қаласының жылдан-жылға өсіп келе жатқандығын ескерсек, қаланың экологиялық жағдайын жақсарту, қала тұрғындарына қолайлы көліктік-инфрақұрылымдық жағдай жасауда халық пен қалалық қоғамдық көліктің өзара әрекеттесуін географиялық зерттеудің негізгі бағыттарын анықтау және талдау жүргізу маңызды.

Әдебиеттер

Абилов А.Ж., Кусаинова Г.К., Махрова А.Г. Социологические исследования при анализе формирования городских агломераций Казахстана (на примере Астаны). Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2017. – № 4. – С. 75-83.

Ақтөбе облысының жолаушылар көлігі және автомобиль жолдары басқармасы деректері

Ақтөбе агломерациясын аумақтық дамытудың өңіраралық схемасын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2018 жылғы 3 наурыздағы № 109 қаулысы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P180000109> (қарау күні 26.08.2023)

Ақтөбе қаласының 2016-2020 жылдарға арналған Аумақтық дамыту бағдарламасы. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (қарау күні 25.07.2023)

Ақтөбе қаласының 2021-2025 жылдарға арналған Аумақтық дамыту бағдарламасы. <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (қарау күні 27.08.2023)

Волкова И.Н., Крылов П.М., Евдокимов М.Ю. Проблемы и перспективы территориальной организации и территориального планирования региональной транспортной системы (на примере Свердловской области) // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2022. – Т. 32. – № 2. – С. 192-204.

Gössling S. Urban transport justice // *Journal of transport Geography*. – 2016. – Vol. 7. – Т. 54. – P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.002>

Zhao P., Hu H. Geographical patterns of traffic congestion in growing megacities: Big data analytics from Beijing // *Cities*. – 2019. – Т. 92. – P. 164-174. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.022>

Кенеспаева Л.Б., Рафиков Т.К., Карменова Н.Н., Мусагалиева А.Н. Проблемы и перспективы развития транспортной инфраструктуры города Алматы // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. – 2023. – № 1. – С. 44-53.

Kraft S., Blažek V., Marada M. Exploring the daily mobility rhythms in an urban environment: Using the data from intelligent transport systems // *Geografie*. – 2022. – Vol. 127. – № 2. – P. 127-144. <https://doi.org/10.37040/geografie.2022.004>

Қазақстан Республикасы көлік жүйесінің инфрақұрылымын дамытудың және ықпалдастырудың 2020 жылға дейінгі мемлекеттік бағдарламасы және «Мемлекеттік бағдарламалар тізбесін бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Президентінің 2010 жылғы 19 наурыздағы № 957 Жарлығы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1400000725> (қарау күні 27.09.2023)

Lovelace R. Open source tools for geographic analysis in transport planning // *Journal of Geographical Systems*. – 2021. – Vol. 23 – P. 547-578. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00342-2>

Малышева Е. В. Анализ комфортности транспортной системы города Самары // Градостроительство и архитектура. – 2020. – Т. 10. – №4. – С. 157-164.

Молжадаров А.С., Базарбекова М.М. Основные аспекты и проблемы автомобильного транспорта города Алматы // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2017. – №1. – С. 82-89.

Рамазан Б., Нохатов М. Көше-жол торабын босатуда көлік ағындарын өткізу сипаттамасы // ҚазККА хабаршысы. – 2023. – Т. 124. – №1. – С. 136-142.

Rasca S., Saeed N. Exploring the factors influencing the use of public transport by commuters living in networks of small cities and towns // *Travel Behaviour and Society*. – 2022. – Vol. 28. – P. 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.03.007>

Секушина И.А., Пахнина С.Ю. Тенденции и проблемы развития транспортных систем крупных городов Вологодской области // *Проблемы развития территории*. – 2023. – Т. 27. – № 1. – С. 27-46.

Сидоров В.П., Ситников П.Ю. Географический анализ дорожного движения и парковочного пространства в крупном городе (на примере г. Ижевска) // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*. – 2021. – Т. 31. – №4. – С. 474-483.

Сорокина Т. Е. Транспортный комплекс города Астаны // *Вопросы географии и геоэкологии*. – 2014. – №3. – С. 3-9.

Śleszyński P., Olszewski P., Dybicz T., Goch K., Niedzielski M. The ideal isochrone: Assessing the efficiency of transport systems // *Research in Transportation Business & Management*. – 2023. – Т. 46. – P. 100779. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100779>

Сао В., Шахраки А. А. Planning of Transportation Infrastructure Networks for Sustainable Development with Case Studies in Chahabar // *Sustainability*. – 2023. – Т. 15. – №6. – p. 5154. <https://doi.org/10.3390/su15065154>

Уткин А. А. Методика изучения территориальной организации общественного транспорта в крупном городе // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. – 2008. – №1. – С. 43-49.

Javanmard R., Lee J., Kim J., Liu L., Diab E. The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on social equity analysis of public transit reliability // *Journal of Transport Geography*. – 2023. – Т. 106. – P. 103500. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103500>

Yannis G., Chaziris A. Transport system and infrastructure // *Transportation research procedia*. – 2022. – Vol. 60. – P. 6-11. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.002>

References

Abilov A.Zh., Kusainova G.K., Makhrova A.G. (2017). Socziologicheskie issledovaniya pri analize formirovaniya gorodskikh aglomeracij Kazakhstana (na primere Astany). *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya*. № 4, P. 75-83.

Aqtobe obly'sy'ny'n zholaushy'lar koli'gi' zhəne avtomobil' zholdary' basqarmasy' derekteri'

Aqtobe aglomeraciyasyn aumaqtyq damytudyn onirarlyq skemasyn bekitu turaly Qazaqstan Respublikasy Okimetin 2018 zhylygy 3 nauryzdagy № 109 qaulysy. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P1800000109> (Date of review 26.08.2023)

Aqtobe qalasy'ny'n 2016-2020 zhy'ldarga arналган Aumaqty'q damy'tu bagdarlamasy' [Territorial Development Program of Aktobe for 2016-2020] <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (Date of review 25.07.2023)

Aqtobe qalasy'ny'n 2021-2025 zhy'ldarga arналган Aumaqty'q damy'tu bagdarlamasy' [Territorial Development Program of Aktobe for 2021-2025] <https://www.gov.kz/memleket/entities/aktobe-akt/documents/details/117957?lang=ru> (Date of review 27.08.2023)

Volkova I.N., Krylov P.M., Evdokimov M.Yu. (2022). Problemy i perspektivy territorial'noj organizacii i territorial'nogo planirovaniya regional'noj transportnoj sistemy (na primere Sverdlovskoj oblasti). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*. Т. 32, № 2, P. 192-204.

Gössling S. (2016). Urban transport justice. *Journal of Transport Geography*. Vol. 7, T. 54, P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.05.002>

Zhao P., Hu H. (2019). Geographical patterns of traffic congestion in growing megacities: Big data analytics from Beijing. *Cities*. Т. 92, P. 164-174. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.022>

Kenespaeva L.B., Rafikov T.K., Karmenova N.N., Musagalieva A.N. (2023). Problemy i perspektivy razvitiya transportnoj infrastruktury goroda Almaty // *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. № 1, P. 44-53.

Kraft S., Blažek V., Marada M. (2022). Exploring the daily mobility rhythms in an urban environment: Using the data from intelligent transport systems. *Geografie*. Vol. 127, № 2, P. 127-144. <https://doi.org/10.37040/geografie.2022.004>

Qazaqstan Respublikasy kolik zhyjesinin infraqyrylymyn damytudyn zhane yqpaldastyrudyn 2020 zhylyga dejingi memlekettik bagdarlamasy zhane “Memlekettik bagdarlamalar tizbesin bekitu turaly” Qazaqstan Respublikasy Prezidentinin 2010 zhylygy 19 nauryzdagy № 957 Zharlyғы. <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1400000725> (qarau kyni 27.09.2023)

Lovelace R. (2021). Open source tools for geographic analysis in transport planning. *Journal of Geographical Systems*. Vol. 23, P. 547-578. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00342-2>

Malysheva E. V. (2020). Analiz komfortnosti transportnoj sistemy goroda Samary. *Gradostroitel'stvo i arhitektura*. Т. 10, №4, P. 157-164.

Molgazhdarov A.S., Bazarbekova M.M. (2017). Osnovnye aspekty i problemy avtomobil'nogo transporta goroda Almaty. *Vestnik Kazahskoj akademii transporta i kommunikacij im. M. Tynyspaeva*. №1, P. 82-89.

Ramazan B., Nohatov M. (2023). Kəshe-zhol torabyn bosatuda kelik aryndaryn otkizu sipattamasy. *QazKKA habarshysy*. Т. 124, №1, P. 136-142.

Rasca S., Saeed N. (2022). Exploring the factors influencing the use of public transport by commuters living in networks of small cities and towns. *Travel Behaviour and Society*. Vol. 28, P. 249-263. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.03.007>

Sekushina I.A., Pahnina S.Yu. (2023). Tendencii i problemy razvitiya transportnyh sistem krupnyh gorodov Vologodskoj oblasti. *Problemy razvitiya territorii*. Т. 27, № 1, P. 27-46.

Sidorov V.P., Sitnikov P.Yu. (2021). Geograficheskij analiz dorozhnogo dvizheniya i parkovochnogo prostranstva v krupnom gorode (na primere g. Izhevsk). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Biologiya. Nauki o Zemle»*. Т. 31, № 4, P. 474-483.

Sorokina T. E. (2014). Transportnyj kompleks goroda Astany. Voprosy geografii i geoekologii. №3, P. 3-9.

Śleszyński P., Olszewski P., Dybicz T., Goch K., Niedzielski M. (2023). The ideal isochrone: Assessing the efficiency of transport systems. *Research in Transportation Business & Management*. T. 46, P. 100779. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100779>

Cao B., Shahraki A. A. (2023). Planning of Transportation Infrastructure Networks for Sustainable Development with Case Studies in Chabahar. *Sustainability*. T. 15, № 6, P. 5154. <https://doi.org/10.3390/su15065154>

Utkin A. A. (2008). Metodika izucheniya territorial'noj organizacii obshchestvennogo transporta v krupnom gorode. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. №1, P. 43-49.

Javanmard R., Lee J., Kim J., Liu L., Diab E. (2023). The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on social equity analysis of public transit reliability. *Journal of Transport Geography*. T. 106, P. 103500. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103500>

Yannis G., Chaziris A. (2022). Transport system and infrastructure. *Transportation research procedia*. Vol. 60, P. 6-11. <https://doi.org/10.1016/j.tpro.2021.12.002>