



ISSN 3106-9649 (Print)
ISSN 3106-9657 (Online)



GEOGRAPHY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Volume 2
Issue 1(2)

2026

ISSN 3106–9649 (Print)
ISSN 3106–9657 (Online)

GEOGRAPHY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

2026

Volume 2 • Issue 1(2)
2-том • 1(2)-шығарылым
Том 2 • Выпуск 1(2)

Founded in 2025
2025 жылдан бастап шығады
Издается с 2025 года

Published 4 times a year
Жылына 4 рет шығады
Выходит 4 раза в год

Karaganda / Қарағанды / Караганда
2026

Publisher: NLC “Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov”

Postal address: 28, Universitetskaya Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan

E-mail: didar_art@mail.ru. *Web-site:* <https://gsd.buketov.edu.kz/>

Editor-in-Chief

Candidate of Geographical Sciences, Assistant Professor **S.A. Talzhanov**

Executive Secretary

Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor **D.A. Kadyrbayeva**

Editorial Board Members

- Tashkyn Oztash,** PhD, Professor, Atatürk University, Erzurum (Turkey);
- Wendt Jan,** PhD, Professor, University of Gdańsk, Gdańsk (Poland);
- David Loránt Dénes,** PhD, Professor, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences (Hungary);
- Saparov K.T.,** Doctor of Geographical Sciences, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana (Kazakhstan);
- Koshim A.G.,** Doctor of Geographical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty (Kazakhstan);
- Golovanov D.L.,** Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University, Moscow (Russia);
- Aliaskarov D.T.,** PhD, Associate Professor, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty (Kazakhstan).

Executive Editor

PhD **G.B. Sarzhanova**

Proofreaders

S.S. Balkeyeva, I.N. Murtazina, M.M. Kirillova

Computer layout

K.A. Forostyanova, K.S. Sayatkyzy

Geography and Sustainable Development — 2026. — Vol. 2, Iss. 1(2). — 60 p. — ISSN 3106–9649 (Print). ISSN 3106–9657 (Online).

Proprietary: NLC “Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov”.

Registered by the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan. Rediscount certificate No. KZ72VPY00135988 dated 05.12.2025.

Signed in print 30.03.2026. Format 60×84 1/8. Photocopier paper. Volume 7,5 p.sh. Circulation 200 copies. Price upon request. Order № 27.

Printed in the Publishing house of NLC “Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov”.

28, University Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan. Tel. (7212) 35-63-16.

E-mail: printed@karnu-buketov.edu.kz.

Баспагер: «Академик Е.А. Бөкетов атындағы
Қарағанды ұлттық зерттеу университеті» КеАҚ

Мекенжайы: 100024, Қазақстан, Қарағанды қ., Университет к-сі, 28

E-mail: didar_art@mail.ru. *Web-site:* <https://gsd.buketov.edu.kz/>

Бас ғылыми редактор

геогр. ғыл. д-ры, проф. ассист. **С.А. Талжанов**

Жауапты хатшы

пед. ғыл. канд., проф. ассист. **Д.А. Кадирбаева**

Редакциялық алқа мүшелері

Ташкын Өзташ,	PhD, профессор, Ататүрік университеті, Эрзурум (Түркия);
Вендт Ян,	PhD, профессор, Гданьск университеті, Гданьск (Польша);
Давид Лорант Денез,	PhD, профессор, Венгрия ауыл шаруашылық және өмір туралы ғылым университеті (Венгрия);
Сапаров Қ.Т.,	геогр. ғыл. д-ры, профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті, Астана (Қазақстан);
Көшім Ә.Ғ.,	геогр. ғыл. д-ры, профессор, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы (Қазақстан);
Голованов Д.Л.,	геогр. ғыл. канд., доцент, М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу (Ресей);
Алиасқаров Д.Т.,	PhD, доцент, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы (Қазақстан).

Атқарушы редактор

PhD д-ры **Г.Б. Саржанова**

Корректорлары

С.С. Балкеева, И.Н. Муртазина, М.М. Кириллова

Компьютерде беттеген

К.А. Форостьянова, К.С. Саятқызы

Geography and Sustainable Development — 2026. — 2-т., 1(2)-шығ. — 60 б. — ISSN 3106–9649 (Print). ISSN 3106–9657 (Online).

Меншік иесі: «Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті» КеАҚ. Қазақстан Республикасы Мәдениет және ақпарат министрлігінде тіркелген. 05.12.2025 ж. № KZ72VPY00135988 қайта есепке қою туралы куәлігі.

Басуға 30.03.2026 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы ксерокстік. Көлемі 7,5 б.т. Таралымы 200 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 27.

«Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті» КеАҚ баспасының баспаханасында басылып шықты.

100024, Қазақстан, Қарағанды қ., Университет к-сі, 28. Тел. (7212) 35-63-16.

E-mail: printed@karnu-buketov.edu.kz.

© «Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті» КеАҚ, 2026

Издатель: **НАО «Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова»**

Адрес: 100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28

E-mail: didar_art@mail.ru. *Web-site:* <https://gsd.buketov.edu.kz/>

Главный научный редактор

канд. геогр. наук, ассист. проф. **С.А. Талжанов**

Ответственный секретарь

канд. пед. наук, ассист. проф. **Д.А. Кадирбаева**

Члены редакционной коллегии

Ташкын Озташ,	PhD, профессор, Университет Ататюрка, Эрзурум (Турция);
Вендт Ян,	PhD, профессор, Гданьский университет, Гданьск (Польша);
Давид Лорант Денез,	PhD, профессор, Венгерский университет сельского хозяйства и наук о жизни (Венгрия);
Сапаров К.Т.,	д.г.н., профессор, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана (Казахстан);
Кошим А.Г.,	д.г.н., профессор, КазНУ имени Аль-Фараби, Алматы (Казахстан);
Голованов Д.Л.,	к.г.н., доцент, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва (Россия);
Алиаскаров Д.Т.,	PhD, доцент, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы (Казахстан).

Исполнительный редактор

д-р PhD Г.Б. Саржанова

Корректоры

С.С. Балкеева, И.Н. Муртазина, М.М. Кириллова

Компьютерная верстка

К.А. Форостьянова, К.С. Саяткызы

Geography and Sustainable Development — 2026. — Т. 2, вып. 1(2). — 60 с. — ISSN 3106–9649 (Print). ISSN 3106–9657 (Online).

Собственник: НАО «Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова»

Зарегистрировано Министерством культуры и информации Республики Казахстан.

Свидетельство о постановке на переучет № KZ72VPY00135988 от 05.12.2025 г.

Подписано в печать 30.03.2026 г. Формат 60×84 1/8. Бумага ксероксная. Объем 7,5 п.л. Тираж 200 экз. Цена договорная. Заказ № 27.

Отпечатано в типографии издательства НАО «Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова».

100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28. Тел. (7212) 35-63-16.

E-mail: printed@karnu-buketov.edu.kz.

© НАО «Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова», 2026

CONTENTS – MAZMUNY - СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКАЛЫҚ ГЕОГРАФИЯ МЕН ГЕОМОРФОЛОГИЯДАҒЫ ІРГЕЛІ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ӨЗЕКТІ БАҒЫТТАРЫ

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И ГЕОМОРФОЛОГИИ

CURRENT DIRECTIONS OF FUNDAMENTAL RESEARCH IN PHYSICAL GEOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY

Avezov M.M., Elmurotova A.M., Amanzholov A.I. Comprehensive Analysis of Soil Salinization Dynamics in Semi-Arid Regions of Uzbekistan Using GIS and Remote Sensing Indices 6

ГЕОГРАФИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ ПӘНДЕРІН ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОГРАФИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

GEOGRAPHY EDUCATION, GEOECOLOGY, AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Ербол Д. Функционалды сауаттылықты қалыптастыруда география сабақтарын құрылымдау технологиясы 24

Andreeva V.L., Talzhanov S.A., Yerkin M.P. Application of the “flipped learning” technology in educational practice (on the example of educational institutions in Kazakhstan and Belarus) 33

ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАҢУ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ ДАМУ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES

Андреева В.Л., Червань А.Н., Ефимова И.А. Геопространственная оценка рекреационного потенциала Браславского административного района Республики Беларусь на основе применения ГИС-технологий..... 40

Айдаров О.Т., Тоқтаганова Г.Б., Назарова Г.А., Абиева Г.Б. Сырдария өзені атырауы ландшафтарының қазіргі жағдайы және экологиясы 49

ФИЗИКАЛЫҚ ГЕОГРАФИЯ МЕН ГЕОМОРФОЛОГИЯДАҒЫ ІРГЕЛІ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ӨЗЕКТІ БАҒЫТТАРЫ

АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И ГЕОМОРФОЛОГИИ

CURRENT DIRECTIONS OF FUNDAMENTAL RESEARCH IN PHYSICAL GEOGRAPHY AND GEOMORPHOLOGY

<https://doi.org/10.31489/3106-9649/2026-1-2.GSD/6-23>

UDC 544.42+519.242.7

Received: 11.08.2025 | Accepted: 10.10.2025

М.М. Avezov^{1*}, А.М. Elmurotova², А.И. Amanzholov³

^{1,2}National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan;

³Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov

(*Author for correspondence m.avezov@nuu.uz)

¹ORCID ID: 0009-0002-7918-3921

²ORCID ID: 0009-0003-4756-8795

³ORCID ID: 0000-0001-6176-4483

Comprehensive Analysis of Soil Salinization Dynamics in Semi-Arid Regions of Uzbekistan Using GIS and Remote Sensing Indices

This study presents a comprehensive analysis of soil salinization processes in the Kattakurgan district (Uzbekistan) using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing (RS) indices. The research integrates natural components, including geomorphology, hydrogeology, annual precipitation, slope gradient, aspect, and soil types, with key remote sensing indicators such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Moisture Index (NDMI), Tasseled Cap Wetness (TCW), Bare Soil Index (BSI), Salinity Index (SI), and Normalized Difference Salinity Index (NDSI). Landsat 8/9 satellite imagery was employed to perform spatial analysis within a GIS environment. The results revealed high salinization in the central and western parts of the district, while irrigated areas exhibited moderate soil moisture and vegetation cover. TCW and NDMI indices effectively reflected soil moisture and vegetation density, whereas SI and NDSI accurately delineated the spatial distribution of salinization processes. These findings are closely linked to hydrogeological conditions, topography, and vegetation, enabling the identification of high-risk salinization zones in semi-arid regions. Furthermore, GIS and RS-based analyses provide essential information for assessing ecological stability, planning irrigation and reclamation measures, and optimizing water resource management. The integrated approach allows precise identification of primary salinization zones, evaluation of vegetation and water-related ecological processes, and supports informed agro-technical and land reclamation decisions. This study demonstrates that the combination of GIS and RS indices is a reliable and effective tool for monitoring soil salinization and guiding sustainable land management in semi-arid areas.

Keywords: Soil salinization, GIS, remote sensing, NDVI, NDMI, TCW, BSI, SI, NDSI, semi-arid region, Kattakurgan district.

Introduction

As the global population continues to expand, food scarcity is increasingly emerging as a pressing global challenge. This issue is driven by multiple interrelated factors, including the limited capacity for agricultural production, growing pressure on freshwater resources, constraints on cultivable land availability, and ongoing climate change manifested through rising temperatures and increasing aridity. Among these

drivers, soil salinization has intensified worldwide and has become one of the most critical constraints to sustainable agricultural development and environmental resilience. Soil salinization not only deteriorates soil structure and fertility but also substantially impairs crop growth and productivity, thereby posing significant risks to food security and regional economic stability [1–3].

According to the definitions proposed in studies by Portuguese soil scientists, soil salinization refers to the accumulation of soluble salts within the soil profile. This process is commonly associated with high evaporative demand and may be further exacerbated by seawater intrusion and other geogenic or anthropogenic factors. As emphasized by Ayers and Westcot, elevated salt concentrations increase osmotic stress in the soil matrix, which in turn reduces soil water availability and restricts water uptake by plant roots. Once salinity levels exceed crop-specific tolerance thresholds, soil salinization adversely affects plant growth, transpiration, and yield formation, ultimately resulting in crop failure [4–5].

A substantial body of literature identifies soil salinization as a major driver of land degradation and agricultural yield decline [6–7]. In arid and semi-arid regions, agricultural production is predominantly dependent on irrigated farming systems. Under these conditions, high evapotranspiration rates, low precipitation, and soil physical properties that limit infiltration facilitate the upward movement and accumulation of salts in the topsoil. This process alters soil physicochemical characteristics and constrains key soil functions, making salinization particularly severe in dryland environments.

From a process-oriented perspective, soil salinization is commonly classified into two principal types: primary (natural) salinization and secondary (anthropogenic) salinization. Secondary salinization is mainly induced by prolonged drought, the application of saline or low-quality irrigation water, and excessive use of chemical fertilizers. These impacts are significantly intensified in areas characterized by insufficient or poorly managed drainage infrastructure [8–9].

Primary salinization, in contrast, is driven by natural factors such as parent material composition, physicochemical weathering of minerals, and marine water intrusion processes. Irrigated agricultural lands are among the most vulnerable socio-ecological systems, with soil salinization contributing to the global loss of approximately 14 km² of fertile land on a daily basis [10–11].

To mitigate and manage soil salinization effectively, numerous studies emphasize the importance of producing reliable salinity maps. Continuous monitoring of salinity dynamics, combined with an integrated assessment of geological structure, hydrogeological conditions, topography, slope gradient, slope aspect, and climatic variables, enables a more comprehensive understanding of the mechanisms underlying salinization processes and supports the development of targeted and context-specific management strategies [1, 3, 5, 11].

Conventional approaches to salinity assessment are labor-intensive, time-consuming, and spatially constrained, as they rely primarily on point-based field measurements conducted over short temporal intervals [1, 3, 10–16]. Consequently, the integration of advanced technologies is essential to enhance the efficiency and reliability of decision-making processes in soil salinity management.

A growing body of evidence demonstrates that Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) techniques, particularly those based on satellite imagery, offer high potential for detecting, monitoring, and mapping soil salinization [12, 14]. Remotely sensed data facilitate the analysis of spatial and temporal variability, provide regional—to continental-scale coverage, and enable cost-effective long-term monitoring.

In recent years, remote sensing has become a cornerstone of soil salinity assessment due to its ability to provide high-resolution, multi-temporal observations across extensive geographic areas [10–12, 14, 16–17].

Materials and methods

To investigate soil salinization using remote sensing techniques, Kattakurgan District of Samarkand Region was selected as the study area. Geographically, the district is located in a foothill and intermontane zone, characterized by complex natural conditions.

From a geological perspective, the northern part of the study area is composed predominantly of Ordovician, Devonian, and Carboniferous metamorphic and magmatic rocks of the Paleozoic era. In contrast, the central part of the territory coincides with the axis of the Zarafshan syncline, where Quaternary deposits are widely distributed along the river valley. The hydrogeological conditions of the region closely correspond to its geological structure. In areas dominated by Paleozoic formations, groundwater mineralization reaches up to 1 g/L, while the degree of groundwater mineralization increases progressively toward the river channel (Fig. 1).

The observed spatial variability of groundwater mineralization in the study area is strongly controlled by geological and geomorphological conditions, which play a critical role in soil salinization processes. In both confined and unconfined aquifers, groundwater mineralization generally remains around 1 g/L, reflecting the influence of Paleozoic lithological units and relatively effective natural drainage conditions. However, a distinct increase in mineralization levels (1–3 g/L) is evident in the vicinity of the Kattakurgan Reservoir, where hydrogeological conditions favor groundwater accumulation.

This pattern can be primarily attributed to the structural influence of the Kattakurgan syncline, which acts as a natural groundwater convergence zone. The prolonged residence time of groundwater within this synclinal structure enhances water–rock interactions, leading to increased dissolution of soluble salts and subsequent enrichment of groundwater mineral content. When combined with high evapotranspiration rates characteristic of the region, this process significantly increases the upward movement of saline groundwater through capillary rise, thereby promoting secondary soil salinization in overlying soils.

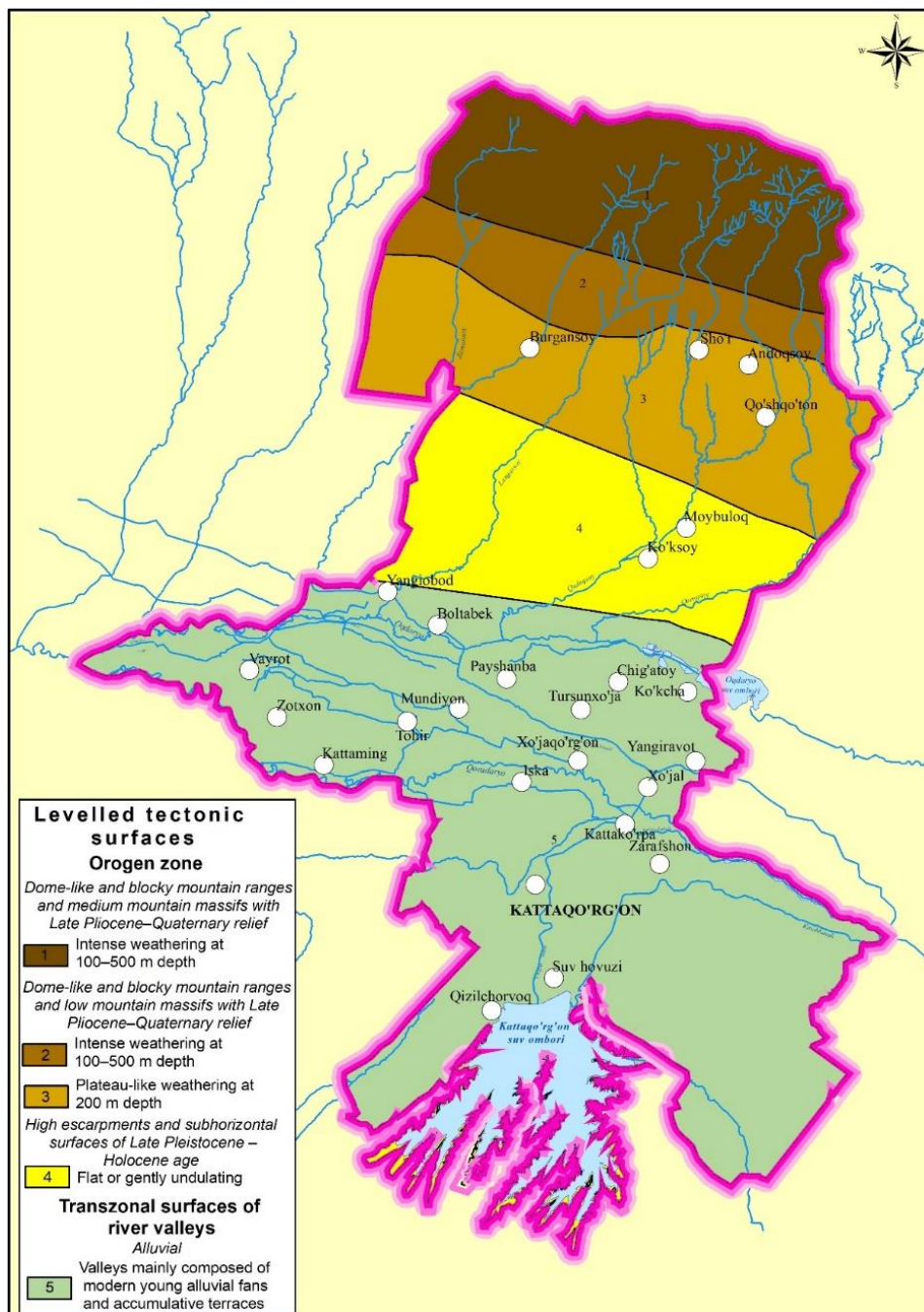


Figure 2. Geomorphological setting of the study area (authors' compilation)

The geomorphological heterogeneity of Kattakurgan District further intensifies salinization dynamics. The presence of three distinct geomorphological units—namely, the orogenic (mountain) zone, foothill proluvial–deluvial plains, and alluvial river valleys—creates pronounced spatial differences in surface and subsurface hydrological behavior (Fig. 2). In particular, the foothill plains and alluvial valleys, characterized by gentle slopes and fine-textured sediments, function as accumulation zones for salts transported from higher elevations. These areas are therefore more vulnerable to salinization, especially under intensive irrigation practices and insufficient drainage management.

Overall, the interaction between geological structure, groundwater mineralization, and geomorphological setting emerges as a key driver of soil salinization in the study area. These findings underscore the importance of integrating hydrogeological and geomorphological analyses into salinity risk assessments and remote sensing–based monitoring frameworks to support sustainable land and water management strategies in arid and semi-arid environments.

The northern part of the region is distinguished by dome-shaped and blocky mountain ranges belonging to the Late Pliocene–Quaternary age. In this area, relief forms developed on deeply fractured, thick metamorphic and igneous rocks at depths of 100–500 m predominate.

Moving southward, the relief gradually transitions into lower mountains and foothills. The piedmont zone, with elevations up to 200 m, consists of dissected plateaus and proluvial–deluvial cones. This zone is covered by deposits of heterogeneous mechanical composition that are highly susceptible to erosion, have low permeability, and are particularly vulnerable to salinization processes. Salinization is intensified here because groundwater rising from river valleys brings dissolved salts to the surface, where they accumulate due to strong evaporation.

The southern part is occupied by the Zarafshon River valleys and the alluvial plains surrounding the Kattakurgan Reservoir. These areas are composed mainly of young alluvial deposits, accumulative terraces, and sandy–loamy sediments. This zone is characterized by high soil moisture and a relatively shallow groundwater table. As a result, strong capillary rise of water occurs, creating favorable conditions for the intense development of soil salinization processes.

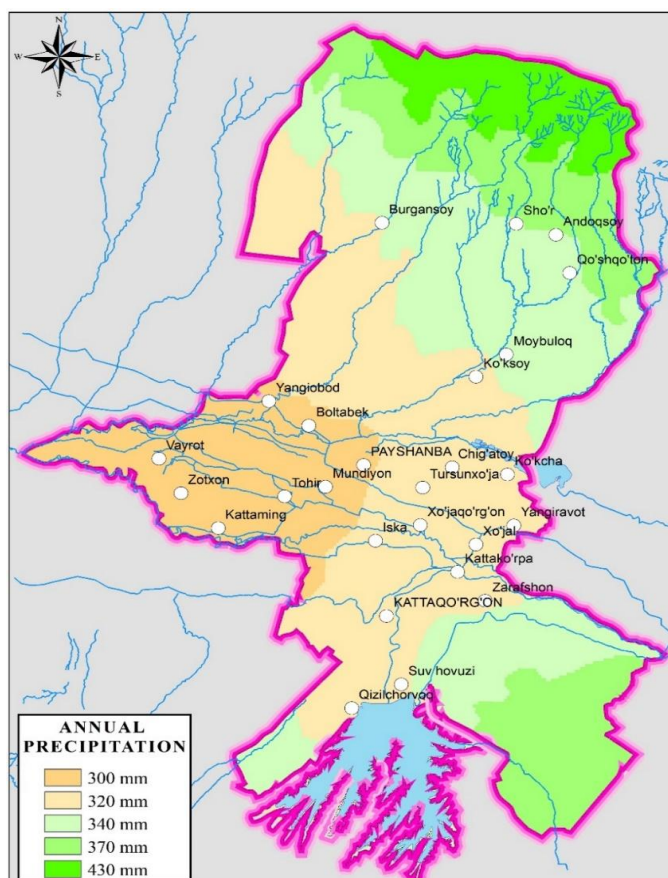


Figure 3. Annual precipitation map of Kattakurgan district (compiled by the authors based on WorldClim data)

The geomorphological stratification of the study area plays a decisive role in shaping the dynamics of soil moisture, groundwater levels, evapotranspiration intensity, and salinization processes. In particular, the flat topography of alluvial plains, combined with shallow groundwater, facilitates rapid evaporation, which promotes salt accumulation in the soil profile. Conversely, piedmont regions, characterized by lower permeability and more heterogeneous relief, are more susceptible to secondary salinization, highlighting the interplay between terrain morphology and hydrogeochemical processes.

Despite relatively low groundwater mineralization, the region experiences extreme continental climate conditions, characterized by high temperatures and limited precipitation. These factors collectively accelerate evapotranspiration, thereby intensifying surface soil desiccation and promoting salinization. According to the National Atlas of Uzbekistan, the area receives approximately 2,800–3,000 hours of sunshine annually, corresponding to 7,900–8,300 MJ of total solar radiation per square meter, of which 6,000–6,900 MJ is direct radiation. Seasonal variations in atmospheric pressure (1,024–1,003 mb) and moderate wind speeds (1–2 m/s in winter, ~1 m/s in summer) further influence the water balance by modulating both evaporation and convective transport of moisture [20–21].

Climatic data reported by F. Abdikulov indicate a mean annual air temperature of 14.8°C, with extremes reaching 27.4°C in July and dropping to 2.9°C in January. Relative humidity exhibits pronounced seasonal variation, ranging from 43% in summer to 77% in winter [18]. Precipitation patterns are equally heterogeneous: WorldClim datasets estimate average annual rainfall at ~300 mm in the Zarafshan valleys and up to 430 mm in the Aktou Range (Fig. 3), emphasizing the role of topography in modulating local hydrological inputs.

For the assessment of soil salinization using remote sensing and GIS approaches, reference evapotranspiration (ET_o) emerges as a critical parameter, providing a quantitative basis for evaluating the regional water balance and the progression of salinization processes. In this study, ET_o was computed using the FAO-56 Penman–Monteith model, ensuring methodological consistency with internationally recognized standards (1) [22]:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

Notations:

- ET_o – reference evapotranspiration;
- Δ – slope of the saturation vapor pressure curve;
- R_n – daily net radiation;
- γ – psychrometric constant;
- T – mean daily air temperature at 2 m height;
- U_2 – wind speed at 2 m height;
- e_s – saturation vapor pressure;
- e_a – actual vapor pressure.

The integration of geomorphological, climatic, and hydrological data thus allows for a nuanced interpretation of salinization dynamics, illustrating how landscape morphology, climate variability, and groundwater characteristics collectively influence soil-water interactions and agroecological vulnerability.

The above (1) formula incorporates key climatic parameters such as solar radiation, air temperature, wind speed, and atmospheric humidity, while also enabling the analysis of evapotranspiration processes influenced by groundwater, hydrogeological conditions, and topography (e.g., slope aspect). Using this approach, the annual reference evapotranspiration (ET_o) for the study area was estimated at approximately 1,700–1,760 mm. This exceptionally high potential evapotranspiration serves as a critical indicator for evaluating regional water resource dynamics and soil salinization processes.

Climatic characteristics indicate that evapotranspiration sharply increases during summer months, whereas the near absence of rainfall during this season reduces surface soil moisture to minimal levels. Under such conditions, particularly in river valleys and irrigated areas with relatively shallow groundwater, intensive evapotranspiration and evaporation occur even within the soil aeration zone. The resulting upward movement of soil solutions, followed by water loss through evaporation, leads to salt accumulation in the surface soil layer. Consequently, high ET_o values, low precipitation, and shallow groundwater collectively exacerbate salinization in these areas.

Topography, particularly slope aspect, plays a significant role in soil salinization. In Uzbekistan, western, northwestern, and northern slopes receive relatively less solar radiation, retain moisture for longer periods, and tend to have denser vegetation cover. Conversely, southern slopes, characterized by sparse vegetation, experience rapid runoff and rill formation. Direct solar radiation incidence at steep angles and prolonged exposure on southern slopes enhances evaporation from both the soil and shallow groundwater, causing salts to accumulate. Additionally, rainfall on southern slopes often either evaporates before infiltrating or generates surface runoff, preventing effective leaching of salts. In contrast, on northern slopes, vegetation slows runoff and promotes infiltration, facilitating the downward leaching of salts from the surface layer. These processes were also observed to be characteristic of the study district.

In the central part of the district, the terrain is very gentle, with an average slope of only 1.5°, whereas in the Aktau Range, slopes can be as steep as 54° (Figs. 4-5). Soil types in Kattakurgan district vary significantly due to geological structure, geomorphology, hydrology, and climate, which in turn influence the spatial variability of salinization. The area is dominated by brown and gray soils (Fig. 6).

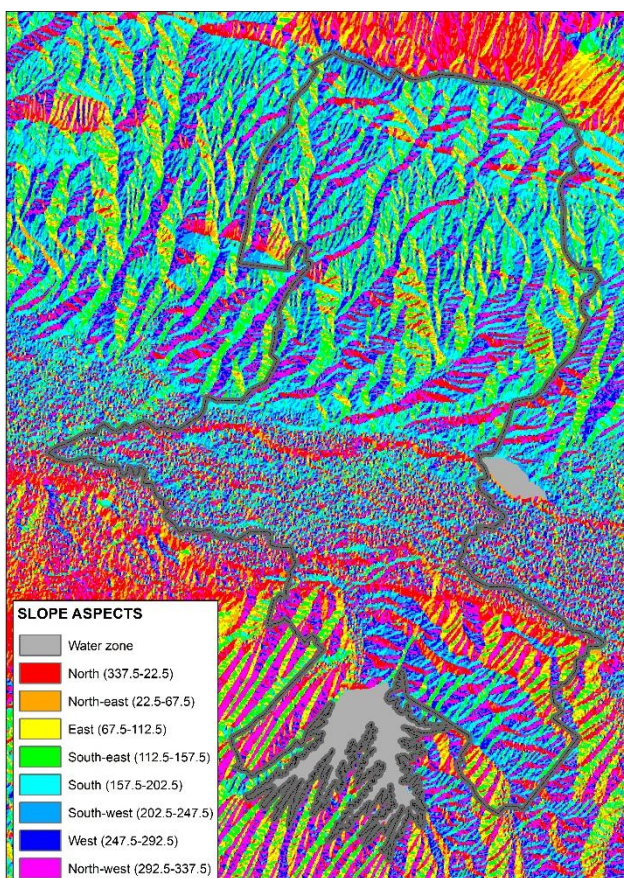


Figure 4. Slope aspect map of Kattakurgan district

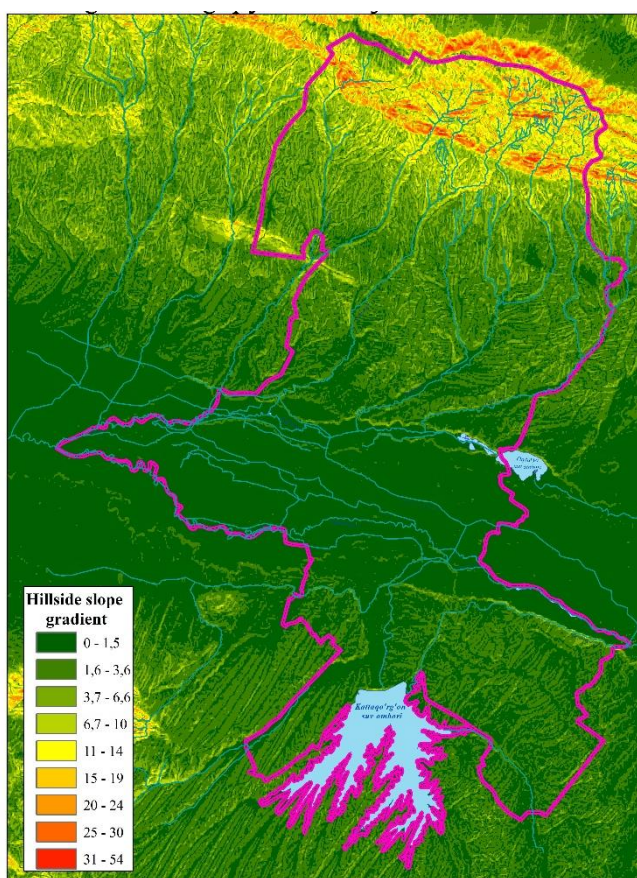


Figure 5. Slope gradient map of the slopes in Kattakurgan district

Brown soils (marked as 1 on the map in Fig. 6) are located in piedmont areas, with strong slope erosion, high skeletal content, and weak carbonate presence. These soils are well-drained, have low water retention, and are highly resistant to salinization. Thus, these zones are low-risk areas for salinization because the steep terrain and rapid water flow prevent salt accumulation.

Gray soils (marked as 2 on the map in Fig. 6) are moderately to strongly eroded and contain coarse skeletal material. These soils exhibit favorable physical properties, strong drainage, and low water retention, making them similarly resistant to salinization. Salts do not rise to the surface, and water infiltrates into deeper layers, limiting surface salinity.

In most parts of the district, typical gray soils dominate, which are classified into 16 types based on erosion, skeletal content, carbonate presence, sandiness, and reclamation status [19]. This is the largest soil area in the region and also the site where salinization processes are most active. These soils are generally sandy to moderately sandy, which facilitates rapid water percolation. In many locations, a gravel layer exists

at a depth of 0.5–1 m, causing irregular groundwater levels. Some of these soils have a history of irrigation, while others are newly developed. Additionally, weak to moderate salinization is observed in many areas.

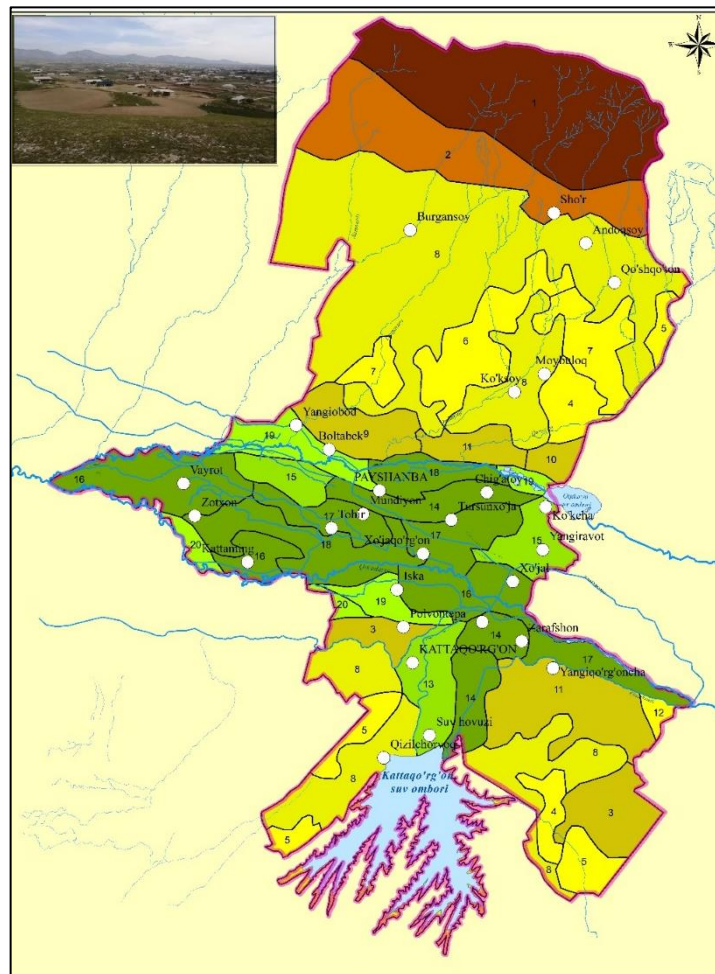


Figure 6. Soil map of Kattakurgan district (authors' compilation)

Newly irrigated typical gray soils (marked as 3, 9, 10, and 11 on the map in Fig. 6) are recently developed reclamation areas. Due to the presence of gravel layers, water drains rapidly, but infiltration is uneven and water loss is substantial. Consequently, capillary rise of salts accelerates under new irrigation, increasing the risk of salinization.

Non-irrigated (rainfed) typical gray soils (marked as 4, 5, 6, 7, and 8 on the map in Fig. 6) are characterized by low rainfall, high evapotranspiration, and limited water availability, which deepen the aeration zone. As a result, soil salinization does not develop extensively, though salt accumulation may occur during drought years.

Salinized gray-steppe and steppe soils (marked as 12–19 on the map in Fig. 6) represent the primary salinization hotspots in the district. These soils are formed along elevated groundwater zones, river terraces, and adjacent areas. Their composition, often of steppe and alluvial origin, results in a denser soil structure. In irrigated areas, strong capillary rise occurs, and the 0.5–1 m gravel layer limits downward moisture infiltration, further promoting salinization.

The light-colored gray soil area (marked as 20 on the map in Fig. 6) represents the most problematic soil type in the district, exhibiting moderate to severe salinization. These soils have recently been subjected to irrigated agriculture and are of alluvial origin, containing interlayers of gravel. Salinization is particularly intense here because groundwater is relatively shallow, drainage is poor, and evaporation rates are high.

In recent years, soil salinization, which is increasing in extent and occurring on a global scale, has become a critical issue and an important field for research. Many researchers have analyzed soil salinization using various methodologies based on remote sensing techniques. In particular, Landsat Collection 2 Level-2 8/9 OLI/TIRS imagery is widely employed for such studies. As is well known, these images contain 11

spectral bands used for measuring different parameters. Among them, the bands most indicative of soil salinity are blue (B), red (R), near-infrared (NIR), and shortwave infrared (SWIR1), as these wavelengths effectively reveal the saline surface of soils. However, other indices and parameters are also important for accurately assessing salinization.

One of the earliest approaches in this field was developed by Rikimaru and Miyatake (1997), who proposed the Bare Soil Index (BSI) to identify exposed soils. This method has since been widely applied by numerous researchers [13]. For creating such maps, spectral bands 2, 4, 5, and 6 are typically used (2):

$$BSI = \frac{(SWIR1 + Red) - (NIR + Blue)}{(SWIR1 + Red) + (NIR + Blue)} \quad (2)$$

The resulting Bare Soil Index (BSI) values range from -1 to +1. Values closer to -1 indicate that the soil surface is either highly moist or densely covered with vegetation. Conversely, values approaching +1 signify exposed soil surfaces with little to no vegetation and minimal surface moisture, directly reflecting soil-driven evapotranspiration. Consequently, areas with high BSI values can be interpreted as zones susceptible to salinization. The BSI map for Kattakurgan district was also generated (Fig. 7). To ensure accurate and reliable data, it is advisable to select periods with clear skies and minimal precipitation; therefore, July was chosen for this analysis.

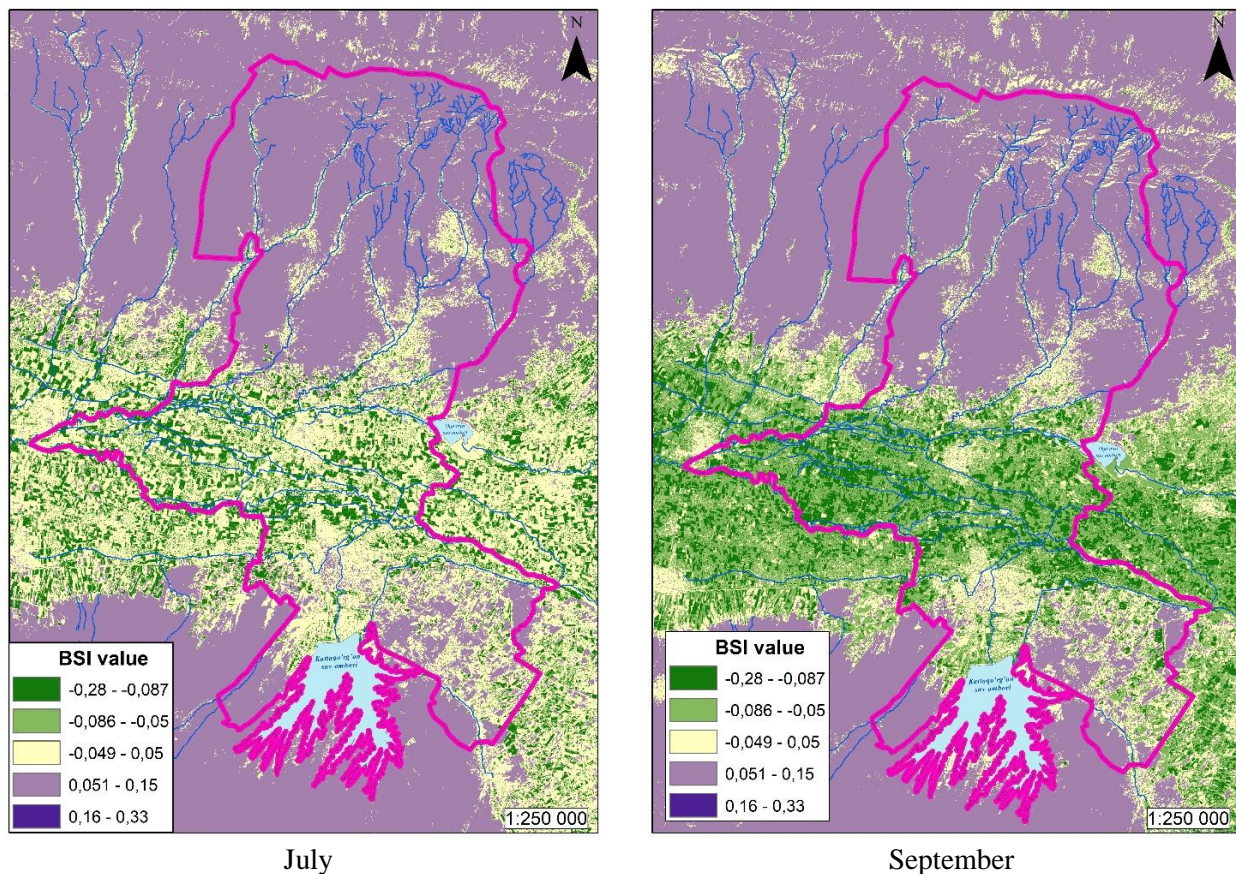


Figure 7. Bare Soil Index (BSI) map of Kattakurgan district

According to this index, in July, the majority of the district exhibits exposed soil surfaces. Only in cultivated areas, particularly cotton fields, does the soil retain moisture and support vegetation growth. Consequently, relatively vegetated areas are primarily observed along rivers and streams, where water resources are available. By September, due to the decrease in temperature compared to July, the extent of exposed soil surfaces is reduced. Additionally, while cotton fields were not fully green in July, they reach full maturity by September.

In summary, the BSI allows the identification of potential salinization zones in the northern and southern parts of the district. However, it should be noted that this index provides information only about the soil surface layer.

For assessing soil salinity, the Salinity Index (SI) is also widely used. There are more than ten variants of this index [3; 13; 15-16]. The most commonly applied version is calculated as the ratio of the red to near-infrared spectral bands multiplied by 100 [15]. The most frequently used formulas for this index are presented below (3, 4):

$$SI = \frac{Blue - Red}{Blue + Red} \quad (3) \quad \text{or} \quad SI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (4)$$

This method also represents a surface-based indicator, meaning that it reflects salinity only in the topsoil and does not detect salinization occurring in deeper soil layers. When the salinity index map was generated for Kattakurgan district, it was found that the soils across the area generally exhibited low to moderate salinity (Fig. 8). Moreover, higher salinity index values were observed in the typical gray soils under irrigated agriculture. Similar to the BSI, the SI values range from -1 to +1, where values closer to +1 indicate stronger salinization, while values near -1 correspond to moist soil or areas covered with vegetation.

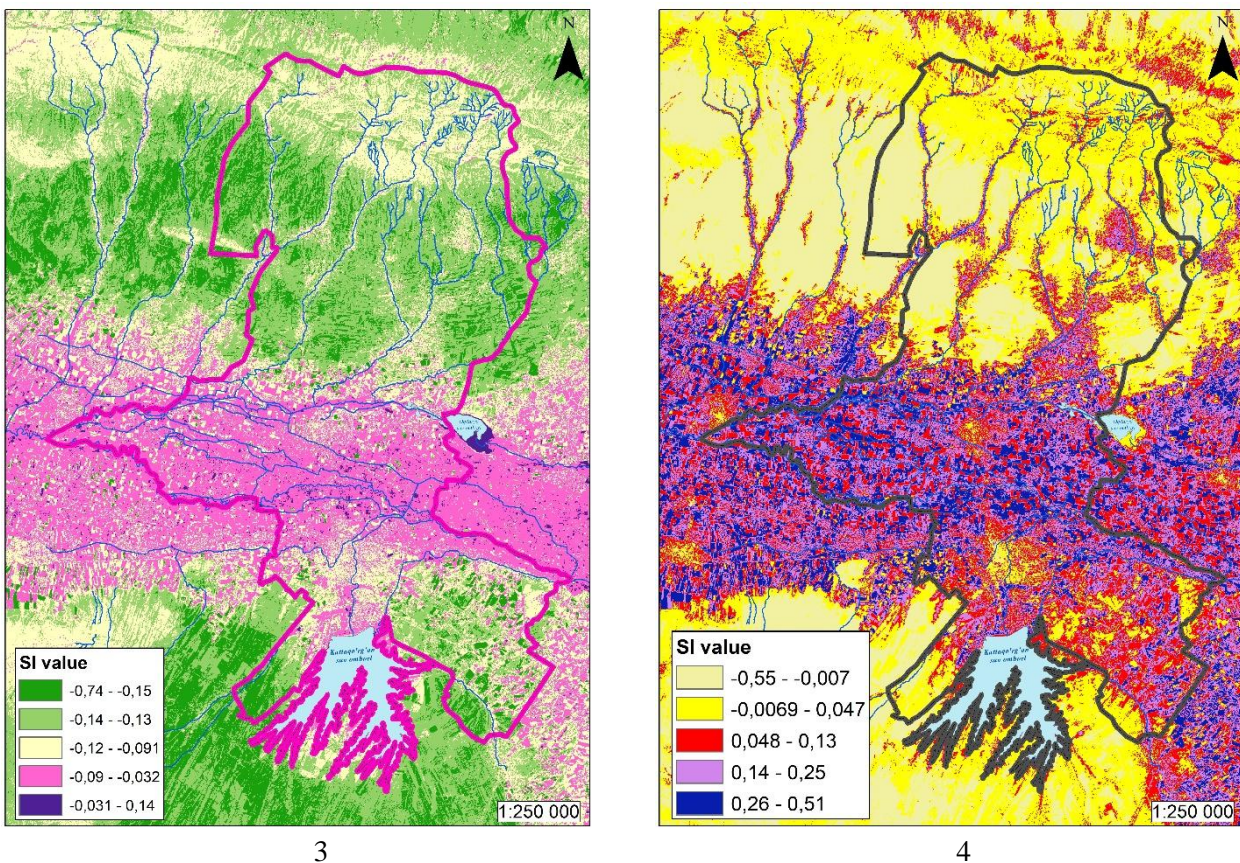


Figure 8. Soil Salinity Index (SI) map of Kattakurgan district (compiled by the authors based on remote sensing data)

Another index used for assessing soil salinization is the Normalized Difference Salinity Index (NDSI) (5) [3; 16-17], also referred to as the Normalized Difference Soil Index (NDSI) (6). Although these methods, like the SI, are among the most widely applied formulas, different researchers employ them in varying ways for salinity assessment [23-24].

$$NDSI = \frac{Red - NIR}{Red + NIR} \quad (5) \quad NDSI = \frac{SWIR - Green}{SWIR + Green} \quad (6)$$

Both NDSI formulas were applied to assess soil salinization in the district, and they were represented in two distinct visual formats. In the map analyzed using Bands 4 and 5, non-cultivated areas (light yellow / beige) are clearly distinguished. Irrigated fields (green) are prominently visible, as the NIR band is sensitive to soil moisture and vegetation.

In contrast, the map derived from Bands 6 and 3 highlights dry soils and salinized areas in positive colors (light yellow–white), while vegetated areas and water bodies appear in negative or near-zero values (blue–purple). This is because SWIR1 is sensitive to moisture and salinity, while the Green band responds to soil and vegetation, making this method effective for distinguishing mineral properties of the soil.

Analysis of these maps clearly identified areas used for agriculture along water-rich zones, such as the Karadarya and Akdarya regions. However, in the northern part of the district, within the Aktau Range where the Aktau series prevails and agriculture is not practiced, the map still shows positive values. Comparing this with slope gradient and aspect maps (Figures 4-5) reveals that positive values in these areas correspond to slopes ranging from 15° to 50°, with aspects predominantly north and northwest in some locations.

The analysis of the Normalized Difference Salinity Index (NDSI) also reflected the influence of soil types and underlying gravel layers. Areas with salinized or salinity-prone soils are identifiable on the NDSI map. However, due to the ongoing vegetation period in much of the district during the analysis period, the results were not fully pronounced.

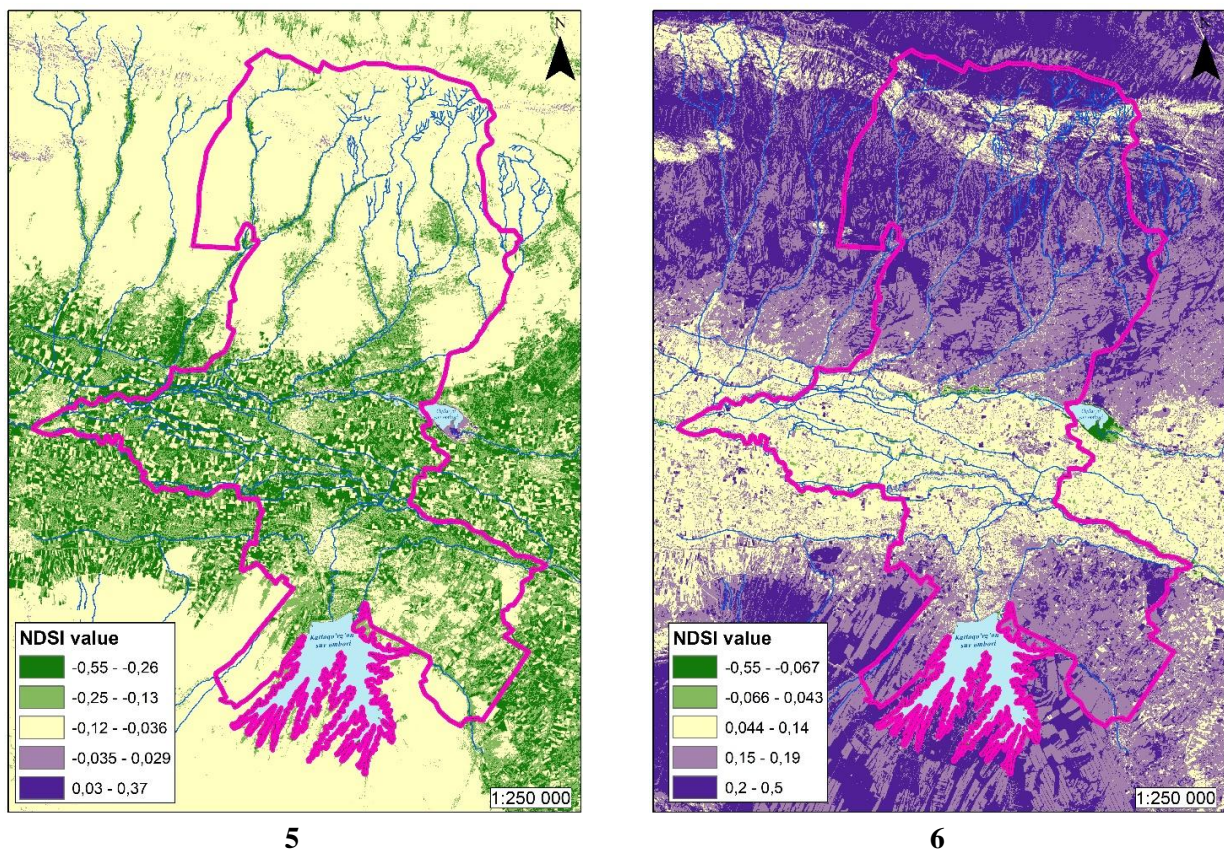


Figure 9. Normalized Difference Salinity Index (NDSI) (5) and Normalized Difference Soil Index (NDSI) (6) maps of Kattakurgan district

To account for the influence of vegetation during this period, many researchers emphasize the importance of using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Moisture Index (NDMI) maps when studying soil salinization via remote sensing [13; 14–16]. For generating these maps, Landsat imagery is employed, with the red band (Band 4) and near-infrared band (Band 5) used for NDVI, and the near-infrared and shortwave infrared bands (Band 6) used for NDMI. The calculation formulas for these indices are widely accepted and consistently applied across studies:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (7)$$

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (8)$$

The generation of NDVI and NDMI maps for the Kattakurgan district confirmed the aforementioned scientific observations. In July, a large portion of the area is covered with cultivated vegetation, irrigated through agricultural practices. Additionally, groundwater during this period is relatively shallow, which further increases soil moisture. As a result, despite the presence of soil salinity, salts are not readily visible on the surface due to the reflectance of vegetation or because the minerals dissolve in water and become part of the soil solution.

Comparing the Normalized Difference Salinity Index (NDSI) map with the NDVI and NDMI maps revealed a clear correspondence. Areas indicated as non-salinized on the NDSI map coincide with regions of dense vegetation cover and higher soil moisture levels, confirming the reliability and complementarity of these indices in assessing soil salinity.

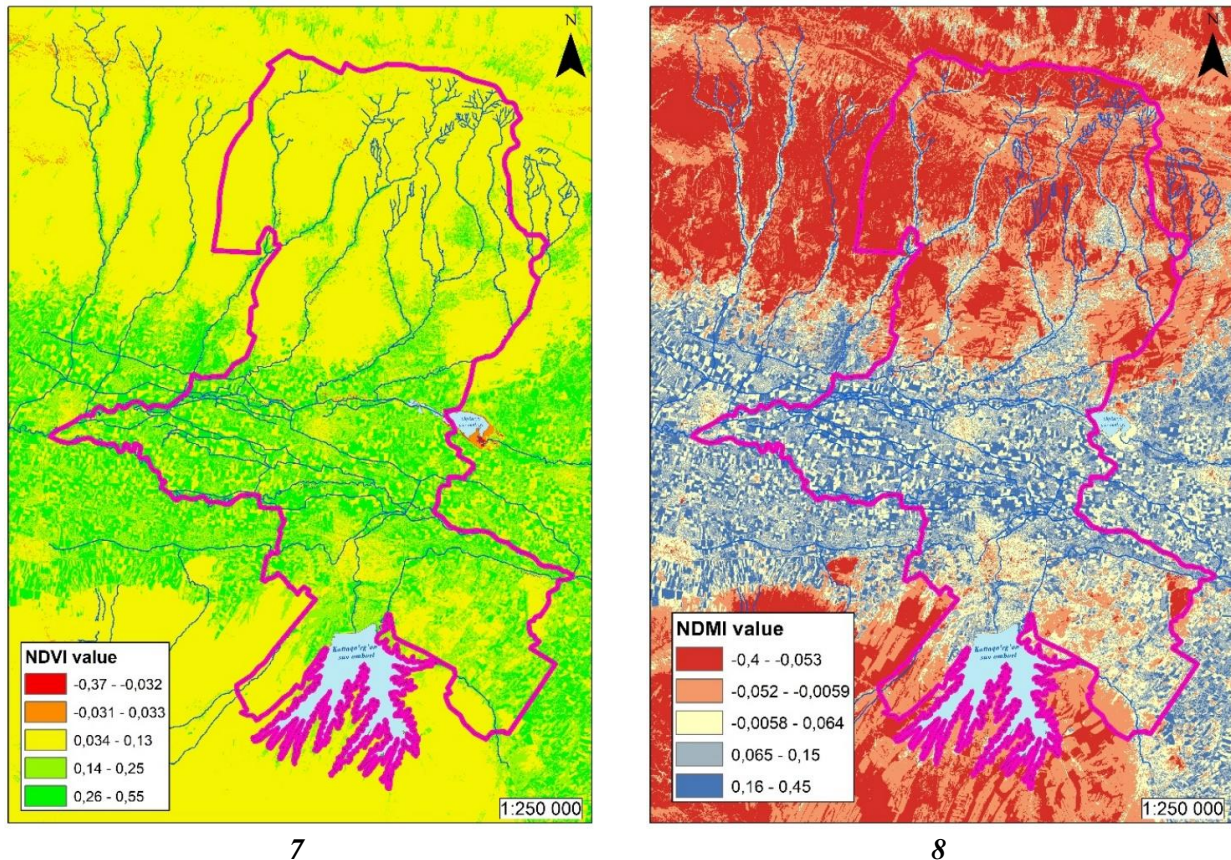


Figure 10. NDVI (7) and NDMI (8) maps of Kattakurgan district

In the Kattakurgan district, the Tasseled Cap Wetness (TCW) method, which identifies vegetation and soil moisture, is considered particularly suitable for assessing soil salinization. TCW can, in some cases, provide a more accurate representation of salinization than NDSI or SI, making it well-suited for the study area. This is because remote sensing analyses have shown that the region exhibits dense vegetation, advanced agricultural activity, extensive irrigated areas, and high soil moisture.

The NDSI, developed for the district, does not effectively reflect soil salinization in areas with dense vegetation, as it is primarily effective in bare soil regions. In contrast, TCW can provide more accurate results in such contexts because it isolates moisture rather than vegetation. Additionally, TCW is highly sensitive to the SWIR bands, which respond to soil moisture, vegetation water content, and signals from saline minerals. Salinized soils exhibit strong absorption and reflectance anomalies in the SWIR spectrum.

Although TCW was first developed in 1984 [25], its application in soil salinity studies and calibration for Landsat 8/9 imagery has been extensively documented, particularly in arid and semi-arid regions by Allbed and Kumar [12]. The TCW results for the district were determined based on these studies (Fig. 9) [12].

$$TCW=0.1511 \cdot \text{Blue}+0.1973 \cdot \text{Green}+0.3283 \cdot \text{Red}+0.3407 \cdot \text{NIR}-0.7117 \cdot \text{SWIR1}-0.4559 \cdot \text{SWIR2} \quad (9)$$

According to the TCW results generated for Kattakurgan district, areas with low TCW values (−47,000 to −7,200) represent the most salinity-prone zones of the district, which correspond closely with the NDSI (salinity) indices. Areas with high TCW values are well-irrigated and sufficiently moist, indicating a low risk of salinization.

These results provide information on soil salinization within approximately the top 5–10 cm of the soil surface. If salinization occurs deeper than 10 cm, remote sensing methods may not effectively detect it. Accurate information for deeper soil layers can be obtained through soil profiling and geochemical analyses.

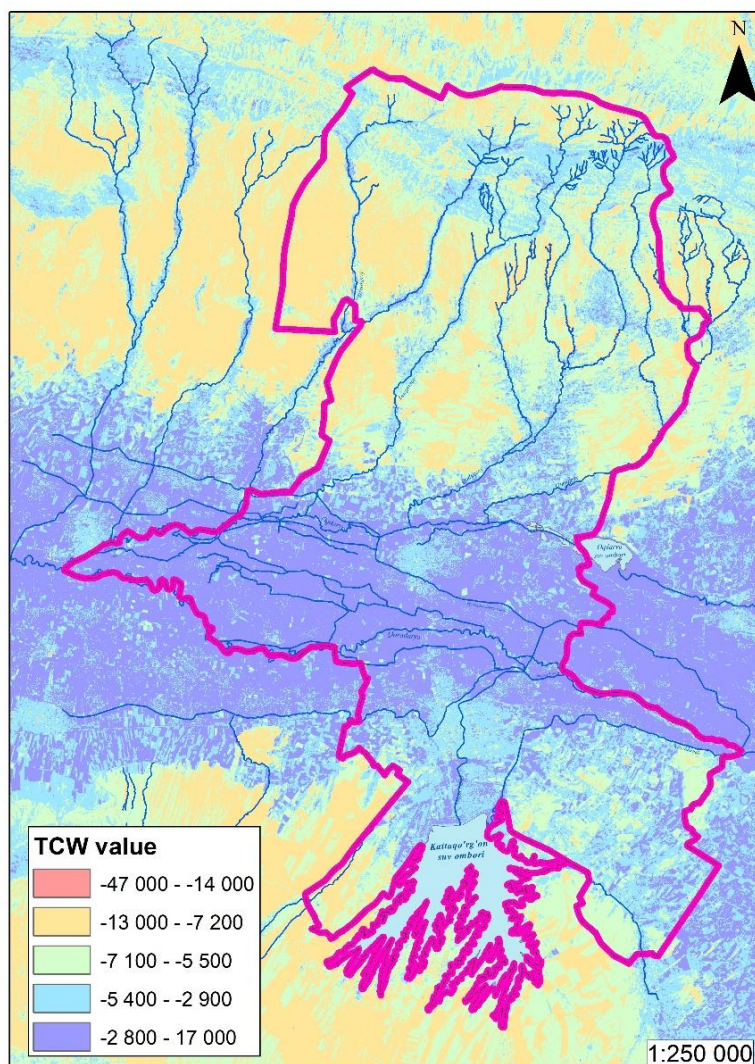


Figure 11. Tasseled Cap Wetness (TCW) map of Kattakurgan district

The GIS- and remote sensing-based analyses of soil salinization in Kattakurgan district provided an opportunity for an in-depth examination of the internal interconnections among natural components, morphological zonation, moisture distribution, salinization processes, and ecological stability. The study integrated geomorphology, hydrogeology, annual precipitation, soil types, slope gradients, and aspect, along with remote sensing indices—Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Moisture Index (NDMI), Tasseled Cap Wetness (TCW), Bare Soil Index (BSI), Salinity Index (SI, two types), Normalized Difference Soil Index (NDSI), and Normalized Difference Salinity Index (NDSI).

1. Influence of geomorphology, slope, and aspect

The district’s relief primarily consists of plains and Quaternary deposits, including river terraces, erosion-accumulative terraces, alluvial fans, and flat zones near reservoirs. These landforms directly influence vegetation density and salinization processes. Most of the area has slopes ranging from 0–3°, and the flat relief slows natural drainage, which is clearly reflected in the SI and NDSI (salinity) maps, where the salinized areas are concentrated.

Aspect maps indicate that north-facing slopes receive less solar radiation, resulting in relatively moister and cooler microclimates. In these zones, NDVI and NDMI values are higher compared to areas with minimal anthropogenic impact, creating favorable conditions for vegetation growth.

2. Soil types and their effect on spectral indices

The district is mainly covered by gray soils, takir soils, and saline soils. Takir soils exhibit high reflectivity and appear with elevated values in BSI and SI results. Saline soils are distinctly identified as bright, whitish textures on NDSI (salinity) maps.

Comparison of soil maps with spectral indices demonstrates that areas with sparse vegetation experience strong salinization. Exposed soils in these areas show high BSI values and SI values ranging from -0.74 to 0.14 or -0.55 to 0.51 , depending on the calculation method.

3. Vegetation dynamics (NDVI, NDMI, TCW)

NDVI values across Kattakurgan range from -0.37 to 0.55 , indicating moderate vegetation cover. Higher NDVI values (0.14 – 0.55) are observed near water bodies, while dry and bare zones have lower values.

NDMI values indicate vegetation moisture levels ranging from -0.4 to 0.45 , reflecting moderate moisture availability consistent with national climatic conditions.

The TCW index is directly associated with soil salinization in Kattakurgan. Positive TCW values identify hydrated, saline zones with shallow groundwater. Comparison of TCW with NDVI, NDMI, BSI, and SI indices shows that areas with sparse vegetation, exposed soils, and high moisture content constitute the primary salinization zones. TCW results align closely with the hydrogeological basis of salinization in the district (groundwater mineralization, shallow water tables, high evaporation), confirming its reliability as an indicator for remote sensing-based salinity assessment.

4. Salinization processes (SI, NDSI, Normalized Difference Soil Index)

Salinization represents one of the district's most critical ecological issues. SI values range from -0.74 to 0.51 : values between 0.05 – 0.51 indicate strongly exposed soils, significant salinization, and unwashed areas, whereas values below -0.3 correspond to vegetated, moist regions.

The Normalized Difference Salinity Index (NDSI) more precisely highlighted soil salinization and revealed that salinized areas expand with increasing distance from the reservoir. This pattern aligns with hydrogeological conditions, as areas with shallow groundwater experience intense evaporation and, consequently, higher salinity. In some water-adjacent zones, NDSI (salinity) values reached 0.14 . Scientifically, these water basins can be associated with:

- ✓ water turbidity,
- ✓ flat and shallow relief,
- ✓ salinization,
- ✓ a mixture of aquatic vegetation.

When all layers are integrated, the Kattakurgan district can be characterized as follows:

- Vegetation: moderate overall, higher along water bodies.
- Salinity: strong in central and western parts.
- Moisture: high near water bodies, low elsewhere.
- Relief: relatively flat in the central area, with poor drainage.
- Soils: dominated by mountain brown, takir, and gray soils.
- Ecological stability: from moderate to low.

These results are scientifically coherent, clearly demonstrating the interrelationship: relief → drainage → soil → vegetation → salinization.

Conclusions

This study was aimed at a detailed analysis of soil salinization in the Kattakurgan district through the integration of GIS technologies and remote sensing indices. The obtained results provided important scientific insights for assessing the ecological condition of the region and for the sustainable management of its natural resources.

1. Key scientific findings

- The NDVI, NDMI, and TCW indices confirmed the presence of moderate vegetation in the district.
- According to the SI, soil salinity (NDSI), and soil type (NDSI) maps, the central parts of the district were found to be highly prone to salinization.

- Water bodies and riparian zones were delineated with high accuracy, demonstrating the seasonal variability of water resources.

- Geomorphological and slope maps confirmed that in flat areas of the district, natural drainage is slow, which intensifies salinization processes. Conversely, areas with steep slopes do not favor salt accumulation due to rapid leaching.

2. Scientific and practical significance of the study

- The integrated use of remote sensing indices allowed the creation of a digital ecological passport of soils in the Kattakurgan district.

- The results can serve as a basis for reclamation measures, agricultural planning, tourism development, and environmental monitoring.

- Integrated soil salinization analysis made it possible to identify areas currently affected by salinization (mainly newly irrigated lands) and areas potentially at risk in the future.

The application of remote sensing data in the Kattakurgan district provided high scientific and practical results in identifying, assessing, and mapping soil salinization processes. BSI, SI, NDVI, NDMI, NDSI (salinity), NDSI (soil), NDMI, and Tasseled Cap Wetness (TCW) indices, derived from Landsat 8-9 satellite images in a GIS environment, accurately reflected the spatial structure of the physical and chemical properties of the soil, moisture content, and salinization processes.

The results indicated that areas with intense salinization were mainly located in zones with takir and gray soils and low vegetation cover (NDVI $-0.37-0.05$). High BSI and SI values in these areas confirmed the presence of bare soils with low moisture and high salt content. On NDSI maps, saline-alkali fields stood out with bright, whitish textures, clearly showing the landscape signature of salinization processes.

NDMI and TCW indices effectively indicated vegetation and soil moisture dynamics, revealing uneven moisture distribution across the district. TCW values ranged from $-47,000$ to $+14,000$, with particularly low values corresponding to dry soils and areas with high salinization risk. NDMI results confirmed that in agricultural lands lacking sufficient moisture, salinization processes intensify.

The study showed that the probability of increased salinization is higher in irrigated areas, zones with relatively high groundwater levels, and areas where water mineralization is moderate. Groundwater levels in the district ranged from 0.8 to 2.7 m, confirming its key role in salinization distribution. Comparison of remote sensing indices with soil maps demonstrated the explanatory relationship between salinization processes and landscape structure.

Practical recommendations based on the study:

1. Intensify reclamation washing in areas with strong salinization;
2. Modernize drainage systems and maintain stable groundwater levels;
3. Enhance agrobiological reclamation using halophyte plants;
4. Apply water-saving irrigation technologies extensively;
5. Establish green protective zones against erosion in open areas with high salinization risk;
6. Regularly use remote sensing indices as monitoring tools.

In general, the study scientifically elucidated the natural-geographical bases of soil salinization in the Kattakurgan district, its formation factors, and the possibilities of detection using modern remote sensing methods. The results have significant practical value for making agrotechnical and reclamation decisions, ensuring ecological sustainability, and increasing agricultural productivity in the district.

References

- 1 Basak N. Salt affected soils: Global perspectives / N. Basak, A.K. Rai, A. Barman et al. // *Soil Health and Environmental Sustainability: Application of Geospatial Technology*. — 2022. — P. 107–129. — Berlin–Heidelberg: Springer.
- 2 Haj-Amor Z. Soil salinity and its associated effects on soil microorganisms, greenhouse gas emissions, crop yield, biodiversity and desertification: a review / Z. Haj-Amor, T. Araya, D.-G. Kim et al. // *Science of the Total Environment*. — 2022. — Vol. 843. — Art. 156946.
- 3 Singh A. Soil salinity: A global threat to sustainable development / A. Singh // *Soil Use and Management*. — 2022. — Vol. 38. — P. 39–67.
- 4 Ayers R.S. Water quality for agriculture / R.S. Ayers, D.W. Westcot // *FAO Irrigation and Drainage Paper*. — 1985. — No. 29. — Rome: FAO.
- 5 Gang N. Saline-alkali soil reclamation and utilization in China: Progress and prospects / N. Gang, F. Gu, H.M. Burrill et al. // *Frontiers in Agricultural Science and Engineering*. — 2024. — Vol. 11. — P. 216.

- 6 Ivushkin K. UAV based soil salinity assessment of cropland / K. Ivushkin, H. Bartholomeus, A.K. Bregt et al. // *Geoderma*. — 2019. — Vol. 338. — P. 502–512. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.09.046.
- 7 Makinde E.O. Land cover mapping using Sentinel-1 SAR and Landsat 8 imageries of Lagos State for 2017 / E.O. Makinde, E.O. Oyelade // *Environmental Science and Pollution Research*. — 2019. — Vol. 27, No. 1. — P. 66–74. DOI: 10.1007/s11356-019-05589-x.
- 8 Manasa M. Role of biochar and organic substrates in enhancing the functional characteristics and microbial community in a saline soil / M. Manasa, N.R. Katukuri, S.S. Darveekaran Nair et al. // *Journal of Environmental Management*. — 2020. — Vol. 269. — Art. 110737. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110737.
- 9 Peña A. A review of the impact of wastewater on the fate of pesticides in soils / A. Peña, L. Delgado-Moreno, J.A. Rodríguez-Liébana // *Science of the Total Environment*. — 2020. — Vol. 718. — Art. 134468. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134468.
- 10 Metternicht G. Remote sensing of soil salinization: Impact on land management / G. Metternicht, J.A. Zinck. — New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009. — 374 p.
- 11 Ramos T.B. Soil salinity assessment using vegetation indices derived from Sentinel-2 multispectral data / T.B. Ramos, N. Castanheira, A.R. Oliveira et al. // *Agricultural Water Management*. — 2020. — Vol. 241. — Art. 106387. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106387.
- 12 Allbed A. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: a review / A. Allbed, L. Kumar // *Advances in Remote Sensing*. — 2013. — Vol. 2, No. 4. — P. 373–385. DOI: 10.4236/ars.2013.24040.
- 13 Chen Q. Spectral indices in remote sensing of soil: Definition, popularity, and issues. A critical overview / Q. Chen, E. Vaudour, A.C. Richer-de-Forges, D. Arrouays // *Remote Sensing of Environment*. — 2025. — Vol. 329. — Art. 114918. DOI: 10.1016/j.rse.2025.114918.
- 14 Rikimaru A. Development of forest canopy density mapping and monitoring model using indices of vegetation, bare soil and shadow / A. Rikimaru, S. Miyatake // *Proceedings of the 18th Asian Conference on Remote Sensing*. — Kuala Lumpur, 1997.
- 15 Tripathi N.K. Spatial modelling of soil alkalinity in GIS environment using IRS data / N.K. Tripathi, B.K. Rai, P. Dwivedi // *Proceedings of the 18th Asian Conference on Remote Sensing*. — Kuala Lumpur, 1997. — P. 81–86.
- 16 Zhao J. Monitoring of soil salinization and analysis of driving factors in the oasis zone of South Xinjiang / J. Zhao, Y. Fan, J. Xuan et al. // *Land*. — 2025. — Vol. 14. — Art. 803. DOI: 10.3390/land14040803.
- 17 Khan N.M. Mapping salt-affected soils using remote sensing indicators — a simple approach with the use of GIS IDRISI / N.M. Khan, V.V. Rastoskuev, E.V. Shalina, Y. Sato // *Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing*. — Singapore, 2001.
- 18 Абдикулов Ф.И. Самарқанд вилояти биоиклимий шароитлари ва улардан туризмни ривожлантиришда фойдаланиш имкониятлари: дисс. ... PhD / Ф.И. Абдикулов. — Ташкент, 2022. — 157 s.
- 19 Абдуллаев С. Каттақўрғон сув омборининг атроф тупроқ қоплами экологик-мелиоратив ҳолатига таъсири ва уни яхшилаш чора-тадбирлари / С. Абдуллаев [ва бош.]. — Ташкент: Университет, 2020. — 100 s.
- 20 Ўзбекистон Республикаси тупроқ қопламлари атласи. — 2010. — Tashkent: Ўзбекистон Республикаси Ер ресурслари, геодезия, картография ва давлат кадастри давлат қўмитаси, 44 s.
- 21 Ўзбекистон миллий атласи. I жилд. — 2020. — Tashkent: Ўзбекистон Республикаси Давлат Солиқ Қўмитаси хузуридаги Кадастр Агентлиги, 275 s.
- 22 Allen R.G. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements / R.G. Allen, L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith // *FAO Irrigation and Drainage Paper*. — No. 56. — Rome: FAO, 1998. — 300 p.
- 23 Dozier J. Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper / J. Dozier // *Remote Sensing of Environment*. — 1989. — Vol. 28. — P. 9–22. DOI: 10.1016/0034-4257(89)90101-6.
- 24 Saad K. Soil salinity detection and mapping by multi-temporal Landsat data: Zaghoun case study (Tunisia) / K. Saad, A. Kallel, F. Castaldi, T. Sahli Chahed // *Remote Sensing*. — 2024. — Vol. 16, No. 24. — Art. 4761.
- 25 Crist E.P. A physically-based transformation of Thematic Mapper data: The TM tasseled cap / E.P. Crist, R.C. Cicone // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. — 1984. — Vol. GE-22.

М.М. Өуезов, А.М. Елмұратова, А.И. Аманжолов

Өзбекстанның арідті аймақтарындағы топырақтың тұздану динамикасын ГАЖ және қашықтықтан зондтау индекстерін пайдаланып кешенді талдау

Зерттеу географиялық ақпараттық жүйелерді (ГАЖ) және Жерді қашықтықтан зондтау индекстерін (ЖКЗ) пайдалана отырып, Өзбекстанның Қаттықорған ауданындағы топырақтың тұздану процестерін кешенді талдауға арналған. Зерттеулер геоморфология, гидрогеология, жылдық жауын-шашын мөлшері, беткей градиенті, аспекті және топырақ түрлері сияқты табиғи компоненттерді қашықтықтан зондтаудың негізгі көрсеткіштерін біріктіреді, мысалы, өсімдіктердің нормаланған айырмашылық индексі (NDVI), ылғалдың нормаланған айырмашылық индексі (NDMI), шашақты қалпақ ылғалдылығы (TCW), жалаңаш топырақ индексі (BSI), тұздану индексі (SI) және тұзданудың нормаланған айырмашылық индексі (NDSI). ГАЖ ортасында кеңістіктік талдау жүргізу үшін Landsat 8/9 ғарыштық түсірілімдері қолданылды. Сонымен қатар ГАЖ және ЖКЗ-талдау экологиялық тұрақтылықты бағалау, ирригациялық-мелиорациялық іс-шараларды жоспарлау және су ресурстарын басқаруды оңтайландыру үшін маңызды ақпарат береді. Кешенді тәсіл бастапқы тұздану аймақтарын

дэл аныктауға, өсімдіктер мен су экологиялық процестерін бағалауға, сондай-ақ негізделген агротехникалық және мелиоративтік шешімдерді қолдауға мүмкіндік береді. Бұл зерттеу ГАЖ және ЖҚЗ индекстерінің үйлесімі топырақтың тұздануын бақылау және жартылай құрғақ аймақтарда жерді тұрақты басқаруды басқару үшін сенімді және тиімді құрал екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: топырақтың тұздануы, ГАЖ, қашықтықтан зондтау, NDVI, NDMI, TCW, BSI, SI, NDSI, аридті аймақ, Қаттықорған ауданы.

M.M. Avezov, A.M. Elmurotova, A.I. Amanzholov

Комплексный анализ динамики засоления почв в семиаридных районах Узбекистана с использованием ГИС и индексов дистанционного зондирования

Данное исследование посвящено комплексному анализу процессов засоления почв в Каттакурганском районе (Узбекистан) с использованием географических информационных систем (ГИС) и индексов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Исследования интегрируют природные компоненты, включая геоморфологию, гидрогеологию, годовое количество осадков, градиент склона, аспект и типы почв, с ключевыми показателями дистанционного зондирования, такими как нормализованный разностный индекс растительности (NDVI), нормализованный разностный индекс влажности (NDMI), влажность бахромчатой шляпы (TCW), индекс голых почв (BSI), индекс засоленности (SI) и нормализованный разностный индекс засоленности (NDSI). Для проведения пространственного анализа в ГИС-среде были использованы спутниковые снимки Landsat 8/9. Кроме того, ГИС и РС-анализ предоставляют важную информацию для оценки экологической устойчивости, планирования ирригационно-мелиоративных мероприятий и оптимизации управления водными ресурсами. Комплексный подход позволяет точно определить первичные зоны засоления, оценить растительность и водные экологические процессы, а также поддерживать обоснованные агротехнические и мелиоративные решения. Это исследование демонстрирует, что сочетание индексов ГИС и ДЗЗ является надежным и эффективным инструментом для мониторинга засоления почв и руководства устойчивым управлением землей в полузасушливых районах.

Ключевые слова: засоление почв, ГИС, дистанционное зондирование, NDVI, NDMI, TCW, BSI, SI, NDSI, семиаридный регион, Каттакурганский район.

References

- 1 Basak, N., Rai, A.K., & Barman, A. et al. (2022). Salt-affected soils: Global perspectives. *Soil Health and Environmental Sustainability: Application of Geospatial Technology* (pp. 107–129). Berlin–Heidelberg: Springer.
- 2 Haj-Amor, Z., Araya, T., & Kim, D.-G. et al. (2022). Soil salinity and its associated effects on soil microorganisms, greenhouse gas emissions, crop yield, biodiversity, and desertification: a review. *Science of the Total Environment*, 843, 156946.
- 3 Singh, A. (2022). Soil salinity: A global threat to sustainable development. *Soil Use and Management*, 38, 39–67.
- 4 Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 29. Rome: FAO.
- 5 Gang, N., Gu, F., & Burrill, H.M. et al. (2024). Saline-alkali soil reclamation and utilization in China: Progress and prospects. *Frontiers in Agricultural Science and Engineering*, 11, 216.
- 6 Ivushkin, K., Bartholomeus, H., & Bregt, A.K. et al. (2019). UAV-based soil salinity assessment of cropland. *Geoderma*, 338, 502–512. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.09.046.
- 7 Makinde, E.O., & Oyelade, E.O. (2019). Land cover mapping using Sentinel-1 SAR and Landsat-8 imagery of Lagos State. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(1), 66–74. DOI: 10.1007/s11356-019-05589-x.
- 8 Manasa, M., Katukuri, N.R., & Darveekaran Nair, S.S. et al. (2020). Role of biochar and organic substrates in enhancing functional characteristics and microbial communities in saline soil. *Journal of Environmental Management*, 269, 110737. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110737.
- 9 Peña, A., Delgado-Moreno, L., & Rodríguez-Liévana, J.A. (2020). Impact of wastewater on the fate of pesticides in soils: A review. *Science of the Total Environment*, 718, 134468. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134468.
- 10 Metternicht, G., & Zinck, J.A. (2009). *Remote sensing of soil salinization: Impact on land management*. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- 11 Ramos, T.B., Castanheira, N., & Oliveira, A.R. et al. (2020). Soil salinity assessment using vegetation indices derived from Sentinel-2 multispectral data. *Agricultural Water Management*, 241, 106387. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106387.
- 12 Allbed, A., & Kumar, L. (2013). Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: a review. *Advances in Remote Sensing*, 2(4), 373–385. DOI: 10.4236/ars.2013.24040.

- 13 Chen, Q., Vaudour, E., Richer-de-Forges, A.C., & Arrouays, D. (2025). Spectral indices in remote sensing of soil: Definition, popularity, and issues. A critical overview. *Remote Sensing of Environment*, 329, 114918. DOI: 10.1016/j.rse.2025.114918.
- 14 Rikimaru, A., & Miyatake, S. (1997). Development of forest canopy density mapping and monitoring model using vegetation, bare soil, and shadow indices. *Proceedings of the 18th Asian Conference on Remote Sensing*. Kuala Lumpur.
- 15 Tripathi, N.K., Rai, B.K., & Dwivedi, P. (1997). Spatial modelling of soil alkalinity in a GIS environment using IRS data. *Proceedings of the 18th Asian Conference on Remote Sensing* (pp. 81–86). Kuala Lumpur.
- 16 Zhao, J., Fan, Y., Xuan, J. et al. (2025). Monitoring soil salinization and analysis of driving factors in the oasis zone of Southern Xinjiang. *Land*, 14, 803. DOI: 10.3390/land14040803.
- 17 Khan, N.M., Rastokuev, V.V., Shalina, E.V., & Sato, Y. (2001). Mapping salt-affected soils using remote sensing indicators: A simple approach using GIS IDRISI. *Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing*. Singapore.
- 18 Abdiqulov, F.I. (2022). Samarqand viloyati bioiqlimii sharoitlari va ulardan turizmni rivozhlantirishda foidalanish imkoniyatlari [Bioclimatic conditions of the Samarkand region and possibilities of their use for tourism development]. *PhD thesis*. Tashkent [in Uzbek].
- 19 Abdullaev, S. et al. (2020). *Kattaqyrgon suv omborining atrof tuproq qoplami ekologik-meliorativ xolatiga taiesiri va uni yaxshilash chora-tadbirlari* [Environmental and reclamation impact of the Kattakurgan Reservoir on surrounding soil cover and improvement measures]. Tashkent: Universitet [in Uzbek].
- 20 (2010). *O'zbekiston Respublikasi tuproq qoplamlari atlas* [Atlas of Soil Cover of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent: O'zbekiston Respublikasi yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastr davlat qo'mitasi [in Uzbek].
- 21 (2020). *O'zbekiston milliy atlas. I jild* [National Atlas of Uzbekistan]. Vol. I. Tashkent: O'zbekiston Respublikasi davlat soliq qo'mitasi huzuridagi kadastr agentligi [in Uzbek].
- 22 Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 56, 300 p.
- 23 Dozier, J. (1989). Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper. *Remote Sensing of Environment*, 28, 9–22. DOI: 10.1016/0034-4257(89)90101-6.
- 24 Saad, K., Kallel, A., Castaldi, F., & Sahli Chahed, T. (2024). Soil salinity detection and mapping using multi-temporal Landsat data: The Zaghuan case study (Tunisia). *Remote Sensing*, 16(24), 4761.
- 25 Crist, E.P., & Cicone, R.C. (1984). A physically based transformation of Thematic Mapper data: The TM tasseled cap. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, GE-22.

Information about the authors

Avezov Mukhriddin Maksud ugli — PhD in Geography, Associate Professor, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent; Uzbekistan; e-mail: m.avezov@nuu.uz; ORCID ID: 0009-0002-7918-3921

Elmurotova Aziza Makhmatmurod kizi — Independent Researcher, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan; e-mail: azizaelmurodova27@gmail.com; ORCID ID: 0009-0003-4756-8795

Amanzholov Aidyn Imankeshovich — Master of Natural Sciences, Senior Lecturer, Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: aidyn_1988kz@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-6176-4483

ГЕОГРАФИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ ПӘНДЕРІН ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ГЕОГРАФИИ, ГЕОЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

GEOGRAPHY EDUCATION, GEOECOLOGY, AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

<https://doi.org/10.31489/3106-9649/2026-1-2.GSD/24-32>

ӘОЖ 373 (8).545

Мақаланың редакцияға түскен күні: 27.12. 2025 ж. | Қабылданған күні: 17.02.2026 ж.

Д. Ербол

*Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан
(Хат-хабарға арналған автор. E-mail: dosjanerbol77@gmail.com)*

ORCID ID: 0009-0003-4127-1288

Функционалды сауаттылықты қалыптастыруда география сабақтарын құрылымдау технологиясы

Мақалада функционалды сауаттылықты қалыптастыруда география сабақтарын құрылымдау технологиясының педагогикалық әлеуетін айқындауға арналған. Қазіргі білім беру жүйесінде функционалды сауаттылық білім алушылардың алған білімін күнделікті өмірде, әлеуметтік-экономикалық және кәсіби жағдаяттарда тиімді қолдана алу қабілетімен сипатталады. Осы тұрғыдан алғанда, география пәні табиғи, әлеуметтік және экономикалық үдерістерді кешенді түрде түсіндіру арқылы оқушылардың функционалды сауаттылығын дамытуда маңызды орын алады. Зерттеуде география сабақтарын құрылымдаудың заманауи технологиялары қарастырылған. Атап айтқанда, сабақтың мақсат қою, проблемалық жағдаят тудыру, ақпаратты талдау, практикалық қолдану және рефлексия кезеңдерін жүйелі ұйымдастыру жолдары ұсынылған. Құрылымдау технологиясы білім алушылардың сыни ойлауын, кеңістіктік талдау дағдыларын, картамен, статистикалық деректермен жұмыс жасау қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар зерттеу барысында функционалды сауаттылықтың құрамдас бөліктері — ақпараттық, коммуникативтік, әлеуметтік және зерттеушілік құзыреттерді география сабақтарында қалыптастырудың әдістемелік тетіктері айқындалды. Зерттеу нәтижелері география пәні мұғалімдерінің тәжірибесінде, оқу бағдарламаларын жетілдіруде және білім беру процесінің сапасын арттыруда қолдануға бағытталған.

Кілт сөздер: функционалды сауаттылық, рефлексия, құрылымдау технологиясы, коммуникативтік құзырет, дағды, дифференциалды біліктілік.

Kipicne

Қазіргі кезде географияны оқыту әдістемесіндегі ғылыми зерттеулердің басты бағыты географиялық орта білім беруді модернизациялау, жалпы білім беретін мекемелердегі оқу үрдісін жетілдіру және де осы мекемелерге география пәнінің мұғалімін дайындау. Географияны оқыту әдістемесінің өзекті сұрақтарына жалпы білім беретін орта мектептердегі география пәнінің орны, мектеп географиясының концепциясы, мектеп географиясы курсының құрылымы, пәннің құрылымы мен мазмұнындағы оқытудың мәселелерін зерттеу әдістері, педагогикалық сараптама, оның түрлері жатады.

Қазіргі қазақ мектебін жаңарту тұжырымдамасы жалпы білім берудің жаңа басымдылығын анықтады, оның болжамы бойынша, оқыту үрдісі үлгісінің қалыптасуы мұғалім-оқушы, оқушы-

мұғалім ынтымақтастығының қарым-қатынасы негізінде дамуы іске асады, әр түрлі оқыту әдісінің үйлесімді келісуі, түрлі оқыту іс әрекетін қолдануды қамтамасыз етеді. Осы құндылықтардың барлығы жаңа буын мектептерінде географиядан білім берудің даму негізін құрайды. Мектептің әр сатысындағы географияны оқытудағы білім-тәрбие мақсаты, мазмұн құрылымын іріктеу принципі басты басымдылық.

Материалдар мен әдістер

Қоғам қоршаған ортадағы өзгерістер мен география ғылымының жетістіктерін ескере отырып, мектептегі география біліміне өсіп келе жатқан ұрпақтың географиялық сауаттылығы мен географиялық мәдениетін көтеруді басты міндет деп есептейді. Мектептегі білім алушылардың географиялық білім деңгейін арттыруда оқу құралдарының алатын маңызы өте зор.

Функционалды сауаттылық — адамдардың әлеуметтік, мәдени, саяси және экономикалық қызметтерге белсене араласуы, яғни бүгінгі жаһандану дәуіріндегі заман ағымына, жасына қарай ілесуі, адамның мамандығын әрдайым жетілдіріп отыруы.

Базалық сауаттылық — мектеп қабырғасында қалыптасатын, болашақта өзін-өзі дамытуды, адамның сауаттылық деңгейін арттыруды қамтамасыз ететін сауаттылықтың негізгі деңгейі. Ал функционалды сауаттылық — тұлғалық құзыреттіліктерді пайдалануға мүмкіндік беретін жоғары сауаттылық деңгейін сипаттайтын ұғым [1].

Сауаттылық ұғымы — дәстүрлі түрде жеке тұлғаның грамматикалық нормаларға сай оқу мен жазу дағдыларын игеру дәрежесі. Ұлттың мінез-құлқына сай — бірден-бір базалық көрсеткіштер мен әлеуметтік-мәдени дамуының бет-бейнесі. Сауаттылық ұғымының мазмұны тарихи тұрғыда қоғамдық талаптар мен индивидке қойылатын талаптардың ең төменгі шектік деңгейінің өзгеруіне байланысты өзгеріске ұшырады.

1969 жылы қыркүйек айында Тегеран қаласында өткен сауатсыздықты жою бойынша ағарту саласы министрлерінің Дүниежүзілік конгресінде алғаш рет «функционалды сауаттылық» термині енгізілді.

1970 жылдардың ортасына дейін функционалды сауаттылық ұғымы адамдардың кәсіби қызметімен байланысты болды. Уақыт өте келе ғана ғылымда бұл ұғым жан-жақты зерттеле бастады. Функционалды сауаттылық компьютерлік сауаттылықты, саяси, экономикалық сауаттылықты және әр түрлі қамтитын әмбебап әлеуметтік құбылыс ретінде қарастырылды [2].

Функционалды сауаттылық білімнің әртүрлі қызметімен байланысты біріктіретін жеке тұлғаны әлеуметтік бағдарлау әдісі ретінде әрекет етеді және қолданбалы білім негізінде өмірлік міндеттерді шешу қабілеті ретінде айқын көрінеді. Мұндай сауаттылық адамдардың әлеуметтік, мәдени, саяси және экономикалық қызметке қатысуына, сондай-ақ өмір бойы білім алуына ықпал ететін факторға, қоғамдық әл-ауқаттың индикаторына айналады.

Қазіргі кезеңде функционалды сауаттылық ұғымы мағынасы жан-жақты зерттеліп, қоғам дамуын тежеуші сауатсыздықты жою мағынасында ғана емес, ұғымдық мағынасы іс-әрекеттің нәтижесі тұрғысында сауатсыздықты жою механизмдері мен тәсілдерін іздеу мәселесі ретінде де қарастырылады. Қазіргі ақпараттанған жаңа қоғамда функционалды сауаттылық барлық қоғамдық деңгейлердің әрекет нәтижесінің жетістік түйіні болмақ. Жаңа сипатта функционалды сауаттылық мағыналық тұрғыда кеңейіп, мәдениеттілік атрибуты дәрежесіне дейін көтерілді.

Кенес психологы А.А. Леонтьев айтып кеткендей: «Функционалды сауатты адам — өмірінің барлық сатысында тіршілік ету үшін алған білімі, дағдылары мен қабілеттіліктерін әлеуметтік қарым-қатынас үшін қолдана алатын адам».

М.А. Холодная еңбектерінде жалпы білім беру процесін реформалауда екі базалық ұғымды анықтауға болатындығы айтылған. Ол құзыреттілік және функционалды сауаттылық ұғымдары екенін атап өтеді. Аталған ұғымдар оқытудың нәтижесі және білім мазмұны бағдары ретінде қарастырылады. Ол нәтижелер оқу әрекетінде, ақпараттық қолдануда, шығармашылық іс-әрекетте, жетістікте, еңбек әрекеттері нәтижелерінде көрініс табатыны зерделенген [3].

Функционалды сауаттылық пен құзыреттілік білім алушы игеруі тиіс сапалық қасиеттер ретінде қарастырылған.

Сонымен қоса М.А. Холодная функционалды сауаттылық ұғымының оқу нәтижесі ретінде қолданылуымен қоса келесі айырмашылықтарын атап өткен (1-сурет). Олар:



1-сурет. М.А. Холодная еңбегі бойынша функционалдық сауаттылық ұғымының негізгі белгілері

Тұлға өзінің кәсіби білімінің, іскерліктерінің, дағдыларының, тәжірибесінің және тұлғалық қасиеттерінің деңгейімен, оның өзіне қатысты үздіксіз білім алуымен, атқарған ісіне шығармашылықпен, жауапкершілікпен қарауымен ерекшеленеді. Осы аталған барлық қасиеттер білім берудің құрылымы мен мазмұнында ғана емес, сонымен қатар сауаттылық құрылымында да болуы тиіс. Біріншіден — тек қана кәсіби деңгейде өзекті болатын, сұранысқа толы функционалды сауаттылық, екіншіден — оның тек пәндік мазмұнға ғана тәуелді емес, сонымен қатар тұлғаның қасиеттерін қалыптастыратын компоненттері болып келеді. Функционалдық сауаттылыққа қол жеткізген оқушылар білім алуы барысында өмірдің қалыпты жағдайларында кездесетін түрлі жағдаяттардың шешімдерін таба алатын қабілетке ие болған. Негізінен, қолданбалы білімін жүзеге асыра алатын деңгейдегі білім иесі. Жинақтай алғанда, функционалдық сауаттылық оқушының жеке тұлғасының әлеуметтенуіне игі ықпал ететін басты тірек деп есептеледі.

Осындай психологиялық-педагогикалық әдебиеттерде көрсетілген білім алушылардың функционалдылығын талдай отырып, тұлға қалыптастырудағы құзыреттілікті педагогикалық қызметтің тиімділігін айқындайтын жиынтық ретінде қарауға болады. Қорыта келгенде, білім алушылардың функционалдық сауаттылығы — сөйлеу, дискурсивтік, тілдік, әлеуметтік-мәдени құзыреттілікті қамтитын күрделі құрылым. Оқушы бойындағы танымдық қасиеттерді дамыту арқылы оның жалпы сауаттылығын қалыптастыруға болады. Оқушылар сыныпқа әртүрлі жұмыс тәжірибесімен, қызығушылықтарымен және қабілеттерімен келеді, бұл көбінесе мотивацияның әртүрлі деңгейіне және сауаттылыққа үйрету тәжірибесіне әкеледі. Мектеп пен оқу бағдарламасының талаптары жеке қызығушылықтармен және мансапқа дайындықпен толықтырылған кезде, функционалдық сауаттылықтың өміршеңдігі одан да маңызды болады. Халықаралық оқу қауымдастығының жасөспірімдердің сауаттылығы туралы мәлідемесіне сәйкес, «сауаттылықты оқытудың тиімді бағдарламасы әрбір оқушыға табысты оқырман, жазушы, спикер және тыңдаушы болу үшін қажетті дағдыларды, білім мен бейімділікті дамытуға мүмкіндік береді. Бұл мақсат сауаттылық бойынша оқытушылар қауымдастығының қолдауымен оқу, жазу, сөйлеу және тыңдау бойынша бүкіл оқу бағдарламасының бөлігі ретінде сауаттылықты жан-жақты және дәйекті оқытуды қажет етеді» [4].

Функционалдық сауаттылық ерекше қажеттіліктері бар білім алушылар үшін ең динамикалық салдарға ие. Бұл оқушылардың интеграциялануға деген ұмтылысы артып келе жатқандықтан, оларға әдеттегі оқу сабақтарында өз бетінше жұмыс істеуге мүмкіндік беру қажеттілігі барған сайын маңызды бола түсуде. Негізгі дағдыларды оқытудан айырмашылығы, функционалдық сауаттылықты оқыту білім алушыларды әртүрлі ортада тәуелсіз студенттің негізгі мақсаты. Бұл сонымен қатар әдеттегі оқу сабақтарымен үйлесімді, өйткені оқушылар бөлінбейді және сыныптастарынан бөлек «өмірлік дағдыларды» үйренеді. Ерекше қажеттіліктері бар білім алушылар әдеттегі білім беру ортасында толық жұмыс істей алмайтын жағдайларда, функционалдық сауаттылық оларға негізгі ортада жоғары

ақы төленетін жұмысқа орналасуға және қоғамның белсенді, өзін-өзі қамтамасыз ететін мүшелеріне айналуға мүмкіндік береді.

Функционалды сауаттылықтың білім алушылар ретіндегі рөлдеріндегі жеке тұлғаларға әртүрлі салдары бар. Функционалды сауатты болу оқушылардың білім берудің кейбір жалпы мақсаттарына жету қабілетін арттырады: жан-жақты, хабардар азамат болып қалыптасады. Саяси мақалаларды, мектеп саясатын және жұмыс іздеу ресурстарын оқу және түсіну функционалды сауатсыз оқушылар үшін кедергі болуы мүмкін. Сонымен қатар көптеген білім алушылардың ұмтылыстары орта білімнен кейінгі білім беруді қамтиды және зерттеулер сауаттылық дағдылары білім жетістіктерінің және әлеуметтік-экономикалық мәртебенің күшті болжаушысы екенін көрсетті. Керісінше, мектепте үлгермеушілік ересектердің кейінгі сауатсыздығымен байланысты болды. Осылайша білім алушылардың функционалды сауаттылығының салдары ересектердікіне ұқсас болғанымен, үлестер жоғарырақ.

Танымдық дағдылар сыныпта да, күнделікті өмірде де мәселелерді пысықтау және олардың шешімін табу үшін де маңызды. Бұл дегеніміз, егер оқушыға функционалды сауаттылық жетіспейтін болса, онда олар проблемаларды қалай шешуге болатындығын және сайып келгенде, қалай үйренуге болатындығын түсінбейді. Оқушылардың танымдық қабілеттерін дамыту олардың оқу үлгеріміне пайдалы болып қана қоймайды, сонымен қатар олардың шешім қабылдау және пайымдау қабілеттерін жетілдіреді және бұл дағдыларды өміріндегі әртүрлі тапсырмаларға қолдануға мүмкіндік береді.

Функционалды сауаттылық барлық білім алушылар үшін білім беруді ілгерілетуде шешуші рөл атқаруы тиіс. Ол жазбаша және баспа мәтінінен мағына шығару үшін танымдық дағдыларды пайдалануды ынталандырады және бұл білім берудегі императивті процесс. Функционалды сауаттылық оқушылардың толық әлеуетіне қол жеткізуі, белсенді және хабардар азамат болып өсуі және өмір бойы дамуын жалғастыруы үшін өте маңызды. Бұл оқушыларға өз бетінше білім алуға, өз қоғамдастығында тиімдірек қарым-қатынас жасауға, сондай-ақ жұмысқа орналасу мүмкіндіктерін арттыруға мүмкіндік береді.

Оқушылар білім алу үшін қарым-қатынас жасағанда ақпаратты өңдейді, баламаларды қарастырады, есептерді құрастырады және шешеді. Бұл коммуникативті процесс жоғары деңгейлі ойлау мен проблемаларды шешу дағдыларын жетілдіруде шешуші рөл атқарады. Оқушылар бір-бірін толықтыратын пайымдау және сыни тұрғыдан ойлау дағдыларын көрсетеді. Олар ойлауы мен мәнерлілігінде анық және нақты, күрделі мәселелердің шешімін табуда табанды, балама шешімдерді қарастыруда ашық ойлы. Әдетте мұғалімдер оқушылардың қойылған сұрақтарға немесе берілген тапсырмаларға жауаптарының сапасына және/немесе жетіспеуіне шағымданады. Әдетте, бұл оқушылардың ойлау және проблемаларды шешу қабілеттерінің көрінісі. Бұл ресурс бұл қабілеттерді жетілдірудің негізгі жолы оқушылардың жазу дағдыларын жетілдіру екенін дәлелдейді [5].

Білім берудің артықшылықтарын пайдалану үшін оқушылар өздерінің академиялық оқуларында және кейінірек практикалық өмірде өркендеуі үшін қажетті білімдер мен дағдылармен танысуы керек. Оқушылардың жетістігін қамтамасыз етудің ең негізгі дағдысы — оқу. Сонымен қатар білім алушылар жазудың тиімділігін арттырмайынша, оқуда ілгерілемейтінін көрсететін нақты жағдай бар. Бұл ресурстар функционалды сауаттылықты білім берудегі және практикалық өмірдегі табыстың негізі ретінде талқылайды. Функционалды сауаттылық — бұл оқу мен жазудан артық, ол сыни тұрғыдан ойлауды және оқу мен жазу дағдыларын практикалық пайдалануды көздейді.

Сауаттылық оқытудың негізгі құралы. Олардың екеуі де жоғары дәрежелі зияткерлік және практикалық дағдылар үшін маңызды мүмкіндіктер. Мұның дәлелін ХХІ ғасырға қажетті дифференциалды біліктілік талаптары туралы әлемнің түкпір-түкпірінен келген бірқатар үкіметтік және басқа есептерден табуға болады. Сауаттылықтың инструменталистік тұрғыдан алғанда неше түрлі формалары болғанымен, ең маңыздысы «жоғары дәрежелі» сауаттылық, атап айтқанда, сыни сауаттылық. Өйткені сауаттылықтың бұл деңгейі проблемаларды шешу құзыреттілігінің қажетті алғышарты. Сонымен қатар қазіргі заманғы батыстық білім беру бағдарламасы білім мен пәндік дағдыларды меңгеруден гөрі білім алушыларды өмір бойы білім алушылардың өзін-өзі басқаруына дайындайды. Осы тұрғыдан алғанда, сауаттылықтың мектепті бітіргеннен кейін «аяқталмай», кейінгі өмірге ауысуы маңызды. Бұл сауаттылықты оқытудың белгілі бір түрін білдіреді, ол негізгі дағдыларды оқытуды да, сауаттылықты меңгеруде өзін-өзі бағыттау әдеттерін ынталандыруды да қамтиды.

Саналы шешім қабылдауға ықпал ету үшін білім алушылардың өз әрекеттерінің ықтимал салдарын түсінуі өте маңызды. Дәстүрлі түрде себептілік туралы түсініктің артуы білім алушылардың тандауын жақсартуға әкеледі деген болжам жасалды. Детерминизмнің бұл моделі адамның мінез-құлқына әсер ететін көп бағытты әсерлерге және адамның мінез-құлқының көп бөлігі реактивті болатындығына баса назар аударады. Соған қарамастан себептілікті жақсырақ түсіну нәтижені жақсырақ болжауға әкелетін сияқты және бұл әртүрлі салаларда шешім қабылдау дағдыларын үйрету үшін ғылыми тұжырымдамаларды түсінуді қолдануға болатын сала. Функционалдық сауаттылықты қалыптастыру күрделі, көп қырлы, ұзақ мерзімді процесс. Әртүрлі заманауи педагогикалық технологияларды шебер де сауатты үйлестіре отырып, сабақта және сабақтан тыс жұмыстарда күнделікті жүйелі жұмыс арқылы ғана қалаған нәтижеге қол жеткізуге болады.

Функционалдық сауаттылық сапалы білім беру үшін өте маңызды, өйткені ол қазіргі оқушыларға заманауи қоғамға табысты қатысу үшін қажетті дағдыларды береді. Бұл күнделікті тапсырмаларды орындау, ақпаратты түсіну және негізделген шешімдер қабылдау үшін қарапайым оқу, жазу және математика дағдыларын пайдалану мүмкіндігі.

Сапалы білім алу үшін функционалдық сауаттылықтың артықшылықтары:

– Жақсартылған академиялық нәтижелер. Функционалдық сауатты шәкірттер академиялық деңгейде жақсы нәтиже көрсетеді, өйткені олар әртүрлі көздерден алынған ақпаратты тиімді түсініп, пайдалана алады.

– Жұмысқа қабілеттілікті арттыру: Қазіргі экономикада функционалдық сауаттылық жұмысқа орналасудың міндетті шарты, өйткені жұмыс берушілер проблемаларды шешу, шешім қабылдау және коммуникация дағдылары бар қызметкерлерді іздейді.

– Азаматтық қатысу: Функционалды сауатты азаматтар негізделген шешімдер қабылдай алады, қоғамдық пікірталастарға қатыса алады және негізделген пікірлерді қалыптастыра алады.

– Жеке тиімділікті арттыру: Функционалдық сауаттылық жеке тиімділікті жақсартады, себебі ол адамдарға өз уақытын және қаржысын басқаруға, сондай-ақ мәселелерді шешуге және өз мақсаттарына жетуге мүмкіндік береді.

– Әлеуметтік бірігу: Функционалды сауатты қоғамдар ұйымшыл, өйткені адамдар бір-бірімен араласып, әртүрлі көзқарастарды түсіне алады [6].

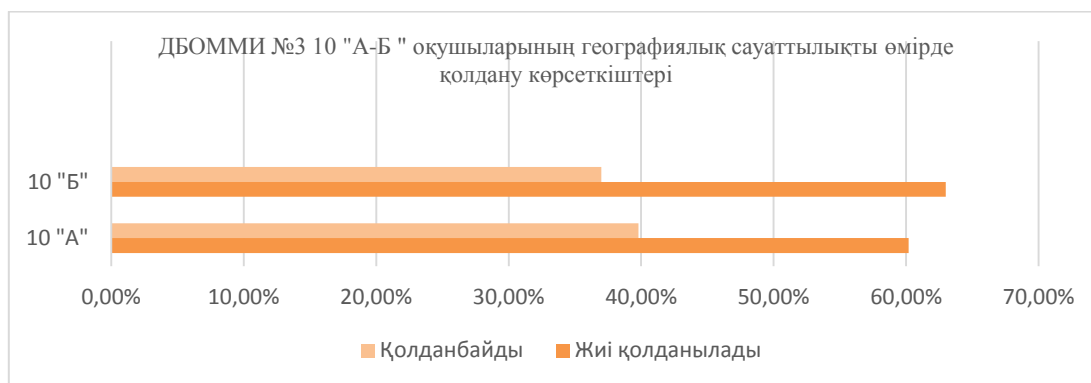
Білім беруге функционалдық сауаттылықты кіріктіру: Сапалы білім беру үшін функционалдық сауаттылықты оқу бағдарламасының барлық аспектілеріне енгізу қажет. Оған мыналар кіреді: Оқу және жазу дағдыларын нығайту: әртүрлі оқу стильдерін үйрету, шынайы мәтіндерді пайдалану және оқушыларға әртүрлі форматта жазуға мүмкіндік беру. Математикалық дағдыларды дамыту: Математиканы күнделікті жағдайларда қолдануға және есептерді шешуге және шешім қабылдауға үйренуге бағытталған. Нақты өмірлік байланыстар: функционалдық сауаттылықтың маңыздылығын және оны күнделікті іс-әрекеттерге қолдануды көрсету үшін нақты өмірлік мысалдарды пайдалану.

Функционалдық сауаттылық жеке тұлғаларды өмірлік жағдайларды тиімді басқаруға қажетті дағдылармен қаруландыратын сапалы білім беруде маңызды рөл атқарады. Функционалдық сауаттылықтың өмірлік жағдайларға негізделген сапалы білім беруге қалай ықпал ететіні мынада: Нақты мақсаттарға арналған практикалық дағдылар жиынтығы: Функционалдық сауаттылық адамдарға өз қауымдастықтарында тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік беретін нақты өмірде оқу, жазу және математика үшін қажетті практикалық дағдылар жиынтығын білдіреді. Өмір сапасына әсері: Функционалдық сауаттылық дағдыларына ие болу адамдарға өздерінің өмір сүру сапасын жақсартуға, негізделген шешімдер қабылдауға және сауаттылық дағдыларын қажет ететін әрекеттерде оқуды жалғастыруға мүмкіндік береді. Дамыған елдерде функционалдық сауаттылық деңгейі табыс деңгейіне пропорционалды және қылмыстың жекелеген түрлерін жасау қаупіне кері пропорционалды. Функционалдық сауаттылық жұмысқа қабілеттілік пен экономикалық әл-ауқатпен тығыз байланысты. Ақпарат пен ресурстарға қол жеткізу: Функционалдық сауаттылық адамдардың күнделікті өмірге қажетті ақпаратқа қол жеткізу және түсіну қабілетін жақсартады, мысалы, тамақ ингредиенттерін оқу, дәрі-дәрмектерді немесе техникалық нұсқауларды түсіну және келісімшарттарға қол қою. Өмір бойы білім алу және бейімделу: Функционалдық сауаттылық өмір бойы білім алу және бейімделу үшін маңызды, бұл адамдарға өз тобының және қоғамдастықтың тиімді жұмыс істеуі үшін қажетті әрекеттерге қатысуға мүмкіндік береді. Жұмыс күшіне және салаларға әсері: Функционалдық сауаттылық жұмыс күші үшін өте маңызды, өйткені ол өмір сапасының айтарлықтай жақсаруына, жалақының жоғарылауына, денсаулықтың жақсаруына,

жұмысқа орналасу мүмкіндіктері мен өмір сүру деңгейінің жақсаруына әкелуі мүмкін. Бұл салалардың өсуі мен дамуы үшін де өте маңызды. Білім беру мен жұмыспен қамту саласындағы теңсіздікті жою [7].

Функционалды сауаттылық білім алуудағы және жұмысқа орналасу мүмкіндіктеріндегі теңсіздікті жоюдың негізгі факторы, өйткені ол адамдардың білім алу мен жұмысқа орналасу мүмкіндіктеріне қол жеткізу және одан пайда алу мүмкіндігіне тікелей әсер етеді. Функционалды сауаттылық сапалы білім берудің құрамдас бөлігі, өйткені ол адамдарға нақты өмірлік жағдайлармен тиімді әрекеттесу, ақпаратқа қол жеткізу, негізделген шешімдер қабылдау және өз қауымдастығы мен қоғамға маңызды үлес қосуға мүмкіндік береді.

Білім алушылардың функционалды сауаттылықтарының қандай деңгейде екенін анықтау мақсатында сауалнама алынды. Сауалнама географиялық сауаттылық деңгейі, олардың проблемалық жағдаяттарда география пәнін қалай қолдана алатындығы туралы сұрақтар жиынтығын құрады. Сауалнама нәтижесі 2-суретте берілді:



2-сурет. Сауалнама қорытындысы

Оқыту үдерісінде оқушылардың функционалды сауаттылығын қалыптастыруда, ең бастысы, білім алушыларды ғылыми біліммен қаруландыру міндеті аса маңызды. Осы орайда оқытудың ғылымилығы ұстанымы жетекші рөл атқарады. Бұл ұстаным бойынша білім алушыларды берілетін білімнің мазмұнының ғылымның қазіргі даму деңгейіне сәйкестігі, оларға заттар мен құбылыстардың заңдылықтарын ұғындыру және олардың арасындағы себеп-салдарлық байланысты ашу ескерілуі қажет.

География сабақтарында географиялық білімді меңгеру тиімділігін арттыруға көмектесетін оқу іс-әрекетін ұйымдастырудың әртүрлі формалары қолданылады. Бұл пәнді оқыту әдістемесінің басымдылығы мен оқушылардың компетенттілігінің алдыңғы орынға шығуы үшін маңызды. Осы жағдайда, география пәнін оқыту үшін кейбір әдістер мен тәсілдерге тоқталып кетсек (1-кесте):

1 - кесте

География пәнінде қолданылатын формалар түрі

Фронтальды форма	Оқу-тәрбие процесін фронтальды ұйымдастыру арқылы мұғалім бір уақытта сыныптағы барлық оқушыларға сөз сөйлейді. Бұл лекция, пікірталас, карталар мен диаграммаларды көрсету болуы мүмкін. Фронтальды форма барлық оқушыларға жалпы ақпаратты жеткізуге және тақырып бойынша жалпы түсінік құруға мүмкіндік береді
Индивидуальды форма	Индивидуальды формада оқушылар өз бетінше жұмыс жасайды. Бұл үй тапсырмасын орындау, зерттеу жұмысы, оқулықтар немесе мақалаларды оқу болуы мүмкін. Индивидуальды формада оқушылар өз бетінше жұмыс істеу дағдыларын дамытуға және материалды жақсы меңгеруге мүмкіндік алады
Топтық форма	Оқушылар есептерді шешу, тақырыптарды талқылау немесе жобалар жасау үшін топта жұмыс істейді. Артықшылықтары: коммуникативті дағдыларды дамытады, пікір алмасуға ықпал етеді, мәселелерді бірлесіп шешуге мүмкіндік береді

Қорытынды

Қазіргі әлем мектеп оқушыларын оқытудағы педагогикалық тәсілдерді қайта қарастыруды талап етеді. Бүгінгі таңда функционалдық сауатты оқушы білім сапасының көрсеткіші. Ол күнделікті мәселелерді сәтті шешеді, қарым-қатынас жасауды және әртүрлі әлеуметтік жағдайларда шығудың жолын табуды біледі, қарапайым оқу және жазу дағдыларын қолданады, сонымен қатар пәнаралық байланыстарды қалыптастырады.

География сабағында функционалдық сауаттылықты дамыту білім алушылардың оқу жетістіктерін арттырумен қатар, олардың күнделікті өмірде, әлеуметтік және кәсіби ортада географиялық білімді тиімді қолдану қабілетін қалыптастырудың маңызды тетігі. Зерттеу барысында география пәнінің мазмұнын құрылымдау, практикалық бағытталған тапсырмаларды жүйелі енгізу, проблемалық жағдаяттар мен өмірлік кейстерді пайдалану функционалдық сауаттылықтың негізгі компоненттерін — ақпараттық, коммуникативтік, аналитикалық және сыни ойлау дағдыларын дамытуға ықпал ететіні анықталды.

Оқу үдерісінде цифрлық ресурстарды, картографиялық материалдарды, статистикалық деректерді және жобалық-зерттеушілік әдістерді қолдану білім алушылардың танымдық белсенділігін арттырып, географиялық ұғымдар мен заңдылықтарды саналы меңгеруіне мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде білім алушылардың кеңістіктік ойлауын қалыптастырып, табиғи және әлеуметтік-экономикалық құбылыстарды кешенді тұрғыда талдау қабілетін жетілдіреді.

Осылайша география сабақтарында функционалдық сауаттылықты дамытуға бағытталған әдістемелік тәсілдерді жүйелі және мақсатты қолдану қазіргі білім беру талаптарына сәйкес бәсекеге қабілетті, өз білімін өмірлік жағдаяттарда тиімді пайдалана алатын тұлғаны қалыптастыруға негіз болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пос. для учителя / под ред. А.Г. Асмолова. — Москва: Просвещение, 2010. — 159 с.
- 2 Hattie J.A. C. Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement / J.A.C. Hattie. — New York: Routledge, 2008. — 392 p.
- 3 Холодная М.А. Психологическое тестирование и право личности на собственный вариант развития / М.А. Холодная // Психология. Журнал Высшей школы экономики. — 2004. — Т. 1, № 2. — С. 66–75.
- 4 Ильясов Д.Ф. и др. Формирование функциональной грамотности учащихся / Д.Ф. Ильясов, Е.А. Селиванова, А.А. Севрюкова, В.В. Кудинов [и др.]. — Челябинск: ЧИППКРО, 2022. — 160 с.
- 5 Алексашина И.Ю. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся: учебно-методическое пособие / И.Ю. Алексашина, О.А. Абдулаева, Ю.П. Киселев. — Санкт-Петербург: КАРО, 2023. — 160 с.
- 6 Алексашина И.Ю. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся: учебно-методическое пособие / И.Ю. Алексашина, О.А. Абдулаева, Ю.П. Киселев. — Спб.: КАРО, 2019. — 160 с.
- 7 Жапарова Т.Ж. Сын тұрғысынан ойлау технологиясын қолдану арқылы оқушының өз бетінше ойлау қабілетін қалыптастыру және дамыту / Т.Ж. Жапарова, Г.Б. Хусаинова // «Нәтижелі оқыту — білім берудің тенденциялары» атты Республикалық ғылыми-практикалық конференциясының жинағы. — Астана, 2023. — 213-214-б.

Д. Ербол

Технология структурирования уроков географии в формировании функциональной грамотности

В статье рассматривается педагогический потенциал технологии структурирования уроков географии в формировании функциональной грамотности обучающихся. В современной системе образования функциональная грамотность характеризуется способностью обучающихся эффективно применять полученные знания в повседневной жизни, а также в социально-экономических и профессиональных ситуациях. В этом контексте предмет «география» занимает важное место в развитии функциональной грамотности, поскольку обеспечивает комплексное понимание природных, социальных и экономических процессов. В исследовании анализируются современные технологии структурирования уроков географии. В частности, предлагаются способы системной организации этапов урока, включающих целеполагание, создание проблемной ситуации, анализ информации, практическое применение и

рефлексию. Технология структурирования способствует развитию критического мышления, навыков пространственного анализа, умений работать с картами и статистическими данными. Кроме того, в ходе исследования определяются методические механизмы формирования компонентов функциональной грамотности — информационной, коммуникативной, социальной и исследовательской компетенций в процессе обучения географии. Результаты исследования могут быть использованы в практике учителей географии, при совершенствовании учебных программ и повышении качества образовательного процесса.

Ключевые слова: функциональная грамотность, рефлексия, технология структурирования, коммуникативная компетенция, навык, дифференцированная компетентность.

D. Erbol

Technology of Structuring Geography Lessons in the Development of Functional Literacy

The article is devoted to identifying the pedagogical potential of lesson structuring technology in geography education for the development of students' functional literacy. Functional literacy is understood as learners' ability to effectively apply acquired knowledge in everyday life, as well as in socio-economic and professional contexts. Geography plays a key role in fostering functional literacy by providing an integrated understanding of natural, social, and economic processes. The study examines contemporary technologies for structuring geography lessons and proposes a systematic organization of lesson stages: goal setting, problem-based situations, information analysis, practical application, and reflection. Lesson structuring technology contributes to the development of critical thinking, spatial analysis skills, and the ability to work with maps and statistical data. The study also identifies methodological mechanisms for developing key components of functional literacy—informational, communicative, social, and research competencies—within geography lessons. The findings are intended for use in geography teachers' professional practice, curriculum development, and improving the quality of the educational process.

Keywords: functional literacy, reflection, lesson structuring technology, communicative competence, skill, differentiated competence.

References

- 1 Asmolov, A.G. (Ed.). (2010). *Formirovanie universalnykh uchebnykh deistvii v osnovnoi shkole: ot deistviia k mysli. Sistema zadani: posobie dlia uchitelia* [Developing Universal Learning Activities in Basic School: From Action to Thought. A System of Assignments: A Teacher's Guide]. Moscow: Prosveshchenie [in Russian].
- 2 Hattie, J.A.C. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- 3 Kholodnaya, M.A. (2004). Psikhologicheskoe testirovanie i pravo lichnosti na sobstvennyi variant razvitiia [Psychological testing and the individual's right to a personal development path]. *Psikhologiya. Zhurnal Vyshei shkoly ekonomiki — Psychology. Journal of the Higher School of Economics*, 1(2), 66–75 [in Russian].
- 4 Ilyasov, D.F., Selivanova, Ye.A., Sevryukova, A.A., & Kudinov, V.V. et al. (2022). *Formirovanie funktsionalnoi gramotnosti uchashchikhsia* [Formation of functional literacy students]. Chelyabinsk: Cheliabinskii institut perepodgotovki i povysheniia kvalifikatsii rabotnikov obrazovaniia [in Russian].
- 5 Aleksashina, I.Yu., Abdulaeva, O.A., & Kiselev, Yu.P. (2023). *Formirovanie i otsenka funktsionalnoi gramotnosti uchashchikhsia: uchebno-metodicheskoe posobie* [Formation and assessment of students' functional literacy. Teaching and methodological guide]. Saint Petersburg: KARO [in Russian].
- 6 Aleksashina, I.Yu., Abdulaeva, O.A., & Kiselev, Yu.P. (2019). *Formirovanie i otsenka funktsionalnoi gramotnosti uchashchikhsia: uchebno-metodicheskoe posobie* [Formation and assessment of students' functional literacy: teaching and methodological guide]. Saint Petersburg: KARO [in Russian].
- 7 Zhaparova, T.Zh., & Khusainova, G.B. (2023). Syn turgysynan oilau tekhnologiiiasyn qoldanu arqyly oqushynyn oz betinshе oilau qabiletin qalyptastyru zhane damyту [Formation and development of students' independent thinking through critical thinking technology]. «*Natizheli oqyту — bilim berudin tendentsiialary*» aty Respublikalyq gylimi-praktikalyq konferentsiiasynyn zhinagy — *Collection of the Republican Scientific and Practical Conference "Effective learning — trends in education"* (pp. 213-214). Astana [in Kazakh].

Авторлар туралы мәліметтер

Ербол Досжан — «География» білім бағдарламасының 2-інші курс магистранты, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан.

Information about the author

Yerbol Doszhan — 2nd-year master's student of the Geography educational program, Karaganda National Research University named after Academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan.

V.L. Andreeva¹, S.A. Talzhanov^{2*}, M.P. Yerkin³

¹Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus;

^{2,3}Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan

(*Corresponding author. E-mail: s_a_talzhanov@mail.ru)

¹ORCID ID: 0000-0001-5214-4725

²ORCID ID: 0000-0003-4586-1050

³ORCID ID: 0009-0004-3720-3917

Application of the “flipped learning” technology in educational practice (on the example of educational institutions in Kazakhstan and Belarus)

This article examines the distinctive features of the “flipped learning” educational technology. Its core principle lies in mastering the theoretical foundations of study material through audio-visual content outside the classroom, followed by refining knowledge and competencies during classroom sessions under the guidance of the teacher. The article provides a brief history of the emergence and development of this method, outlines its advantages, characteristics, and challenges in practical application, and emphasizes the effectiveness of integrating the flipped learning model with game-based methods in both school and university education. The study highlights that flipped learning, when combined with interactive approaches, contributes to sustainable learning motivation, student engagement, and the development of essential skills. Practical examples of the implementation of this technology in educational institutions of Kazakhstan and Belarus are presented. The analysis of academic outcomes demonstrates that the quality of education improves not only in terms of academic performance but also through positive shifts in students’ motivation and attitudes within general secondary and higher education programs.

Keywords: education, school and university education, interactive learning, educational technology, flipped learning, game-based methods, student motivation.

Introduction

Modern school education is currently experiencing active change. Conventional instructional approaches frequently fall short of motivating today’s learners, who have been raised in a digital landscape and live amid a constant stream of information. This situation demands the adoption of new technologies and pedagogical approaches that not only transmit content but also captivate students, cultivate critical thinking, and maintain sustained attention.

Background. The idea of flipped learning first appeared in scholarly work in 1993 with A. King, who proposed it as an alternative to the traditional lecture model. King criticized the passive nature of classic information delivery and promoted active involvement by asking students to read lecture sections in advance and come to class prepared to discuss guided questions that clarified and reinforced the material [1]. Later iterations built on this concept by incorporating peer instruction: students initially studied new content independently—often via video—and then completed tasks and engaged in feedback-driven class discussions and consultations [2].

Main discussion. The specific phrase “flipped classroom” was coined by W. Baker to describe a method where learners first received recorded web-design lectures and then used class time for discussion. Since about 2012, flipped learning has been increasingly adopted in the natural sciences, mathematics, and medical education [3].

Contemporary scholars have proposed many variants of the model, and since 2018 international standards have been developed that catalogue nearly 190 methodological models worldwide [4]. Depending on instructional aims, the flipped approach can be fruitfully combined with:

1. engineering and technical training;
2. competency-based (mastery) learning;
3. individualized strategies that account for socio-ethnic, religious, and other learner-specific factors;
4. collaborative and peer-based learning;
5. gamification [5], which integrates game mechanics and practice-oriented tasks [6].

From the literature review, the principal benefits of flipped learning include:

1. better understanding and retention of material (improved academic outcomes) [7-8];
2. higher levels of student engagement and motivation, observable through participation in discussions;
3. increased learner autonomy;
4. improved communication skills via pair or small-group work and individualized teaching [9];
5. enhanced digital literacy;
6. flexible pacing and scheduling that allow students both to deepen their knowledge and catch up when needed [10];
7. greater learner responsibility for their own education;
8. more active, interactive instructional formats;
9. expanded opportunities for laboratory and research-oriented practical work using devices and field tools [11];
10. strengthened critical-thinking skills.

Distinctive aspects. The flipped classroom is applicable across secondary, undergraduate, and graduate education. Research indicates the greatest gains often occur in the arts and humanities, while effects in mathematics are typically more modest. Strong results have also been reported in physical education and the natural sciences.

The effectiveness of the approach is closely tied to the quality and format of instructor-created materials: short video segments (up to five minutes) are generally more easily assimilated by students than longer readings [12].

Researchers also point to several constraints that hinder broader adoption of the flipped model:

1. technical limitations (insufficient devices, unreliable or slow internet);
2. low technical competence among teachers and students and limited access to equipment, which complicates the production of high-quality materials;
3. students' unfamiliarity with working in this format [13];
4. the model's high demands on instructors' time and effort for preparation [14];
5. students' lack of preparedness for in-class activities, often because they fail to study the material beforehand. This unpreparedness frequently stems from low motivation. To address this, some scholars recommend pre-class quizzes followed by in-class error analysis discussions, and tracking self-study frequency and duration through interactive learning platforms such as Moodle or Padlet [15].

Gamification and didactic games. To boost cognitive engagement, consolidate learning, and increase motivation, didactic games were introduced in Soviet school practice as early as the mid-1960s—initially in preschool, primary, and extracurricular settings. Today, appropriately designed game-based methods and gamification are actively advocated within mainstream education.

Didactic games, as active learning tools, aim to develop independent thought, practical competencies, and initiative. Effective educational games typically include: a problem rooted in real-life context, peer interaction and mutual learning, sensitivity to individual learner traits, encouragement of autonomy and personal growth, elements of creativity or inquiry, and motivational incentives [16].

Combining game-based activities with the flipped model has shown considerable promise for overcoming motivation problems. This hybrid approach is particularly effective in geography instruction at both secondary and tertiary levels.

Experimental application. We implemented this pedagogical technology at the M. Mamyrayev Boarding School (Republic of Kazakhstan) in a 7th-grade geography class to evaluate its effect on student interest and achievement. The study involved 24 students (Fig. 1).



Figure 1. Implementation of game methods during a geography lesson

Thematic instruction under the flipped-plus-gamification approach covered “Regional Studies and Fundamentals of Political Geography”, including topics such as countries’ geographic positions, historical changes of state borders and territories, world capitals, and national symbols (flags). Instead of delivering content during class, students prepared at home using video lectures and interactive assignments chosen to align with curricular standards and age appropriateness. This format allowed individualized pacing, which promoted deeper understanding and higher-quality learning [17-18].

Classroom time emphasized practical, interactive, game-based tasks: geography term crosswords, flag-identification quests, country–capital quizzes, and intellectual games such as “Geographical Silhouettes” and “Odd One Out.” Online testing was also employed. The gamified activities increased sustained motivation, drew in typically passive students, and fostered a cooperative and supportive classroom climate [19].

Secondary education outcomes. Before the intervention, class knowledge quality (measured via academic performance) was 70.83 %. After one term using the flipped model, it rose to 83 %, an improvement of 17.14 % (Fig. 2).

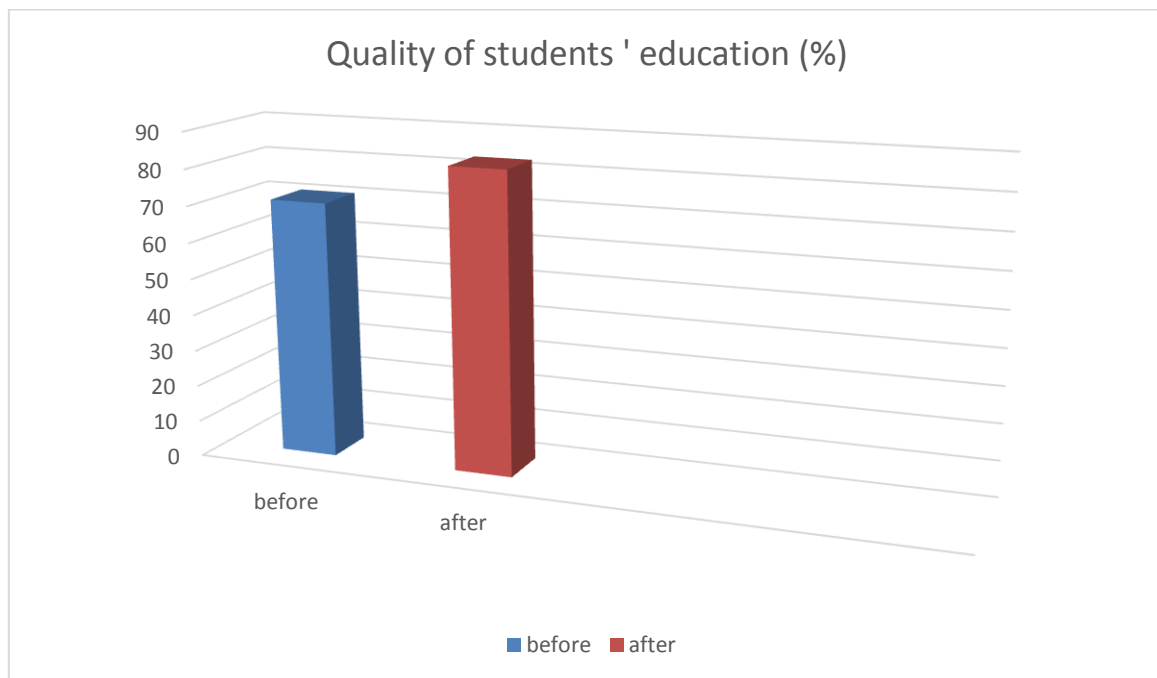


Figure 2. Changes in the quality of knowledge of students participating in the experiment (Before and after)

Higher education implementation. We also trialed the model in a university course—“Soil Geography”—with second-year students in Natural Sciences (Biology and Geography). The experimental group comprised 15 students. Three conceptually demanding lecture topics were selected: “Parent Rocks and the Mineral Component of Soil”, “The Organic Component of Soil and the Soil Absorbing Complex”, and “Soil Morphology” [20].

Students were required to study materials independently via Moodle one week before face-to-face sessions. Pre- and post-tests showed an average gain of 1.47 points relative to traditional lectures, with a total group improvement of 4 points. Notably, larger gains occurred for more complex topics, where motivation was reinforced by testing (Fig. 3).

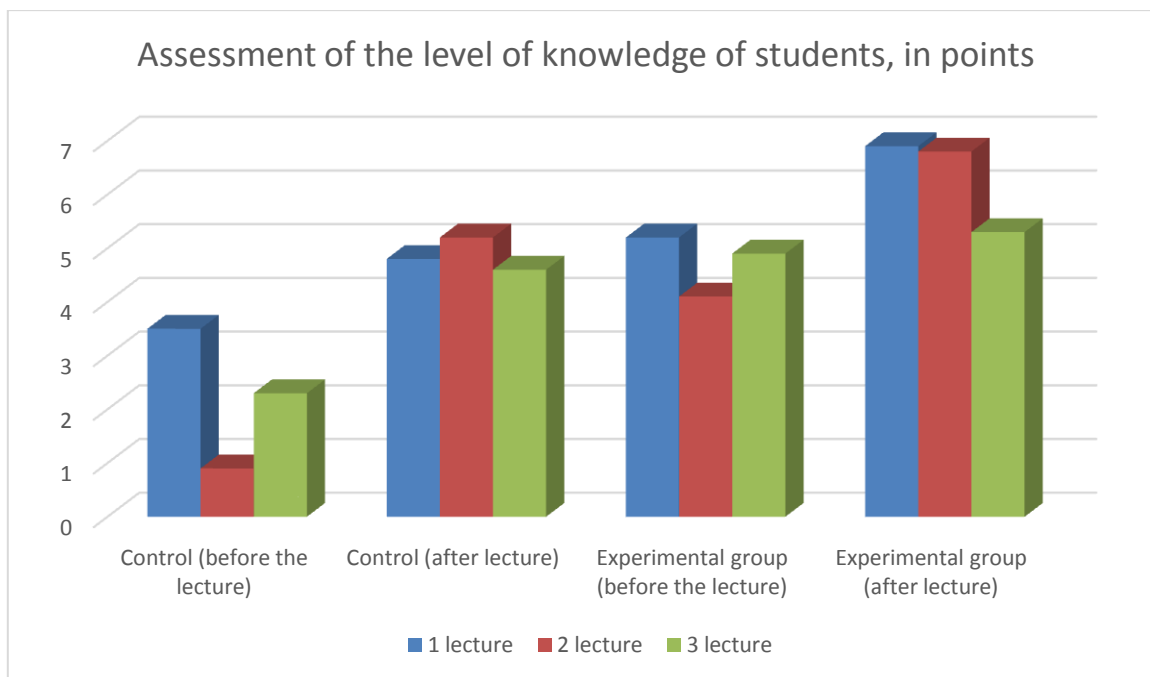


Figure 3. Assessment of the level of knowledge of the students of the control and experimental groups before and after listening to the lecture offline (in points)

Conclusions

In both secondary (17 % increase) and higher education (14.6 % increase), combining the flipped classroom with gamified methods produced measurable improvements in academic performance. Beyond numerical gains, important qualitative shifts were observed: learners became more active, autonomous, collaborative, and motivated, including many previously underperforming or reluctant students. These results support the conclusion that, when thoughtfully designed, contemporary pedagogical practices such as flipped learning and gamification can be both effective and engaging.

References

- 1 King A. From sage on the stage to guide on the side / A. King // *College teaching*. — 1993. — 41 (1). — P. 30–35.
- 2 Mazur E. Peer instruction: a user's manual series in educational innovation / E. Mazur. — New York: Prentice Hall, Upper Saddle River, 1997. — 253 p.
- 3 Baker J.W. The classroom flipped: Using web course management tools to become the guide on the side / J.W. Baker // *Selected Papers from 11th International Conference on College Teaching and Learning*. — Cedarville University, 2000. — P. 9–15.
- 4 Zawacki-Richter O. Handbook of Open, Distance and Digital Education / O. Zawacki-Richter, J. Insung. — Springer Singapore. — 1463 p. DOI.org/10.1007/978-981-19-2080-6
- 5 Parra-González M.E. Gamification and flipped learning and their influence on aspects related to the teaching-learning process / M.E. Parra-González, J. López-Belmonte, A. Segura-Robles, A.J. Moreno-Guerrero // *HELIYON*. — 2021. — Vol. 7. — Iss. 2. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06254
- 6 Федотова О.Д. Альтернативная образовательная технология Flipped learning как реализация идеи радикального пересмотра организационных основ процесса обучения / О.Д. Федотова, Е.А. Николаева // *Интернет журнал «Мир науки». Педагогика и психология*. — 2017. — Т. 5, № 1. — С. 52–59.
- 7 Fitria M.I. The Effectiveness of Flipped Classroom Learning Model Assisted on Padlet Platform in Geography Lessons / M.I. Fitria, N.M. Wijaya // *Journal of Learning Geography*. — 2023. — Vol. 4, No. 2. — P. 63–68. DOI.10.23960/jlg.v4.i2.28607
- 8 Nyabochoa G.K. Effect of Flipped Learning Approach on Students' Achievement in Geography / G.K. Nyabochoa, F.I. Indoshi, S.O. Oyoo // *International Journal for Multidisciplinary Research*. — 2024. — Vol. 3. DOI.org/10.36948/ijfmr.2024.v0i03.23674
- 9 Сухорукова Е.Г. Перевернутый урок / Е.Г. Сухорукова // *Дидактика сетевого урока: Мат-лы II Международной научно-практической онлайн-конференции, г. Минск, 16 ноября 2017 г.* — Минск: Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка, 2018. — С. 50–54.

- 10 Fulton K. Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning / K. Fulton // Learning & Leading with Technology. — 2012. — Vol. 39, No. 8. — P. 12–17.
- 11 Nor Kalsum Mohd Isa. A Flipped Learning Experience in Geography: A Qualitative Study using Focus Group Discussion. / Kalsum Mohd Isa Nor, Che Leh Fauziah, Junainah Mohd Isa Nor, Yazid Mohd Yunos Mohd, Othman Shahrina, Hairy Ibrahim Mohd // Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology. — 2023. — Vol. 31, No. 1. — 119–131. DOI.org/10.37934/araset.31.1.119131
- 12 Drandrov G.N.L.N. Blended learning in physical education of students / G.N.L.N. Drandrov, M.N. Van // Modern high-tech technologies. — 2024. — Vol. 6. — 140–145.
- 13 Антонова Н.Л. Модель «перевернутого обучения» в системе высшей школы: проблемы и противоречия / Н.Л. Антонова, А.В. Меренков // Интеграция образования. — 2018. — Т. 22, № 2. — С. 237–247. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.237-247
- 14 Сутоцкая М.Ю. Применение технологии перевернутого класса в ходе реализации педагогического проекта «сам себе учитель» / М.Ю. Сутоцкая, О.И. Нагорнюк // Международный центр научного партнерства «Новая Наука». Конференция: «Преподаватель года 2023». — Петрозаводск, 13 декабря 2023 г. — С. 293–297.
- 15 Оспанова Г.К. и др. Основные особенности применения методики «перевернутого класса» на уроках химии / Г.К. Оспанова и др. // Endless light in science. — 2025. — № 31. — С. 55–63.
- 16 Буракова И.С. Геймификация образовательного процесса как инструмент повышения мотивации обучающихся / И.С. Буракова // Научный журнал «Мир науки, культуры, образования». — 2023. — № 3 (100). — С. 160–162.
- 17 Гуреева Н.В. Эдьютейнмент как эффективная технология развития творческого потенциала личности в учебном процессе / Н.В. Гуреева, Л.В. Путинцева // Современные исследования социальных проблем. Электр. науч. журн. — 2016. — № 3-2 (59). — С. 88–94.
- 18 Эскендарова М.А. Использование игровых методов обучения / М.А. Эскендарова, Л.Б. Атлуханова, А.А. Эскендаров // Вестник Социально-педагогического института. — 2011. — № 1 (2). — С. 29–32.
- 19 Улезкина А.В. Использование игровых приёмов при работе с картой на уроках географии / А.В. Улезкина // Международный научный журнал «Символ науки». — 2021. — № 12-1. — С. 112–116.
- 20 Давлатова М.А. Смешанное обучение в российской школе: как меняется проектирование образовательного процесса / М.А. Давлатова // Педагогика и психология образования. — 2022. — № 3. — С. 34–54.

В.Л. Андреева, С.А. Талжанов, М.П. Еркін

«Flipped learning» технологиясын оқу практикасында қолдану (Қазақстан мен Беларусьтағы оқу орындарының мысалында)

Мақалада «төңкерілген оқыту» білім беру технологиясының айрықша ерекшеліктері қарастырылған. Оның негізгі қағидасы сыныптан тыс аудиовизуалды мазмұн арқылы оқу материалының теориялық негіздерін меңгеруде, содан кейін мұғалімнің жетекшілігімен аудиториялық сабақтар кезінде білім мен құзыреттілікті жетілдіруде жатыр. Мақалада осы әдістің пайда болуы мен дамуының қысқаша тарихы келтірілген, оның практикалық қолданудағы артықшылықтары, сипаттамалары мен қиындықтары баяндалған және төңкерілген оқыту моделін мектептегі және университеттік білім берудегі ойынға негізделген әдістермен біріктірудің тиімділігіне баса назар аударылған. Зерттеу көрсеткендей, ауыспалы оқыту интерактивті тәсілдермен үйлескенде тұрақты оқу мотивациясына, оқушылардың белсенділігіне және қажетті дағдыларды дамытуға ықпал етеді. Бұл технологияны Қазақстан мен Беларусьтің оқу орындарында енгізудің практикалық мысалдары келтірілген. Оқу нәтижелерін талдау көрсеткендей, білім беру сапасы тек үлгерімі жағынан ғана емес, сонымен қатар жалпы орта және жоғары білім беру бағдарламалары шеңберінде оқушылардың ынтасы мен көзқарасындағы өзгерістер арқылы да жақсарды.

Кілт сөздер: білім беру, мектептегі және университеттегі білім, интерактивті оқыту, білім беру технологиясы, төңкерілген оқыту, ойынға негізделген әдістер, оқушыларды ынталандыру.

В.Л. Андреева, С.А. Талжанов, М.П. Еркін

Применение технологии «перевернутого обучения» в образовательной практике (на примере образовательных учреждений Казахстана и Беларуси)

В данной статье рассматриваются отличительные особенности образовательной технологии «перевернутого обучения». Ее основной принцип заключается в освоении теоретических основ учебного материала с помощью аудиовизуального контента за пределами аудитории с последующим

совершенствованием знаний и компетенций во время аудиторных занятий под руководством преподавателя. В статье приводится краткая история возникновения и развития этого метода, описываются его преимущества, характеристики и проблемы практического применения, а также подчеркивается эффективность интеграции перевернутой модели обучения с игровыми методами как в школьном, так и в университетском образовании. В исследовании подчеркивается, что интегрированное обучение в сочетании с интерактивными подходами способствует устойчивой мотивации к обучению, вовлечению учащихся и развитию необходимых навыков. Представлены практические примеры внедрения данной технологии в учебных заведениях Казахстана и Беларуси. Анализ результатов обучения показывает, что качество образования повышается не только с точки зрения успеваемости, но и за счет положительных сдвигов в мотивации и отношении учащихся к программам общего среднего и высшего образования.

Ключевые слова: образование, школьное и вузовское образование, интерактивное обучение, образовательные технологии, перевернутое обучение, игровые методы, мотивация учащихся.

References

- 1 King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College teaching*, 41 (1), 30–35.
- 2 Mazur, E. (1997). *Peer instruction: a user's manual series in educational innovation*. New York rentice Hall, Upper Saddle River, 253 p.
- 3 Baker, J.W. (2000). The classroom flipped: Using web course management tools to become the guide on the side. *Selected Papers from 11th International Conference on College Teaching and Learning* (pp. 9–15). Cedarville University.
- 4 Zawacki-Richter, O., & Insung, J. (2023). *Handbook of Open, Distance and Digital Education*. Springer Singapore. DOI.org/10.1007/978-981-19-2080-6
- 5 Parra-González, M.E., López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero A.J., & Parra-González, M.E. (2021). Gamification and flipped learning and their influence on aspects related to the teaching-learning process. *HELIYON*, 7(2). DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06254
- 6 Fedotova, O.D., & Nikolaeva, Ye. (2017). Alternativnaia obrazovatelnaia tekhnologiia Flipped learning kak realizatsiia idei radikalnogo peresmotra organizatsionnykh osnov protsessa obucheniia [Alternative educational technology of Flipped learning as the realization of the idea of a radical revision of the organizational foundations of the learning process]. *Internet zhurnal «Mir nauki». Pedagogika i psikhologiya — The online Journal “The World of Science”*. *Pedagogy and Psychology*, 5(1), 52–59 [in Russian].
- 7 Fitria, M.I., & Wijaya, N. M. (2023). The Effectiveness of Flipped Classroom Learning Model Assisted on Padlet Platform in Geography Lessons. *Journal of Learning Geography*, 4(2), 63–68. DOI.10.23960/jlg.v4.i2.28607
- 8 Nyabochoa, G.K., Indoshi, F., & Oyoo, S. (2024). Effect of Flipped Learning Approach on Students. Achievement in Geography. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 3. DOI.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i03.23674
- 9 Suhorukova, Ye.G. (2017). Perevernytyi urok [Flipped classroom]. *Didaktika setevogo uroka: Materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi onlain-konferentsii — Didactics of the online lesson: Materials of the II International Scientific and Practical Online Conference* (pp. 50–54). Minsk, Belorusskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet imeni M. Tanka [in Russian].
- 10 Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 39(8), 12–17.
- 11 Nor Kalsum Mohd Isa, Fauziah Che Leh, Nor Junainah Mohd Isa, Mohd Yazid Mohd Yunos, Shahrina Othman, & Mohd Hairy Ibrahim. (2023). A Flipped Learning Experience in Geography: A Qualitative Study using Focus Group Discussion. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 31(1), 119–131. DOI.org/10.37934/araset.31.1.119131
- 12 Drandrov, G.N.L.N., & Van, M.N. (2024). Blended learning in physical education of students. *Modern high-tech technologies*, 6, 140–145.
- 13 Antonova, N.L., & Merenkov, A.B. (2018). Model «perevernutogo obucheniia» v sisteme vysshei shkoly: problemy i protivorechiia [Flipped Learning in Higher Education: Problems and Contradictions]. *Integratsiia obrazovaniia — Integration of education*, 22(2), 237–247. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.237-247
- 14 Sutotskaya, M.Yu., & Nagornyuk, O.I. (2023). Primenenie tekhnologii perevernutogo klassa v khode realizatsii pedagogicheskogo proekta «sam sebe uchitel» [Application of Flipped Class Technology During the Implementation of a Pedagogical Project “My Own Teacher”]. *Mezhdunarodnyi tsentr nauchnogo partnerstva «Novaia Nauka». Konferentsiia: «Prepodavatel goda 2023» — The International Center for Scientific Partnership “New Science”. Conference: “Teacher of the Year 2023”* (pp. 293–297). Petrozavodsk [in Russian].
- 15 Ospanova, G.K. et al. (2025). Osnovnye osobennosti primeneniia metodiki «perevernutogo klassa» na urokakh khimii [The main features of the application of the “inverted class” methodology in chemistry lessons]. *Endless light in science*, 31, 55–63 [in Russian].
- 16 Burakova, I.S. (2023). Geimifikatsiia obrazovatel'nogo protsessa kak instrument povysheniia motivatsii obuchaiushchikhsia [Gamification of the Educational Process as a Tool to Increase Motivation of Students]. *Nauchnyi zhurnal «Mir nauki, kul'tury, obrazovaniia» — Scientific journal “The world of Science, Culture, Education”*, 3 (100), 160–162. DOI: 10.24412/1991-5497-2023-3100-160-162 [in Russian].

17 Guremina, N.V., & Putintseva, L.V. (2016). Eduteinment kak effektivnaia tekhnologiia razvitiia tvorcheskogo potentsiala lichnosti v uchebnom protsesse [Edutainment as an Effective Technology of Creative Potential Development in the Learning Process]. *Sovremennye issledovaniia sotsialnykh problem. Elektronnyi nauchnyi zhurnal — Modern Research of Social Problems. Electronic Scientific Journal*, 3-2 (59), 88–94 [in Russian].

18 Eskendarova, M.A., Atlukhanova, L.B., & Eskendarov, A.A. (2011). Ispolzovanie igrovyykh metodov obucheniia [The use of game learning methods]. *Vestnik Sotsialno-pedagogicheskogo instituta — Bulletin of the Socio-Pedagogical Institute*, 1 (2), 29–32 [in Russian].

19 Ulezkina, A.V. (2021). Ispolzovanie igrovyykh priemov pri rabote s kartoi na urokakh geografii [Using game techniques when working with a map in geography lessons]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Simvol nauki» — International Scientific Journal “Symbol of Science”*, 12-1, 112–116 [in Russian].

20 Davlatova, M.A. (2022). Smeshannoe obuchenie v rossiiskoi shkole: kak meniaetsia proektirovanie obrazovatel'nogo protsessa [Blended learning in the Russian secondary schools: Changes in Designing Educational Process]. *Pedagogika i psikhologiia obrazovaniia — Pedagogy and Psychology of Education*, 3, 34–54. DOI: 10.31862/2500-297X-2022-3-34-54 [in Russian].

Information about the authors

Andreeva Victoria Leonidovna — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geography and Human Ecology, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: viclandreeva@gmail.com

Talzhanov Serikbolat Aldungarovich — Candidate of Geographical Sciences, Assistant Professor, Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov, e-mail: s_a_talzhanov@mail.ru

Yerkin Moldir Perizatkyzy — 2nd year master’s student of the Department of Geography, Faculty of Biology and Geography, Karaganda National Research University named after academician E.A. Buketov; e-mail: moldir.erkin.03@bk.ru

ТАБИҒИ РЕСУРСТАРДЫ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ ДАМУ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES

<https://doi.org/10.31489/3106-9649/2026-1-2.GSD/40-48>

УДК 338.483 (476):004.9

Получена: 06.01.2026 г. | Одобрена для публикации: 12.01.2026 г.

В.Л. Андреева^{1*}, А.Н. Червань², И.А. Ефимова³

¹Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка, Минск, Республика Беларусь;

^{2,3}Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

(*Корреспондирующий автор: E-mail: viclandreeva@gmail.com)

¹ORCID ID: 0000-0001-5214-4725

²ORCID ID: 0000-0002-1674-320X

³ORCID ID: 0009-0008-0725-4472

Геопространственная оценка рекреационного потенциала Браславского административного района Республики Беларусь на основе применения ГИС-технологий

В статье затронута проблема оценки рекреационного потенциала одного из административных районов Республики Беларусь. Рассматривается понятие «рекреационный потенциал» как комплексная система с точки зрения его природного (качества природных ресурсов и условий) и антропогенных категорий (качества природы, приобретенные в результате воздействия человека). Было выполнено географическое моделирование в процессе создания ГИС-проекта на примере оценки рекреационного потенциала Браславского района. Сбор и обработка материалов исследования осуществлялись на основе применения ГИС-технологий. Оценка рекреационного потенциала предполагала инвентаризацию естественных (34 фактора) и антропогенных (32 фактора) условий с присвоением балла по шкале от одного до пяти. При этом каждый фактор и категория получали уникальные идентификаторы в структуре базы данных для автоматизации процессов геопространственного и статистического анализа. Все показатели были переведены в векторный формат и представляли самостоятельные векторные слои, впоследствии объединенные в классы пространственных данных семи естественных и шести антропогенных категорий оцениваемых условий. Все результаты были объединены в пять групп: от максимального (5-ая группа) до минимального (1-ая группа) значений рекреационного потенциала. Колористика и интенсивность прокрашивания наглядно позволяют судить о показателе рекреационного потенциала.

Ключевые слова: рекреационный потенциал, балльная оценка, оценка потенциала геосистем, картографирование и пространственный анализ, комплексное управление, устойчивое развитие.

Введение

Области применения ГИС-технологий имеют достаточно широкий спектр в различных сферах деятельности человека, однако лидерами являются исследования в области наук о Земле [1–3]. Как правило, исследования проводятся в рамках мониторинга компонентов окружающей среды. Монито-

ринг как система наблюдений, учета состояния, качества и динамики природных ресурсов (полезных ископаемых, водных, земельных, лесных, биологических) и природных условий территории и экономического развития, предполагает сбор информации о состоянии объекта. Предельный запас природных и производственных ресурсов с точки зрения возможности их современного использования с учетом хозяйственного развития и социально-экономических потребностей общества определяют потенциалы территории: природно-ресурсный, социально-экономический, культурно-исторический и др.

Основоположником учения о природно-ресурсном потенциале является Н.А. Солнцев. В настоящее время природный потенциал территории определяют как совокупность природных ресурсов (полезных ископаемых, водных, земельных, биологических, рекреационных) и природных условий региона, позволяющих осуществлять максимально возможный объем производства потребительских стоимостей на данном этапе развития производительных сил и производственных отношений при условии устойчивого развития территории [4].

Изучение рекреационного потенциала предполагает не только рассмотрение его природно-ресурсного аспекта, но и сумму потенциалов, ресурсы которых используются в процессе воспроизводства туристских продуктов и непосредственно участвуют в формировании товаров и услуг, предназначенных для туристско-рекреационного потребления [5].

В современных экономических условиях комплексная оценка ресурсного потенциала территории на основе изучения и разработки стратегий экономического развития и управления природными богатствами является задачей, требующей комплексного подхода, а также учета современных глобальных трендов (цифровизация, экологизация, устойчивое развитие) и национальных интересов.

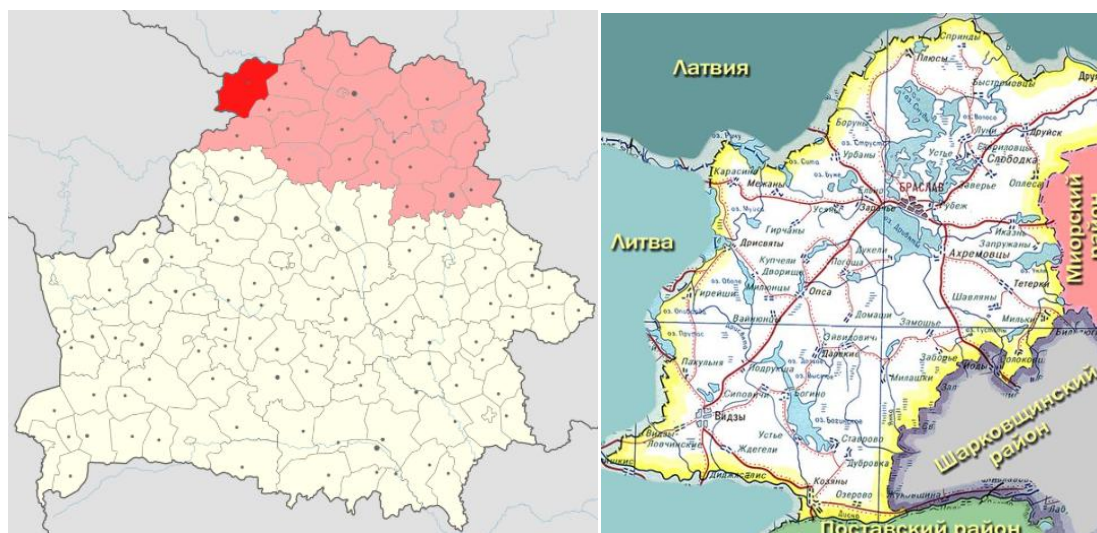
Данное понятие включает как исходные качества природы (естественные факторы), так и приобретенные в результате воздействия человека (антропогенные факторы).

Универсальным вариантом для комплексного оценивания потенциала территории является применение ландшафтного (геосистемного) подхода с применением балльной методики оценки [6–8].

Применение ГИС-технологий предполагает систематический сбор и обработку различной информации, которая может быть использована для обеспечения процесса принятия решений и управления устойчивым развитием территории.

Результаты и обсуждение

В качестве предмета исследования нами был выбран рекреационный потенциал территории как компонент природного потенциала. Поскольку объектом работы выступал Браславский административный район, учет его специфики определил изучение рекреационного потенциала. (Рис. 1).



http://braslav.vitebsk-region.gov.by/modules/document/_img/s000075_494177.jpg

Рисунок 1. Браславский район (изображен красным цветом) на административной карте Республики Беларусь (рис. 1а), границы Браславского района (рис. 1б).

Браславский административный район расположен на северо-западе Республики Беларусь в границах Витебской области. Его площадь составляет 226 955 га. По его территории проходит государственная граница с Республикой Латвия (на северо-западе), с Республикой Литва (на западе), а также район граничит с соседними районами Витебской области (Шарковщинским, Миорским, Поставским). Общая площадь Браславского района составляет 2,2 тыс. км². Районный центр — город Браслав с населением 8,9 тыс. чел. Район включает городской поселок Видзы, агрогородки Козяны и Друя, 639 сельских населенных пунктов.

Территория Браславского района, как и всей Беларуси, находится в пределах Восточно-Европейской равнины. Большую ее территорию занимает часть Балтийской гряды — Браславская конечно-моренная возвышенность, образованная в браславо-невельскую стадию поозерского (валдайского) оледенения и сложенная толщей отложений (85–100 м и более) моренного и водно-ледникового генезиса с абсолютными высотами в пределах 150–210 м. Ледниковые формы местного ландшафта покрыты чехлом водно-ледниковых и озерно-ледниковых отложений поозерского ледника, а также маломощными элювиально-делювиальными осадочными породами. Среди форм рельефа широко представлены конечно-моренные гряды и холмы, камы, озы, зандровые поля и озерные котловины. Возвышенность представляет собой относительно хорошо сохранившийся региональный эталон моренного ландшафта возвышенного типа. Между озерами Недрово и Поцех вытянута на 1,2 км классическая озовая гряда. Ее относительная высота 30–35 метров, крутизна склонов достигает 35–50°. Южная часть территории района принадлежит Дисненской низменности, отличающейся плосковолнистым и пологоволнистым рельефом [9].

Средняя температура воздуха в границах района в январе составляет 6,8°C, в июле — 17°C. Годовая сумма осадков составляет 550–580 мм, при этом коэффициент увлажнения (по Н.Н. Иванову) за теплый период равен 0,9. Вегетационный период длится 180–185 дней. Период активной вегетации (с температурой выше 10°C) составляет 130–150 дней, а продолжительность безморозного периода длится 150 дней. Сумма положительных температур за весь вегетационный период составляет 2385–2485°C [10].

Вся территория Беларуси относится к регионам с повышенной озерностью. Согласно гидрологическому районированию [10], территория района принадлежит бассейну р. Западной Двины и ее левого притока р. Дисны и относится к гидрологическому району Белорусского Поозерья. Белорусское Поозерье — это более широкое географическое название всего озерного края на севере Беларуси, сформированного ледником, частью которого и является Браславское Поозерье, включающее и другие крупные озерные системы страны, расположенные между Западной Двиной и Неманом. В целом озерность в пределах мозаичного холмисто-моренно-озерного типа рельефа для всего Белорусского Поозерья составляет более 3 %.

В Браславском районе озера занимают около 10 % площади. Здесь расположены озера, входящие в Браславскую озерно-речную систему или группу озер (наиболее крупные: Дривяты, Снуды, Струсто). Рыбопромысловое значение имеют 68 озер. Уровень грунтовых вод колеблется от 0,5 до 3–4 м, на возвышениях он понижается до 10 м.

Согласно почвенно-географическому районированию, территория административного района входит в состав Северной (Прибалтийской) провинции, северо-западного округа Браславо-Глубокского и Шарковщинско-Верхнедвинского районов. Браславская возвышенность относится к Браславо-Миорскому почвенному подрайону дерново-подзолистых суглинистых (часто смытых) почв, а примыкающая к ней Дисненская низина — к Полоцко-Шарковщинскому району дерново-подзолистых заболоченных почв, к Дисненскому подрайону суглинистых, реже глинистых почв [10].

Отличительная особенность Браславского Поозерья заключается в неоднородности структуры почвенного покрова и его мелкоконтурности (средний размер контура пашни составляет менее 2,8 га), а также высокой степени водной эродированности (18,5 % в составе пахотных земель) и каменистости почв, связанных с историей формирования территории.

Из почвообразующих пород на Браславской возвышенности доминируют моренные отложения: суглинки и супеси, часто гравийно-хрящеватые и завалуненные; характерны также водно-ледниковые отложения, представленные слоистым сортированным песчаным материалом (преимущественно кварцем), часто с моренными прослойками и линзами.

Почвообразующие породы Дисненской низины представлены в основном озерно-ледниковыми суглинками и супесями, а также тонкослоистыми отложениями приледниковых озёр — ленточными глинами. В понижениях рельефа — западинах и котловинах — распространены в качестве почвообразующей породы торфы различного генезиса и мощности.

Преобладающими типами почв здесь являются дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерновые заболоченные, торфяно-болотные и пойменные. Для Браславской гряды распространение имеют дерново-подзолистые песчаные, реже супесчаные автоморфные почвы, развивающиеся на конечно-моренных супесях и песках, подстилаемых моренными песками и суглинками. В границах Дисненской низины почвы мозаично распространены все виды болотных почв различной мощности.

Согласно геоботаническому и лесорастительному районированию Беларуси, территория района расположена в зоне хвойно-широколиственных лесов и относится к подзоне широколиственно-еловых (дубово-темнохвойных) лесов. Леса на севере района представлены сочетанием хвойных еловых и сосновых древостоев мшистой и кисличной серии на рыхлых и двучленных с водоупором почвах. В южной пониженной части характерны небольшие массивы еловых орляковых и сосновых черничных лесов с участием березовых таволговых лесов в сочетании с растительностью болот разного типа, характеризующиеся сосновыми и еловыми лесами осоково-сфагновыми и долгомошными с участием еловых лесов черничной серии.

На территории Браславского района велика доля особо охраняемых природных территорий. Около 30 % его площади занимает Национальный парк «Браславские озера» (более 64 тыс. га), два гидрологических заказника «Ричи» и «Сита» (около 1800 га), 22 памятника природы республиканского и 7 — местного значения.

Источниками информации для создания базы данных (БД) для оценки рекреационного потенциала Браславского района послужили материалы Национального атласа Республики Беларусь, разномасштабные карты и планы Браславского района. Весь картографический материал был отсканирован, привязан к местности и переведен в векторный формат хранения данных с последующим заполнением атрибутивных таблиц на основе легенд карт. Имеющиеся растровые и векторные данные, а также информационные таблицы объединены в базу геоданных Recreation.mdb и откорректированы топологически.

Все естественные и антропогенные условия, оказывающие прямое и косвенное влияние на рекреационный потенциал, были сгруппированы в две группы. К первой относят естественные условия: геолого-геоморфологические условия, климатические показатели, водные ресурсы, растительный и животный мир, почвы, ландшафтные условия, охрану природы. Ко второй группе относят антропогенные: добыча полезных ископаемых, промышленность, сельское хозяйство, дорожная сеть и коммуникации, селитебные территории, туризм и рекреация.

Согласно схеме на рис. 1, оценка рекреационного потенциала Браславского района подразумевает инвентаризацию естественных (34 фактора) и антропогенных (32 фактора) условий с системной оценкой их и присвоением им условного балла по шкале от одного до пяти. Факторы были проранжированы и им присужден условный балл от -5 до 5, значение 0 характерно для территории, не включенной в поле исследований. Суммарная оценка баллов каждого из факторов естественного и антропогенного позволяет облегчить получение итоговой оценки рекреационного потенциала территории.

Наибольшее значение в оценке потенциальной рекреации имеют: из естественных — водные ресурсы, растительный и животный мир, особо охраняемые природные территории и рельеф территории; из антропогенных — добыча полезных ископаемых, объекты промышленности, организации туризма и рекреации.

Каждый фактор и категория в целом получили уникальные идентификаторы в структуре базы данных для автоматизации процессов геопространственного и статистического анализов. Так, например, идентификатор «e7_2_3_2» обозначает охранную зону (вторая цифра 2) территории ландшафтных (цифра 3) заказников республиканского и местного значения (первая цифра 2), относящуюся к категории «Охрана природы» (e7) в ходе оценки рекреационного потенциала.

Сумма факторов, объединяемая условием влияния на рекреационный потенциал, составляет соответствующую категорию. Проводится поправка к условному баллу всех факторов в категориях по шкале от 1,0 до 1,5 с шагом 0,1, согласно рисунку 2.

Наименьшую поправку к оценочному баллу получили факторы категорий: почвенный покров территории района, физико-географические условия и наличие селитебных территорий. К факторам перечисленных территорий применяется поправочный коэффициент 1,5. Таким образом, условия, имеющие наиболее благоприятную и негативную роль в рекреационном потенциале, стали еще более значимыми в итоговой оценке.

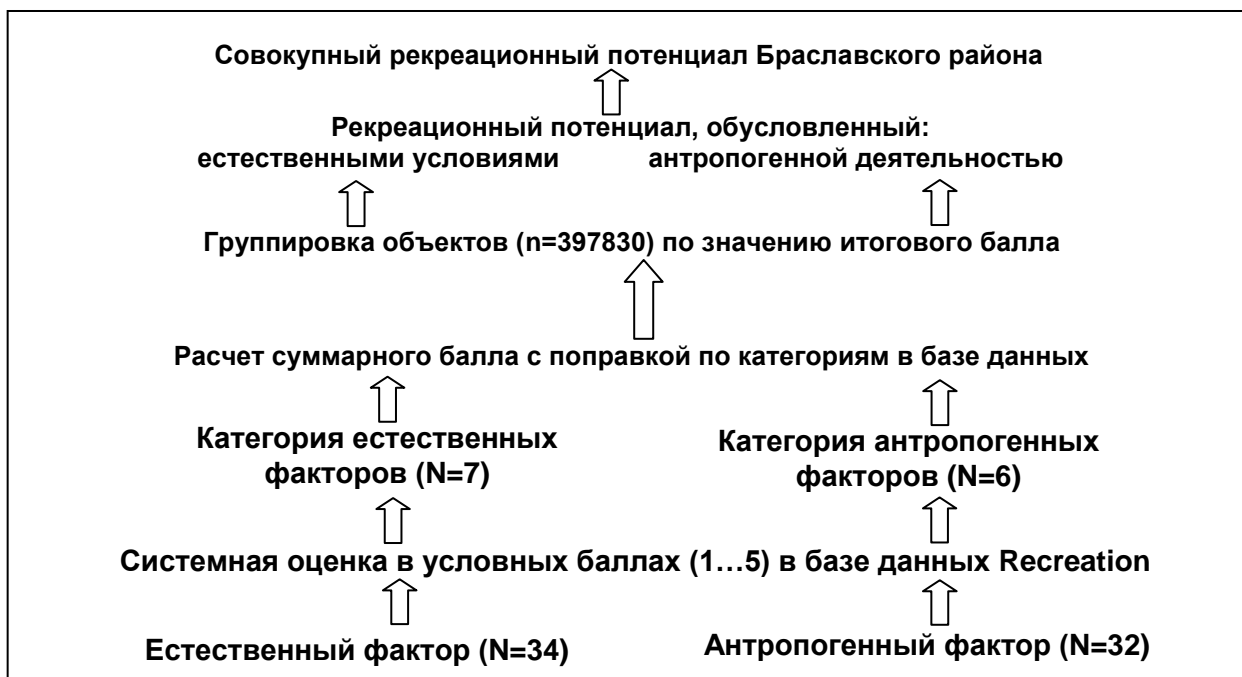


Рисунок 2. Схема оценки рекреационного потенциала Braslavsky district

Все факторы переведены в векторный формат и представлены в структуре БД как пространственные данные — слои в единой системе координат. Это позволило провести геопространственный анализ, то есть пересечения слоев с объединением информации атрибутивных таблиц, содержащих оценочные баллы в разрезе полигональных объектов каждого фактора. Геосистемная оценка условий рельефа местности потребовала создания цифровой модели рельефа с построением GRID-поверхностей относительных превышений, уклонов, длины и экспозиции склонов. С использованием программного инструмента — «калькулятора растров» — поверхности пересечены друг с другом, классифицированы по пяти группам в соответствии с градацией условных баллов оценки потенциала и переведены в векторный формат.

В результате получены классы пространственных данных семи естественных и шести антропогенных категорий оцениваемых условий. На рис. 3 приведен пример оценки в разрезе категорий.

Пространственное пересечение информации классов пространственных данных категорий факторов с учетом поправки к каждой записи в атрибутивных таблицах позволило получить совокупное значение всех естественных и антропогенных условий рекреации (рис. 4, 5).

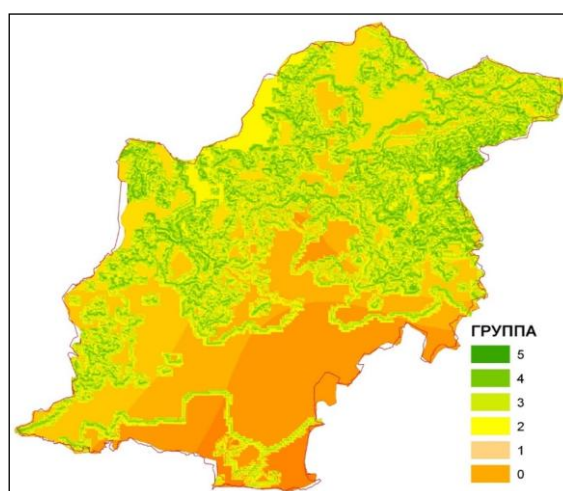


Рисунок 3. Совокупная оценка рельефа (категория E1) в рекреационном потенциале Braslavsky district Витебской области

Результаты объединены в пять групп значения рекреационного потенциала Браславского района. Используя данную группировку, можно делать выводы о местоположении территории с наивысшим (группа 5) и наименьшим (группа 1) рекреационным потенциалом, что открывает возможности проектирования территории объектов туризма и рекреации населения.

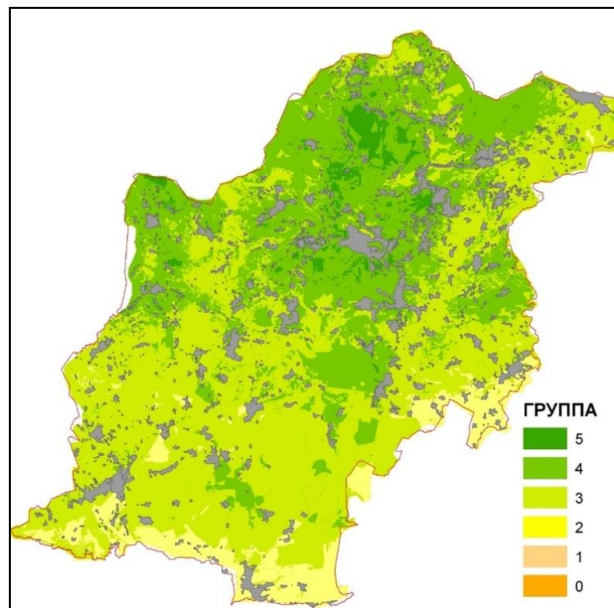


Рисунок 4. Карта результатов геосистемной оценки совокупности естественных условий в рекреационном потенциале Браславского района Витебской области

Судя по интенсивности и цвету окрашивания различных участков карты Браславского района (рис. 4), созданной с помощью ГИС-технологий, можно судить об оценке ресурсного потенциала административного района. Так северо-западная, северо-восточная и центральная часть его территории, относится к наиболее благоприятной для рекреации, при ее рассмотрении на основе учета естественных природных условий. Причем участок, относящийся к северо-западной и центральной части национального парка «Браславские озера», получил высшую категорию оценки.

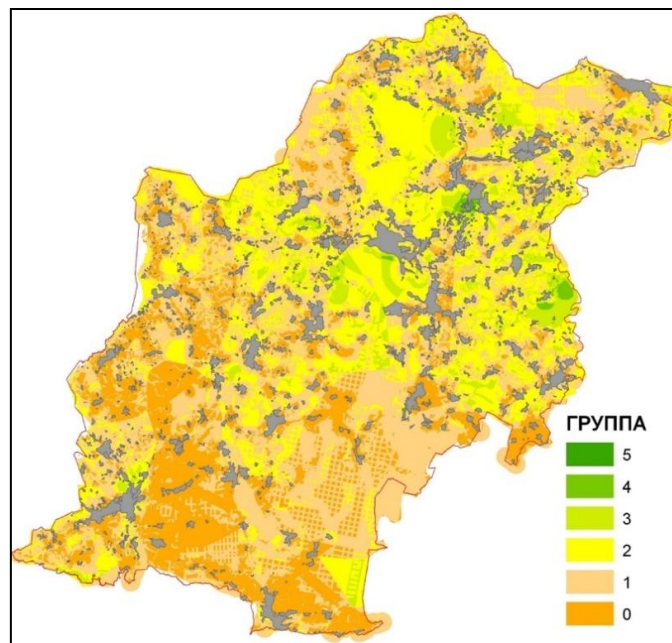


Рисунок 5. Карта результатов геосистемной оценки совокупности антропогенных условий в рекреационном потенциале Браславского района Витебской области

К менее благоприятным относятся небольшая площадь земель на крайнем юге и юго-востоке Браславского района.

Анализ карты (рис. 5) выявил недостаточно высокий уровень рекреации с точки зрения ее антропогенных условий (наличие транспортных сообщений, оздоровительных объектов, степень близости от поселений и т.п.), хотя значение балла 4 имеется в центральной и в восточной частях района. Южная и юго-западная часть Браславского района имеют невысокие показатели (значение 1) по рассматриваемой категории, что объясняется здесь высокой плотностью поселений и объектов промышленности.

Следовательно, рекреационный потенциал северной и центральной части Браславского района значительно выше, чем юго-восточные и тем более юго-западные его части.

Заключение

Рекреационный потенциал административного района может быть изучен на основе географического моделирования с помощью ГИС-технологий. Изначально выполняется инвентаризация естественных и антропогенных условий. В свою очередь, естественные условия оценивались по 34 позициям, например: рельеф, водные ресурсы, растительный и животный мир, особо охраняемые природные территории и территории района, а антропогенные включали 32 фактора, среди них добыча полезных ископаемых, объекты промышленности, организации туризма и рекреации. При этом каждый фактор и категория получали уникальные идентификаторы в структуре базы данных для автоматизации процессов геопространственного и статистического анализов. Каждый фактор оценивался по шкале от одного до пяти. Все показатели были переведены в векторный формат и были объединены в классы пространственных данных семи естественных и шести антропогенных категорий оцениваемых условий. Все результаты были объединены в пять групп: от максимального (5-я группа) и минимального (1-я группа) значений рекреационного потенциала. Колористика и интенсивность прокрашивания наглядно позволяет судить о показателе рекреационного потенциала.

Список литературы

- 1 Байков К.С. Изучение почвенного покрова Чингирлауского района Западно-Казахстанской области Республики Казахстан на основе применения технологии / К.С. Байков, Т.К. Салихов, С.З. Елюбаев, Т.С. Салихова // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). — 2022. — Т. 27, № 6. — С. 73–88.
- 2 Егидарев Е.Г. Эколого-ландшафтное зонирование прибрежной зоны Владивостокской агломерации / Е.Г. Егидарев // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. — 2025. — № 1. — С. 56–72. DOI:10.55959/MSU0579-9414.5.80.1.4.
- 3 Цай С.С. Использование оптико-электронных материалов съемки с беспилотных летательных аппаратов для контроля качества несомкнувшихся лесных культур хвойных пород / С.С. Цай, М.А. Ильючик, И.В. Толкач, Е.А. Шульга // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. — 2025. — № 2 (294). — С. 5–13.
- 4 Аскар Т.Д. Сущность и научные основы природно-ресурсного потенциала в региональной экономической системе / Т.Д. Аскар // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Серия общественных наук. — 2025. — Т. 102, № 1. — С. 117–124. DOI:10.24412/3005-8023-2025-1-117-124.
- 5 Онищенко Е.В. Природно-рекреационный потенциал региона: возможности и перспективы использования в постпандемийный период / Е.В. Онищенко, В.А. Слеченко // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. — 2021. — Т. 7. — Вып. № 3. DOI: 10.18413/2408-9346-2021-7-3-0-4.
- 6 Семенов Ю.М. Учение о геосистемах как основа развития концепции сотворчества человека с природой / Ю.М. Семенов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Сер. Науки о Земле. — 2025. — Т. 25. — Вып. 3. — С. 156–162. DOI: 10.18500/1819-7663-2025-25-3-156-162.
- 7 Андреева В.Л. Оценка потенциала почвенно-земельных ресурсов территорий Белорусского Поозерья, выполненная на основе анализа структуры почвенного покрова / В.Л. Андреева // Почвы в биосфере: сб. мат-лов Всерос. науч. конф. с Междунар. участием, посв. 50-летию ин-та почвовед. и агрохимии СО РАН, 10–14 сент. 2018 г., г. Новосибирск / отв. ред. А.И. Сысо. — Томск: Издат. дом Томск. гос. ун-та, 2018. — Ч. II. — С. 361–365.
- 8 Щерба В.Н. Оценка состояния и перспективы развития системы землепользования южной лесостепи Омской области / В.Н. Щерба, О.Н. Долматова // Московский экономический журнал. — 2022. — № 5. — С. 107–122.
- 9 Марцинкевич Г.И. Ландшафтоведение: учеб. пособие / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастливая. — Минск: ИВЦ Минфина, 2014. — 252 с.
- 10 Нацыянальны атлас Беларусі. — Мінск: Мінская друк. фабрыка, 2024. — 348 с.

В.Л. Андреева, А.Н. Червань, И.А. Ефимова

ГАЗ технологияларын қолдану негізінде Беларусь Республикасының Браслав әкімшілік ауданының рекреациялық әлеуетін геокеңістіктік бағалау

Мақалада Беларусь Республикасының әкімшілік аудандарының бірінің рекреациялық әлеуетін бағалау мәселесі қозғалды. «Рекреациялық әлеует» ұғымы оның табиғи (табиғи ресурстардың сапасы мен шарттары) және антропогендік категориялары (адамның әсерінен алынған табиғат қасиеттері) тұрғысынан кешенді жүйе ретінде қарастырылады. Браслав ауданының рекреациялық әлеуетін бағалау мысалында ГАЗ жобасын құру процесінде географиялық модельдеу жүргізілді. Зерттеу материалдарын жинау және өңдеу ГАЗ технологияларын қолдану негізінде жүзеге асырылды. Рекреациялық әлеуетті бағалау бірден беске дейінгі шкала бойынша балл бере отырып, табиғи (34 фактор) және антропогендік (32 фактор) жағдайларды түгендеуді көздеді. Бұл ретте әрбір фактор мен санат геокеңістіктік және статистикалық талдау процестерін автоматтандыру үшін деректер құрылымында бірегей идентификаторларды алды. Барлық көрсеткіштер векторлық форматқа ауыстырылды және кейіннен бағаланатын жағдайлардың жеті табиғи және алты антропогендік санаттарының кеңістіктік деректер кластарына біріктірілген тәуелсіз векторлық кабаттарды ұсынды. Алынған нәтижелер бес топқа біріктірілді: рекреациялық потенциалдың максималды (5-інші топ) және минималды (1-інші топ) мәндерінен. Түстердің түсі мен қарқындылығы рекреациялық әлеуеттің көрсеткішін нақты бағалауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: рекреациялық потенциал, балдық бағалау, геожүйелердің потенциалын бағалау, картаға түсіру және кеңістіктік талдау, кешенді басқару, тұрақты даму.

V.L. Andreeva, A.N. Chervan, and I.A. Efimova

Geospatial assessment of the recreational potential of the Braslav Administrative Region of the Republic of Belarus based on the use of GIS technologies

The article addresses the problem of assessing the recreational potential of one of the administrative regions of the Republic of Belarus. The concept of “recreational potential” is treated as a complex system, comprising natural (quality of natural resources and conditions) and anthropogenic (qualities shaped by human influence) components. Geographical modeling was performed through the creation of a GIS project, using the Braslav region as a case study. The collection and processing of research materials are carried out using GIS technologies. Assessment of recreational potential involved an inventory of natural (34 factors) and anthropogenic (32 factors) conditions, each scored on a scale from one to five. Unique identifiers were assigned to each factor and category in the database to automate geospatial and statistical analyses. All indicators were converted to vector format and represented as independent vector layers, which were later combined into spatial data classes of seven natural and six anthropogenic categories. The results were classified into five levels, from minimum (group 1) to maximum (group 5) recreational potential. The color scheme and intensity of the visualization clearly indicate the level of recreational potential.

Keywords: recreational potential, scoring, assessment of the potential of geosystems, mapping and spatial analysis, integrated management, sustainable development.

References

- 1 Baykov, K.S., Salikhov, T.K., Yelyubaev, S.Z., & Salikhova, T.S. (2022). Izuchenie pochvennogo pokrova Chingirlauskogo raiona Zapadno-Kazakhstanskoi oblasti Respubliki Kazakhstan na osnove primeneniia tekhnologii [Study of the soil cover of the Chingirlau district of the West Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan based on the use of GIS technologies]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii — Bulletin of Siberian State University of Geosystems and Technologies*, 27, 6, 73–88 [in Russian].
- 2 Egidarev, E.G. (2025). Ekologo-landshaftnoe zonirovaniye pribrezhnoi zony Vladivostokskoi aglomeratsii [Ecological and landscape zoning of the coastal zone of the Vladivostok agglomeration]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya — Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography*, 1, 56–72. DOI:10.55959/MSU0579-9414.5.80.1.4 [in Russian].
- 3 Tsai, S.S., Piyuchik, M.A., Tolkach, I.V., & Shulga, E.A. (2025). Ispolzovanie optiko-elektronnykh materialov semki s bespilotnykh letatelnykh apparatov dlia kontrolya kachestva nesomknuvshikhsia lesnykh kultur khvoinykh porod [Using optical-electronic materials from unmanned aerial vehicles for quality control of unclosed coniferous forest crops]. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya 1. Lesnoe khoziaistvo, prirodopolzovanie i pererabotka vozobnovliaemykh*

ресурсов — *Proceedings of the Belarusian State Technological University. Series 1. Forestry, Environmental management and processing of renewable resources*, 2(294), 5–13 [in Russian].

4 Askar, T.D. (2025). Sushchnost i nauchnye osnovy prirodno-resursnogo potentsiala v regionalnoi ekonomicheskoi sisteme [The essence and scientific foundations of natural resource potential in the regional economic system]. *Vestnik Tadjikskogo gosudarstvennogo universiteta prava, biznesa i politiki. Seriya obshchestvennykh nauk — Bulletin of the Tajik State University of Law, Business and Politics. Series of Social Sciences*, 102(1), 117–124. DOI:10.24412/3005-8023-2025-1-117-124 [in Russian].

5 Onishchenko, E.V., & Slechenko, V.A. (2021). *Prirodno-rekreatsionnyi potentsial regiona: vozmozhnosti i perspektivy ispolzovaniia v postpandemiinyi period* [Natural and recreational potential of the region: opportunities and prospects for use in the post-pandemic period]. *Nauchnyi rezultat. Tekhnologii biznesa i servisa — Scientific result. Business and Service Technologies*, 7(3). DOI: 10.18413 / 2408-9346-2021-7-3-0-4 [in Russian].

6 Semenov, Yu.M. (2025). *Uchenie o geosistemakh kak osnova razvitiia kontseptsii sotvorchestva cheloveka s prirodou* [The doctrine of geosystems as the basis for the development of the concept of human co-creation with nature]. *Izvestiia Saratovskogo universiteta. Novaia seriya. Seriya Nauki o Zemle — Proceedings of the Saratov University. A new series. Series: Earth Science*, 25(3), 156–162. DOI:10.18500/1819-7663-2025-25-3-156-162 [in Russian].

7 Andreeva, V. L. (2018). Otsenka potentsiala pochvenno-zemelnykh resursov territorii Belorusskogo Poozeria, vypolnenaia na osnove analiza struktury pochvennogo pokrova [Assessment of the potential of soil and land resources of the territories of the Belarusian Lake region, based on the analysis of the soil cover structure]. *Pochvy v biosfere: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s Mezhdunarodnym uchastiem, posviashchennoi 50-letiiu Instituta pochvovedeniia i agrokhimii SO RAN — Soils in the biosphere: a collection of materials of the All-Russian Scientific conference with international participation, dedicated to the 50th anniversary of the Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS* (pp. 361–365). Part II. Novosibirsk, September 10–14. Tomsk: Izdatelskii Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [in Russian].

8 Shcherba, V.N., & Dolmatova O.N. (2022). Otsenka sostoiianiia i perspektivy razvitiia sistemy zemlepolzovaniia yuzhnoi lesostepi Omskoi oblasti [Assessment of the state and prospects of development of the land use system of the southern forest-steppe of the Omsk region]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal — Moscow Economic Journal*, 5, 107–122 [in Russian].

9 Martsinkevich, G.I., & Schastaya I.I. (2014). *Landshaftovedenie: uchebnoe posobie* [Landscape science: a textbook]. Minsk: Informatsionno-Vychislitelnyi Tsentr Minfina [in Russian].

10 (2024). *Natsyianalny atlas Belarusi* [National Atlas of Belarus]. Minsk: Minskaia druk. fabryka [in Belarusian].

Сведения об авторах

Андреева Виктория Леонидовна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры географии и экологии человека факультета естествознания УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», Минск, Республика Беларусь; e-mail: viclandreeva@gmail.com

Червань Александр Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, Минск, Республика Беларусь; e-mail: chervanalex@mail.ru

Ефимова Ирина Аркадьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, Минск, Республика Беларусь; e-mail: missinari@mail.ru

Information about the authors

Andreeva Viktoria Leonidovna — PhD in Agriculture, Associate Professor of the Department of Geography and Human Ecology, Faculty of Natural Sciences, Maxim Tank Belarusian State Pedagogical University, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: viclandreeva@gmail.com

Chervan Alexander Nikolaevich — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Soil Science and Geoinformation Systems, Faculty of Geography and Geoinformatics, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: chervanalex@mail.ru

Efimova Irina Arkadyevna — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Soil Science and Geoinformation Systems, Faculty of Geography and Geoinformatics, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus; e-mail: missinari@mail.ru

О.Т. Айдаров^{1*}, Г.Б. Тоқтағанова², Г.А. Назарова³, Г.Б. Абиева⁴

^{1,2,3}Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан;

⁴Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан

(*Хат-хабарға арналған автор. E-mail: aidarov_orazhan@mail.ru)

¹ORCID ID 0000-0001-7737-8245

²ORCID ID 0000-0002-9191-9703

³ORCID ID 0000-0002-3872-9951

⁴ORCID ID 0009-0009-9410-6343

Сырдария өзені атырауы ландшафтарының қазіргі жағдайы және экологиясы

Мақалада Арал теңізінің экологиялық зардабын көріп отырған Сырдария өзені атырауы ландшафтарының экологиялық жағдайы мен қазіргі күйі туралы айтылған. Кіріспеде аймақтың табиғи ландшафтары мен ландшафтардың игерілу тарихына сипаттама берілген. Жұмыстың өзектілігі мен мақсат-міндетіне, зерттеудің теориялық және әдістемелік негіздеріне тоқталған. Аймақтың геологиялық құрылымы және жер бедері, соның негізінде топырақ жабыны мен өсімдіктер жамылғысының экологиялық күйі суреттелген. Антропогендік әсердің ландшафтың бүкіл аумағында болмаса да басым ауданында адамның шаруашылығы әсерінен бір немесе бірнеше компоненттерінің түбегейлі өзгеріске ұшырауы айтылған. Болашақта шешімін табуға қажетті мәселелер де қарастырылған.

Кілт сөздер: Сырдария, атырау ландшафтары, геокешен, антропоген, табиғи ландшафт, көліктік ландшафтар, терриконниктер, агроландшафтар, карьерлі-үйінді жер.

Kipicne

Қоғам мен табиғи орта арасындағы қарым-қатынастың нәтижесі ертеден-ақ әр түрлі саладағы ғалымдардың назарын аударып келгенімен, осы уақытқа дейін толығымен шешімін таппаған мәселенің бірі болып отыр. Бұл мәселені дұрыс шешу — бүкіл әлем халқының алдында тұрған міндет, өйткені бүгінгі таңда табиғи процестердің дамуында орын алып отырған жағымсыз құбылыстарды жою немесе мүлдем болдырмау шараларымен адамзаттың болашақтағы өмір сүруі тікелей байланысты екендігі мәлім. Мысалы, XX ғасырдың екінші жартысында тек ірі капиталдық елдер ғана табиғи ресурстарды осыдан жүз жылдың бұрынғымен салыстырғанда 30-40 есе артық пайдаланған. Егін шаруашылығы үшін көп территорияны жырту, орман ағаштарын кесу, өртеу, эрозия, дефляция, атмосфералық ауаның ластануы құрлық пен дүниежүзілік мұхит суының ластануы, урбанизация деңгейінің артуы және қазба байлықтарды мол өндіру барлығы табиғи орта тепе-теңдігін бұзып, табиғи ландшафтардың сапасын табиғи әлеуметтік тұрғыдан нашарлататыны анық.

Табиғи жағдайда әрбір ландшафт өздігінен қайтып орнына келетін жүйе болып табылады. Сондықтан табиғи ландшафтың бір ғана компоненті өзгересе, оның экологиялық тепе-теңдігі бұзылады: нәтижесінде ландшафтың ішкі морфологиялық құрылымы толығымен өзгереді немесе осы өзгерістерді жоюға тырысады. Осылай, адам әсерінен өзгерген немесе жасанды пайда болған антропогендік ландшафтар модификациясы қалыптасады.

Егер адамзат қоғамы биосферадағы тіршілікті сақтап қалғысы келсе, онда ол табиғат байлықтарына және оларды пайдалануға деген көзқарастарын күрт өзгертуі қажет.

Мамандардың мәліметтері бойынша, адамда кездесетін науқас түрлерінің 50 %-дан артығы қоршаған ортаның ластануына тікелей байланысты екен [1].

Республика аумағының 8,4 пайызын мемлекеттік орман қоры алып жатса (4 % таза орманды жерлер), оның 3 пайызға жуығы қорғалатын табиғи ландшафтар. Мамандардың бағалауынша, негізгі ландшафтарды табиғи түрге жақындау етіп сақтау үшін жер бетінің кемінде 30 %-ды қорғауға алу қажет. Бүгінгі таңда 2 %-ы ғана қорғауға алынған. Ал табиғи жағдай мен ландшафтарды, өсімдік пен жануарлар дүниесін біршама сақтап қалу үшін Қазақстанда жер көлемінің кемінде 5 %-ды қорғауға алу керек. Мысалы, жер көлемі біздің республикамыздың аумағынан бірнеше есе кіші Германияда 735 қорықша, 400-ден астам ландшафтық қорықшалар, 9100 табиғат ескерткіштері бар. Ал Қазақстан

Республикасы бойынша не бары 10 мемлекеттік қорық, 62 қорықша (оның 42-сі — зоологиялық, 18-і — ботаникалық, 2-еуі — палеонтологиялық), 4-еуі ұлттық парк және 24-тен астам табиғат ескерткіштері бар [2].

Бүгінгі таңда Сырдария суының азаюы, аумақтың құрғақшылықты басынан өткеруі, оған қоса Сыр суының шектен тыс ластануы (Республикада Нұра өзенінен кейінгі екінші ең лас өзен) [3] егіншілікке кері әсерін тигізіп отыр. Қызылорда облысы республикадағы ежелден халық қоныстанған аймақтың бірі. Археологиялық және тарихи мәліметтерге жүгінсек, тау кендерін өндіру сонау ерте замандардан басталған. Оған дәлел Қаратау баурайындағы қола, мыс дәуіріндегі шахталар мен үңгірлердегі мекенжайлар (Қаратаудағы Бесарық тұсындағы «Қатын қамал» үңгірі, Алтынды, Күмісті т.б.).

«Облыс аумағымен “Ұлы Жібек” жолының солтүстік тармағы өтіп жатты. Ол арқылы Қытайдың жібегі мен Үндістанның бағалы тастары Еуропаға, Ұлы Сібір елдеріне жеткізіліп отырды. Осы жерде Оғыздар тұсындағы Жанкент, Қыпшақ мемлекетінің үлкен сауда-саттық және саяси орталығы болған — Сығанақ сияқты қалалардың орындары бар. Сығанақты «Қыпшақ даласының гаваны» деп атаған. Тағы бір айта кететін жайт Жошы ұрпағы Сығанақты «Ақ орда» орталығы етіп, онда теңге шығарды» [4].

Ықпал заманның өзінде Сыр елінің табиғатына сипаттама берген кемеңгер, абыздар көп. Соның бірі Асан қайғы бабамыз Сыр өлкесін көргенде: «— Ей, Ақмешіт, жері шаң екен, суың жар екен, әр бұтаның түбінде кесек етің бар екен. Елің жұтамас, малыңның көзіне сақ бол!», — деген екен [4]. Осы сипаттаманың өзі сол кездегі Сырдың төменгі ағысының табиғи ландшафтысының сипатын келтіріп тұр. Яғни, өсімдік пен жабайы жануарларға бай екендігін айтады. Ал Рузбахани «Мехмоннама и Бұхара» атты жазбасында Сыр өңірі туралы былай дейді: «Сырдариядан бұрып алған арықтармен егістік суарылады, өңделмелі егістік алқаптары түрлі жеміс-жидек, өнімдерге бай, даланы шалғын, көк жасыл ағаштар көмкерген, онда қой секілді жабайы ешкілер (қарақұйрық), ақ бөкендер өріп жүреді» [5]. Бұл сөзде, Сыр бойында ежелден егістікпен айналысқан отырықшы халық мекен еткенінің айғағы. Деректер бойынша Сыр өңірінде «Тұран жолбарысы» мекен еткен, оның соңғысын Арал балықшылары 1948 аулаған. Бекчурин осы маңнан жабайы жылқы — тарпандарды көргенін айтады [6].

Қызылорда облысы аумағының көп бөлігіне әскери-өндірістік кешендер (Қызылқұм, Тартоғай, Ленинск), Байқоңыр ғарыш айлағы (Қармақшы, Қазалы аудандары), Арал теңізінің тартылған табанының зардаптары әсер етеді.

Қызылорда облысы аумағының табиғатына көп жылдық зерттеулерді сараптағанда, қазіргі экологиялық жағдайында, барлық табиғат зоналарында адам әрекетінің теріс ықпалын көптеп кездестіреміз. Солардың ішінде табиғи ландшафт келбетіне ең негізгі әсер еткендер: а) егін шаруашылығының зардабы; ә) малды ретсіз жаю; б) тоғайлықтарды бау-бақшалыққа ашу; в) борпылдақ шаң-тозаңды топырақты жырту; г) мұнай құбырлары және автокөлік жол тораптарын салу: Құмкөл–Қызылорда, Құмкөл–Қарақойын мұнай құбыр және Батыс Еуропа — Батыс Қытай тас жолы т.б.

Облыстың шөл және шөлейт аймақтарының онан әрі шөлейттенуіне климаттық жағдай да қосымша әсер етіп отыр. Ол әсіресе Сырдария суының тартылуынан соң қатты айқындықпен байқалуда.

Сырдария суының азаюы өңірдің қабат аралық (жерасты) су деңгейінің төмендеуіне әсер етіп отыр. Сөйтіп аумақтың шөлденуінен табиғи аридтік ландшафт ауданының қысқаруына әсер етіп және өсімдіктер мен көптеген жануарлардың өмір сүру аймағын тарылтуда. Мемлекетіміздің Қызыл кітабына облысымыздың аумағын мекендейтін сүт қоректілерден — 7, құстардан — 24 (мұның ішінде ұялайтыны, қыстайтыны, ұшып өтетіні бар), бауырымен жорғалаушылардан — 1 (келес — серый варан), балықтардан — 7, өсімдіктерден — 12 түр енген. Сирек кездесетін және құрып кету қаупі бар түрлерді қорғау үшін облыста 1 мемлекеттік қорық, 2 қорықша ұйымдастырылған, бірақ қорықшалардағы тәртіп олардың қатаң ережелерін сақтай бермейді.

Жұмыстың өзектілігі: Қоғамның тарихи даму барысында табиғи ресурстарды дұрыс пайдаланбаудың жағымсыз жақтары табиғи орта емес адамзат үшін де қолайсыз болып отырғаны анық. Өйткені кейбір ресурстарды ысырап етіп пайдаланудан оларды жасанды түрлерімен ауыстыруға мәжбүрлік етеді. Ол табиғаттағы ландшафтардың тепе-теңдігінің бұзылуына септігін тигізетіндіктен табиғи ландшафтарға адамның әсерін жан-жақты зерттеп, оларды сақтап қалуды алдын-алу шараларын қарастырудан туындап отыр. Соңғы 30 жылда Арал теңізінің тартылуы мен

Сырдария суының азаюы бұл өңірдегі табиғи ландшафтың өзгеруіне әкеліп соқтырды. 2009 жылдан «Батыс Европа — Батыс Қытай» автомагистралы жобасының қолға алынуы, бұл автобанның 812 шақырымы облыс аумағы арқылы өтетін болғандықтан, Сырдың төменгі ағысының табиғи ландшафтысына тигізер кері әсері де жоқ емес. Сондықтан Сырдарияның төменгі ағысындағы құрып кету қаупі бар экожүйенің, ландшафтың алуан түрлілігін сақтап қалу, сонымен қатар Сырдария суының тартылуы мен аймақтың құрғақтануынан ландшафтың басқа да табиғи ерекше құрам бөлшектерін қорғау қажеттілігінен туындап отыр: а) Сырдариялық Қарату етегіндегі тау-кен өндірісінің әсерінен бұзылып жатқан таулық ландшафтарды қорғау қажеттілігінен; б) әлеуметтік тұрғыдан рекреациялық аймақтарға сұраныстың артуы мен табиғи ландшафтардың экологиялық күйін талдап, қайта қалпына келтіру қажеттігі; в) Батыс Европа — Батыс Қытай тас жолы бойындағы табиғи ландшафтардың мүмкіндігінше бұзылуын болдырмау.

Жұмыстың басты мақсаты Сырдарияның төменгі ағысындағы қорғауды қажет ететін табиғи ландшафтарына антропогендік факторлардың әсерін жан-жақты талдап, олардың таралу аумағын анықтап, қалпына келтіру шараларын ұсыну.

Бұл мақсатқа жету үшін келесі мәселелер қарастырылды:

- геокешендердің табиғи даму тенденциясы зерттеу;
- антропогендік факторлардың әсер ету кезеңдерін анықтау;
- антропогендік ландшафтардың пайда болу ерекшеліктерін талдау;
- Сырдарияның төменгі ағысындағы ландшафтың алуан түрлілігін зерттеу, табиғат қорғау дәрежесіне талдау жасау;
- антропогендік факторларды анықтай отырып табиғи ландшафтарды қалпына келтіру шарттарын құрастырып, талдау жасау;
- антропогендік әрекеттің әсерінен болатын зардаптардың табиғи ландшафтың дамуы мен қайта қалпына келу мүмкіндігін болжайтындай Сырдарияның төменгі ағысында өңірінің табиғат қорғау жүйесінің болашақ жобасын жасау;
- Сырдарияның төменгі ағысында ландшафтардың табиғи келбетін қорғау шараларын құрастыру;
- Батыс Европа — Батыс Қытай тас жолы бойындағы құрылыс жұмыстарының табиғи ландшафтқа әсеріне баға беру.

Материалдар мен әдістер

Зерттеуіміздің басты нысаны Сырдарияның төменгі ағысындағы шөл және шөлейт зоналарының бұрыннан бар табиғи және антропогендік ландшафтары. Сырдарияның төменгі ағысындағы шөл және шөлейт зоналарының ландшафтарының алуан түрлілік дәрежесі зерттелді және талдау жасалынды.

Батыс Европа — Батыс Қытай автобанының жол бойындағы табиғи ландшафтардың адам әрекеті нәтижесінен өзгеріске ұшырауы зерттелді. Осыған орай халықшаруашылығының қарқынды жүріп жатқан аймақтарында ландшафтың салыстырмалы аз өзгерген түрлерін эталон ретінде сақтап қалу қажеттігі анықталды.

Жұмысты жазу барысында Қызылорда облыстық экология және биоресурстар қоры комитеті, Облыстық және аудандық орман, аң және балық шаруашылығы бөлімшелерінің мәліметтері, «Казгипроземнің» облыстағы филиалының, облыстық ауылшаруашылық басқармасы, облыстық қоршаған ортаны қорғау комитеті, облыстық мұрағат мәліметтері пайдаланылды.

Сонымен қатар жұмыстың мақсатына жету үшін Сырдарияның төменгі ағысының әртүрлі аймақтарында Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің ғалымдарымен ұйымдастырылған ғылыми экспедицияның (1999-2012 жылдар) мәліметтері кеңінен пайдаланылды және авторлар далалық бақылау-зерттеуде әр түрлі географиялық әдістер қолданды: яғни, салыстырмалы, картографиялық, маршруттық, аймақтың әлеуметтік-экономикалық және табиғат жағдайына талдау, әлеуметтік және математикалық әдістер (статистикалық бағалау).

Ғылыми жұмысты орындау барысында зерттеуге тарихи-географиялық, мұрағаттық және статистикалық мәліметтер пайдаланылып, Қызылорда облысындағы табиғат ландшафтарына адамның әсерінің жан-жақтылығын зерттеп, олардың таралу аумағы карта бетіне түсірілді.

Зерттеу жұмысының теориялық мәнін көптеген табиғат зерттеушілерінің еңбектерінің негізіне сүйеніп жазылды. Қазақстандық ландшафттанушы ғалымдардың (Гельдиева, Чередниченко, Скоренцова, А.В. Чигаркин, С.Ө. Қошқаров т.б.) ландшафт зерттеу әдістері пайдаланылды.

Зерттелетін аймақ эпигерциндік Тұран плитасы шегінде қалыптасқан [7]. Бұл өзі ерекше жазық аймақ. Қазіргі жер бедерінің қалыптасуында неотектоникалық және аридтік денудациялық процестер маңызды орын алып отыр.

Солтүстік Қызылқұм синеклизасы Қаратау-Есіл ойпаңының девон-корбон әк тастары бетінде орналасқан. Ойыстың ортаңғы бөлігі төменгі бордың континенттік кесекті жыныстарынан құралған. Арал маңы Қарақұмның оңтүстік жиегі бор шөгінділерінен тұрады. Сырдарияның сол жағалауындағы Қазалы массивінің тұсы палеогендік жыныстар. Ал қалған аумақ түгелімен дерлік антропоген шөгінділері. Төменгі протерозойда Сырдарияның оң жағалауын тайыз теңіз басып жатты, ал сол жағалауы құрғақ жазық болды. Венд шөгінділері каледон антиклинорийлерінің осьтік бөліктерінде дамыған. Жыныстардың құрамы әр түрлі.

Қаратауда конгломерат-құм-саз қат-қабаттары, орта және қышқыл құрамды вулканиттер, туффиттер, карбонатты-кремнийлі жыныстар қалыптасқан. Палеозой тобының жыныстары республика аумағында кең тараған. Тұран плитасында палеозойлық фундаментті мезо-кайнозойлық шөгінділер жауып жатыр [8-9]. Төменгі кембрий жыныстарында фосфоритті және ванадийлі горизонттар Қаратауда бар. Қазақстандағы бірден-бір ванадий қоры мол кен Қаратаудың «Баласауысқанды» (Қызылорда облысы Шиелі-Жаңақорған ауданы) жерінде [10].

Девон кезеңінің басы теңіздің шекарасының кішіреюімен сипатталады. Неогенде облыс аумағы қазіргі келбетіне келген. Облыс аумағының жер бедері ұзақ уақыт бойы жердің ішкі және сыртқы күштерінің әсер етуі нәтижесінде қалыптасқан. Бірнеше рет теңіз суы басып су астында қалып отырды. Неогеннің аяғында аридтік климат үстем болып, соған байланысты бұрынғы сирек орманның орнына шөл және қуаң далалы өңір қалыптасты [8–11].

Облыс жер бедері бірсыпыра тегіс, кей жерлерде белесті, адырлы болып келеді. Әр жерлерде көзге алыстан көрінетін оқшау төбелер, шоқылар кездеседі. Жазықтың абсолюттік биіктіктері Сырдария өзенінің ағысымен біртіндеп төмендейді, оңтүстік-шығыста 200 м, Сырдарияның төменгі атырауында Арал теңізі жағалауында 50-53 м-ге дейін төмендейді. Облыстың қиыр оңтүстік-шығысына Қаратау жотасының солтүстік-батыс шеті кіреді. Оның беткейлері көптеген тар, құрғақ, тек көктемде ғана су жүретін өзен аңғарларымен тілімденген. Облыс аумағының жер бедерін үш морфологиялық ауданға бөліп қарастыруға болады:

а) аллювиалдық жазық және Сырдария аңғары;

ә) эолды-құмды жазықтар;

б) Арал теңізі жағасы және бұрынғы теңіз табаны

Топырақ жабындысы және өсімдік жамылғысы. Өзінің табиғи зоналығына қарай облыстың топырақ жамылғысы сұр топырақты белдеудің солтүстік шөл зонасына жатады. Одан солтүстікке қарай (Арал теңізі мен Сарысу сызығы бойымен) қоңыр топырақ зонасы жатыр [12]. Облыс аумағындағы осы өңірге тән климат, өсімдіктер дүниесі, гидрологиясы мен гидрогеологиялық жағдайында қалыптасқан әр түрлі топырақтар екі үлкен топқа жатады:

1. Суармалы егіншілік дамыған атыраулық аймақтың ылғалды (гидроморф) топырақтары.

2. Шөлейт бөлігінде ескі заманнан қалған суармалы егіншіліктің ізі бар және мал жайылымына пайдаланатын құрғақ (субэарал) топырақтар.

1965-1972 жылдары Қазақ ССР Ғылым Академиясының топырақтану және Казгипрозем институттары жүргізген зерттеулер Сырдария өзенінің төменгі ағысында топырақ жамылғысы үлкен өзгеріске ұшырағанын көрсетті [13].

1999-2002 жылғы Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің бір топ ғалымдары ұйымдастырған Шығыс Арал экспедициясының жұмыстары осы өзгерісті растап отыр.

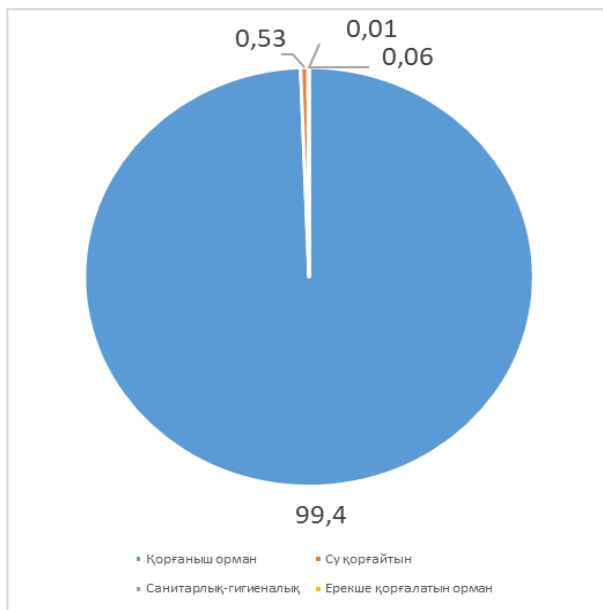
Сырдарияның атыраулық аймағында жерді қорғаудың басты шарты — жалпы табиғат құрамбөлшектері арасында тепе-теңдікті қалпына келтіру.

Өсімдік жамылғысы. Облыс аумағының өсімдік жамылғысы солтүстік шөл тұрпатына жатқызылады, мұнда эфемерлер өсетін сортанды-жусанды қауымдастық басым келеді [14]. Солтүстік Арал және Сырдарияның оң жағалауының кей жерлері солтүстік шөл зонасына, ал қалған барлық жерлердің өсімдік дүниесі оңтүстік шөл зонасына жатады.

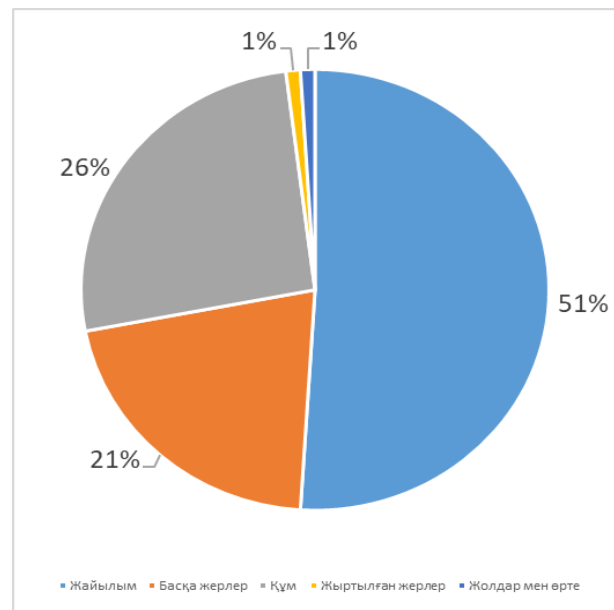
Сыр бойының орманын тоғайлықтар мен сексеуілдіктер құрайды. Сырдария өзенінің бойын қуалай тоғайлы алқап созылып жатыр. Ағаштардың басым келуіне қарай тоғайлар жиделі, талды, жиделі-талды, тораңғылды болып келеді.

Шығыс Арал өңірінде өткен ғасырдың 70-жылдарында жалпы орманның көлемі үш миллион гектарға жуық болатын. Оның 393 мың гектары жиделі тоғай да; 2,5 млн гектардан астамы сексеуіл

еді. 1999 жылғы мәлімет бойынша сонан қалғаны — 2011 мың гектар ғана. Қазіргі уақытта жалпы мемлекеттік орман қорының ауданы 6602 мың га жерді құрайды. Орманмен жабылған аудан 3069 мың гектарды алып жатыр. 2751 мың гектарын сексеуілдік (87%), 360 мың гектарын (12,94%) суармалы аймақтағы тоғайлары құрайды. Тоғайлы ормандар Сырдарияның атырабы ылғалды жерлер мен өзен жағалауын бойлап өсетін ағаш-бұталардан тұрады. Бұлар су мен топырақты қорғайтын орманға жатады. Облыс аумағындағы орман ресурсы қорғаныш орман (99,40%), су қорғайтын (0,53%), санитарлық-гигиеналық (0,06%) және ерекше қорғалатын орман (0,01%) деген 4 категорияға бөлінеді (1-сурет). 2-суретте облыстағы мемлекеттік орман қорындағы ормансыз жерлер санатына байланысты беске бөлінеді.



1-сурет. Қызылорда облысының орман ресурсы (%)



2-сурет. Қызылорда облысының мемлекеттік орман қорындағы ормансыз жерлердің санатына байланысты бөлінуі (%)

Облыс аумағында кейбір әдебиеттерде өсімдіктің 756 жуығы кездеседі десе, ал кейбір әдебиеттерде 819 деп келтіреді. Оның 50-ден астамы дәрілік қасиеті бар, 12 түрі Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енгізілген (1981 ж.) және 9 түрі қорғауға алынған. Әсіресе Қызыл кітапқа енген сирек және құрып кету қаупі бар өсімдіктер ерекше қорғауды қажет етеді.

Сыр өңірінен сирек және құрып кету қаупі бар өсімдіктер қатарына 17 түрі енгізілген: қоңыр жүзгін (*Calligonum treste litu*), қарапышақ (*Eminium Lehmannhii Ciraliaceac*), Борщов қызғалдағы (*Tupila borszowii Regel (Liliaceae)*), бүршікті альдрованда (*Aldrovanda vesiculosa L.*), хива сораңы (*Salsola chiwensis*), қаражемісті итжүзім (*Bryonia melanocarpa Nabiev*), тораңғыл (*Populus pruinosa Schrenk*), Корольков қызғалдағы (*Tulipa Korolkowii Regel*), аласа мерендера (*Merendera robusta Bunge*), соғды қызғалдағы (*Tulipa Sogdiana Regel*), кіші наяда (*Najas minat all*), спираль валшенерия (*Vallisneria spiralus L.*), шығыс акантолеписі (*Eschinops acontholipis*), түкбас жолжелкен (*Schischinia*), шай жапырақ (*Centaurea nitida*).

Қорғауды қажет ететін өсімдіктер: каспий жуасы, бұзе қызғалдағы, леман қызғалдағы, сары резеда [14]. Бұл өсімдіктердің кейбіреуі қорықшалардың аумағында. Бірақ қорғалымдар олардың қатаң қорғалуын қамтамасыз ете алмайды. Сондықтан Қазақстанның Қызыл кітабына енген Қызылорда облысындағы бірде-бір өсімдік өз дәрежесінде қорғалмайды деген сөз.

Антропогендік ландшафтар деп ландшафтың бүкіл аумағында болмаса да басым ауданында адамның шаруашылығы әсерінен бір немесе бірнеше компоненттерінің түбегейлі өзгеріске ұшырауы.

Геокешендердің табиғи даму тенденциясы. Табиғи кешендердің тарихи даму ерекшелігіне шолу жасау олардың болашақтағы өзгерісіне баға беру үшін қажет. Л.С. Бергтің «Табиғи ландшафтарды танып-білу үшін оның қашан қалай пайда болғанын, уақыт өте келе неге айналатынын анықтау керек» деген тұжырымы осы ойдың бірден-бір дәлелі. Алуан түрлі табиғи факторлар мен процестер комплекстердің дамуына бірдей әсер етсе де әрқайсысының қарқыны мен бағыты әрқалай.

А.А. Григорьев, М.И. Будыко сияқты ғалымдар, әсіресе климатқа негізгі фактор ретінде көп көңіл бөлген [15].

Сонымен Қызылорда облысындағы қазіргі климаттық жағдайының өзгеруі, мысалы, теңіздердің деңгейлерінің тартылуы мен өзен суларының азаюы жағымсыз табиғи процестердің қалыптасуына әсер етті. Егер де өткен ғасырдың 60-жылдарына дейін облыс аумағында су эрозиясы, тұздану, дефляция сияқты процестер басым болса, қазір теңіз деңгейінің төмендеуінен жерасты суларының деңгейінің де төмендеуі көп кездеседі. Аридті климат үдеді, батпақтардың, қамысты комплекстер мен тоғайлардың ауданы азайды. Кейбір жерлерде өзен-көлдер құрғап, сортаң және сор шұңқырлар пайда болды. Осы процестердің нәтижесінде табиғи комплекстердің ауысуы, тұз шоғырлау, өсімдік пен топырақтың нашарлауы, жалпы алғанда, эолдық процестер ұлғайды. Мұндай процестер бүкіл Қазақстан территориясына тән. Осы процестерге байланысты аккумуляция мен денудация, экзогендік процестердің қарым-қатынасы кеңістік бойынша әр түрлі. Бағыты мен қарқыны әр түрлі эолдық процестер бүкіл Қазақстан территориясында дамыған [16].

Қызылорда облысында суармалы егістік жерлерінің басым бөлігі ағынсыз шұңқырларда орналасқандықтан, қайта тұздануға қолайлы. Екіншіден, егістік аймақтарда суару нормасы дұрыс жүргізілмесе топырақ құрамының құнарлығы да өзгеріске ұшырайды, сөйтіп құнарлы жерлердің ауданы кемиді, егістік жерлердің мелиоративтік жағдайында нашарлауы қайта тұздануға, тұзды жерасты суларының жоғары көтерілуіне себеп болады. Кейде қайта тұздану суармалы егістікке су каналдары арқылы жіберілген тұзды су қосылуы арқылы да пайда болады.

Өзен суларының әр түрлі пестицидер мен минералдары тыңайтқыштармен ластануы да қосымша фактор. Бұл процесс тіпті «химиялық ластану» деген атқа ие болған. Олар өзен аңғарында орналасқан өнеркәсіп қалдықтары мен мал фермаларынан жиналатын органикалық ағын сулар.

Антропогендік факторлардың әсер ету кезеңдері. Табиғи ортаға антропогендік факторлардың тигізер әсері үнемі даму үстінде және саяси-қоғамдық формация типіне байланысты өзгермелі болады. Сондықтан, табиғи ландшафтардың антропогендік фактордың әсерінен өзгеруі: қоғамның алғашқы даму сатысында компоненттердің аздаған өзгерісінен қазіргі кездегі ғаламшарлық (глобалды) масштабтағы техногендік ауытқуға дейін артып отырады. Жекелеген компоненттердің өздігінен қайтып орына келу қасиетіне байланысты бір өзгерістер қайтымды болса, кейбірі қайтымсыз, яғни табиғи ландшафт құрылымының мүлдем жоғалып кетуіне әкеліп соқты.

Қазақстан территориясындағы ландшафтардың пайда болуы мен даму тарихына арналған ғылыми еңбектерден табиғи ландшафтардың даму эволюциясы ұзақ уақыт бойы эндогендік және экзогендік факторлардың әсерінде болғанын байқаймыз.

Қазақ халқының тұрмысы, мәдениеті мен әдет-ғұрпы туралы мәліметтер ғылыми баспаларда XVIII ғасырдан бастап арта бастады. Табиғи ландшафтардың морфологиялық құрылымының халық шаруашылығының әрекетінен өзгеруі Кеңес өкіметінің құрылуымен байланысты. Бұл кезең Қазақстанда ауыл шаруашылығының, экономиканың қарқынды дамып, көптеген атаулар өзгеріп Қазақстан дамыған индустриалды республикаға айналумен ерекшеленді [17].

XII ғасырдың аяғында Оңтүстік Қазақстанның шөлді аймақтарында антропогендік факторлардың әсері жоғары деңгейге жетті. Оның кері әсері: құмдарда өсімдіктердің, ормандар мен сексеуілді тоғайлардың жойылуы, мал жайылымы үшін қажетті дәнді өсімдіктердің арам шөптесінді топтарымен алмасуы [18].

XIX ғ. екінші жартысында Қазақстанда капиталистік қарым-қатынас дами бастады. Ресейден шаруаларының көшіп келіп қоныстануына байланысты халық тығыздығы ұлғая түсті. Олар Орал, Сырдария өзендері аңғарында, Жетісудың тау алды жазықтарына орын тепті.

1904 жылы Орынбор мен Ташкентті қосатын алғашқы темір жол іске қосылды. Олай болса, XX ғ. басында табиғи кешендерге антропогендік әсер техногендік сипатта болды.

Антропогендік әсер ету деңгейіне байланысты ландшафтарды А.В. Чигаркин 1974 жылы төмендегідей топтарға бөлді:

1. Табиғи күйіне жақын ландшафтар: Арал және Каспий теңіздерінің суының қайтуынан жаңадан пайда болған теңіз жағалауында қалыптасқан сорлар және сортандар;
2. Өсімдік жамылғысында ғана өзгерістер байқалатын кешендер: бүгінгі таңда техногендік әсер байқалмайтын, тек мал шаруашығы жақсы дамыған аймақтарда кездеседі;
3. Өсімдігі мен топырақ жамылғысында өзгеріс байқалатын ландшафтар: оған темір жолдар мен автомобиль жолдары, мұнай мен газ құбырлары жақсы дамыған аймақтар жатады;

4. Рельефі өсімдігі мен топырақ жамылғысында қатты өзгерістер байқалатын ландшафтар: Сырдария өзенінің төменгі ағысында орналасқан аймақтардағы өнеркәсіп орталықтары мен малды шамадан тыс жаю салдарынан пайда болған, қатты өзгерістерге ұшырған ландшафтар;

5. Белгілі бір мақсатқа байланысты жақсарту бағытында өзгерілген ландшафтар: олар шөл зонасы, өзен аңғарларындағы егіндіктік игерілген массивтер. Биогендік және гидроклиматогендік компоненттердің түпкілікті өзгеруі.

Нәтижелер және талқылау

Адамзаттың тарихы — адамдардың табиғатпен өзара қарым-қарынастарының тарихы. Әр түрлі дәуірлер бір-бірінен табиғатқа адамның қатынасымен, оның менгеру ерекшелігімен сипатталады [19]. Жалпы, адам табиғи факторды өзгертуші негізгі күш. Олардың табиғатқа ықпалы жан-жақты. Соған байланысты адамның табиғатқа ықпалы топтастырылды.

Осы топтастырудың негізінде Қызылорда облысының топографиялық, пайдалы қазбалар картасы, экономикалық, ауыл шаруашылығына жарамды жерлер, көлік жүйесі және қорықтар мен ұлттық саябақтар картасы пайдаланып, Қызылорда облысының антропогендік-ландшафтық картасы құрастырылды (3-сурет).



3-сурет. Қызылорда облысының антропогендік-ландшафтық картасы

Карьерлі-үйінді ландшафт кешені бірнеше түрге жіктеледі:

1. Ашылған (өсімдіксіз ашық жер) карьерлі-үйінді жер. Бұл жаңадан пайда болған, өсімдіксіз үйінділер және биологиялық игеруге токсикантты аз пайдаланатын немесе тіпті пайдаланбайтын жерлер. Мысалы, кез келген тау-кен немесе темір рудасы бассейндерінде пайда болған үйінділер таза сазды жыныстардан тұрса, олар жер бетіне төгілгеннен-ақ шөптесінді өсімдіктермен жабыла бастайды. Мысалы Құмкөл мұнай өндірісі, Шалқия кен орындарының маңындағы аймақтарда кездеседі. Көлемдері 10 метрден асады (4-сурет).

2. Терриконниктер — жерастындағы пайдалы қазбаларды өңдеу кезінде пайда болатын биік, дөңесті үйінділер. Терриконниктер кейде бір ландшафтың бүкіл ауданын алып жатады. Мысалы, облыс аумағында Шиелі ауданында орналасқан уран өндіру аймағында, Қаратаудың батыс сілемдерінде кездеседі. Мұндай жерлерде рекультивация үрдістерін жүргізу қиынға түседі. Тік беткейден тау жыныстары төменге қарай сырылып, желмен көшелер мен айналаны шандатып, үлкен аймаққа таралады (6-сурет).

3. Карьерлі-үйінділі тақыршалар. Көптеген үйінділер, көбінесе, ұзақ уақыттан соң рельефі өзгеріп, толқынды пішінге ие болады. Алғашында даланың арам шөптері, кейіннен шалғынды-далалы және орманды түрлер пайда бола бастайды, Шалқия маңында кездеседі.

Облыс бойынша барлық егіс көлемі 241,2 мың гектарды алатын болса, оның ішінде бидай, дәнді жүгері, күріш егістігінің көлемі кеміп, керісінше картоп, көкөніс, бақша дақылдарының егіс көлемі көбейген. Жалпы алқаптың 35-40 %-ын күріш егісі алады, ал күріш ауыспалы егісіндегі айнымас элементі ретінде көп жылдық шөптер алқабы 25-27 %-ды құрайды.



4-сурет. Ашылған карьер



5-сурет. Терриконниктер

Облыста егілген барлық дақылдардың ішінде күріштің еншісінде 90 мың га, 47,7 % болса, ал дәнді дақылдар құрылымында күріштің үлесі 84,6 % болып отыр. Қазіргі таңда егістік алқаптағы табиғи ландшафтар түбегейлі өзгеріске ұшыраған, 6-суретте күріш егілетін аумақты бірнеше уақыт пайдаланғаннан кейінгі жағдайы көрсетілген. Соңында егістік алқап жер бедерінің адырлы рельефіне ауысып өзгерген өзге табиғи ландшафтар қалыптасады (7-сурет).

Табиғи ландшафтармен салыстырғанда агроландшафтардың құрылымы динамикалық тұрақсыз және тез өзгермелі. Осыдан 50-60 жыл бұрын Қазақстанның солтүстік аймағында тың және тыңайған жерлерді игеру дала зонасына тән комплекстердің жасанды егістікпен алмасуы осының айғағы.



6-сурет. Күріштік егіске пайдаланғаннан кейінгі көрінісі (түсірген авторлар)



7-сурет. Егістік алқаптардың табиғи қалыпқа түсу көрінісі (түсірген авторлар)

Негізгі егістік аймақтарда пайдаланатын жердің топырағының 60-70 % эрозия, дефляция сияқты жағымсыз процестерге ұшырайды. Осының салдарынан топырақтың органикалық және химиялық құрамы өзгереді: азот пен фосфордың мөлшері төмендейді, арам шөптер қаптайды т.б.

Соңғы жылдары Сырдария суында ДДТ пестицид мөлшерінің көбеюі байқалып отыр, оның орташа мөлшері 0,01-ден 0,02 мкг/л. ДДТ топырақта баяу қозғалады, сазды су ерітіндісінің сазды құрамына 98-99 % жиналып төменгі қабатының шайылуын және булануын нашарлатады. Сонымен қатар организмдерде: балықта, су өсімдіктерінде планктон омыртқасыздарда жиналу қабілеті жоғары. Гидрофитті өсімдіктер судан минералды тұздармен қатар, органикалық қоспаларды сіңіреді.

Суармалы егістіктің агроландшафтары. Мелиоративтік шара ретінде суармалы егістік ылғалды және құрғақ климаттық аймақтарда кеңінен қолданылады. Ылғалды климатта суды көп қажет ететін

дақылды екенде немесе ылғалдың түсуі біркелкі болмаған жағдайда суару жұмыстары жүргізіледі. Аридті территориялармен салыстырғанда ылғалды климатты суару әсерінен ландшафтардың түпкілікті өзгеруі әлсіз.

Метеорологиялық жағдайдың аномальды көрсеткіштері вегетациялық кезеңнің ғана емес, жалпы өсімдік жамылғысының өзгерісіне, өнімділігіне әсер етеді. Сондықтан стационарлық ізденістер жүргізу арқылы азық-түлік картасын түсірген жөн. Өйткені өсімдік өнімділігі кең аумақта өзгеріп отырады. Табиғи кеңістікте әрқалай. Мысалы, Арал теңізінің солтүстік ендігіндегі жусанды жайылымдарда 10 жылдың 4-5-жылында өнімдік төмен, ал үшеуінде орташа, екеуінде жоғары, яғни өнімділігі нашар кезең — 50-60 %, орташа өнімділік — 30 %, ал жоғарғы көрсеткіш — 15-20 % ғана. Шабындықты жерлерді тиімді пайдалану көптеген көрсеткіштерге, өсімдік түрлеріне, биологиялық ерекшелігіне, жербеті мен жерасты органдарының қарым-қатынасына негізделеді. Облысымыздың негізгі бөлігін жайылымдық жер алып жатыр.

Көліктік ландшафтар. Дүниежүзілік көлік жүйесі соңғы уақытта қарқындап дамыды. Дүниежүзінде магистральды автомобиль тас жолының ұзындығы 23,0 млн км, темір жол — 1,5 млн км, құбыр транспорты — 1,4 млн км, ал ішкі су жолының ұзындығы — 650 мың км.

Қазақстанда халық шаруашылығы жүк тасымалының 55 %-ына жуығы автотранспорттардың үлесіне тиеді және оны дамытуға бүкіл транспортқа жұмсалатын қаржының 60 % бөлінеді. Республика бойынша облыс пен облысты, ауданмен ауданды және өнеркәсіп орталықтары, бір сөзбен барлық елдімекендерді бір-бірімен өзара байланыстырып, халыққа қызмет ететін 25 мың автобус, 49 қалада 6,8 мыңнан астам жеңіл таксилер жұмыс істейді. Автобус 5,3 мың маршрут бойынша жалпы ұзындығы 500 мың км-ге жуық жолдарда жүріп тұрады. Республикамыздың автомобиль жолдарының ұзындығы 96,1 мың км, оның 76,5 мың км-і қатқыл табанды жол. Негізінен барлық көлік түрлерінің ішінде әсіресе, ауа бассейнін ластайтыны — автомобиль көлігі. Көліктен қоршаған ортаға 70 % көміртек тотығы, 30 % азот тотығы және 90 % жуық қорғасын таралады. Магистральды жолдарда өткізілген құрылыс жұмыстарының өсімдік жамылғысына тура әсері зор. Мысалы, Батыс Европа — Батыс Қытай автобанының салынуы барысында көптеген экологиялық-экономикалық алғышарттар бұзылуда. Бір ғана Қызылорда облысы аумағы арқылы бұл тас жолдың 812 шақырымы өтеді. Ал енді есептеп қарасақ, 812 шақырым жердің ені үшін 6 метрлік жер аршылады, яғни беткі аналық топырағы ысырылып алынады, бұл деген 48720 га жердің табиғи келбеті жойылады деген сөз. Сонымен қоса бұл жердегі өсімдік атаулы мүлдем ескеріліп жатқан жоқ. Бір ғана, қала маңына жақын жерлерді алып қарасақ, Бірқазан елдімекеніне жақын маңда жол жиегінде шоқ тораңғылдар, құм төбешіктерде коянсүйек бар болатын, қазір ол жерде бұл өсімдік атаулы жоқ. Құм төбешіктер тегістеліп кеткен.

Қорытынды

Соңғы жылдары табиғат қорғау ұйымдарының бақылау жұмыстарының нәтижесінде және өндірістің құлдырауы себептерімен қоршаған ортаға техногендік әсерлер біршама азайды, бірақ шаруашылық механизмі қызметінде жаңа әлеуметтік-экономикалық аспект пайда болды. Ол — меншік түрінің өзгеруіне, жекешелендіру процесінің қарқын алуына, оған шетелдік инвесторлардың барған сайын кеңінен қатысуына байланысты экологиялық жағдайға жауапкершілік проблемасы күн тәртібіне өткір қойылып отыр. Бюджеттік инвестиция ең төменгі мөлшерге дейін қысқарды, қаржы тапшалығына тап болған кәсіпорындар табиғат қорғау шараларына жұмсалуды тиісті шығын көлемін кемітуге көшті. Ал шаруашылықты жүргізудің осындай жағдайында баяндалған экологиялық проблемалар өз шешімін баяу табуда.

Болашақта шешімін табуға қажетті мәселелер:

- үздіксіз экологиялық мониторинг, яғни табиғи ортаның өзгерістерін тұрақты бақылайтын және тексеретін жұмыс жүйесін қалыптастыру;
- өзен, көл суларының ластануына жан-жақты баға беру, олардың арнасын қайта жөндеу, суын тазалау жөнінде үкіметаралық Бағдарлама жасау;
- топырақтың бүлінуіне, радиациялық фонға, радиациялық ауытқу мөлшеріне сапалы және сандық баға беру;
- жануарлар мен өсімдіктер әлемі құрамындағы өзгерістерге және олардың өсіп-өну қабілетіне (зоогеоботаникалық) зерттеу жүргізу;
- облыстардағы табиғат қорғау объектілері жұмыстарын жандандыру;
- экологиялық және экономикалық факторларды есептей отырып, табиғат қорларын пайдалану концепциясын жасау;

- залалды заттардан пайда болған зиянның орнын толтырудың экономикалық механизмін анықтауды үкіметаралық деңгейде шешу;
- өндірістік қалдықтарды қайта өңдеп, одан өнім алу технологиясын өндіріске ендіру.
- Батыс Европа — Батыс Қытай автобанының жүргізіп жатқан жұмыстарына үкіметтік қадағалау жүргізу.
- Жергілікті жердің жер қорын пайдалануын заңдастырса және табиғат қорғау шараларына есеп беріп отыруын талап етілуі.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Башов А. Экология негіздері / А. Башов. — Түркістан: Яссауи университеті, 2000. — 197 б.
- 2 Бейсенова Ә.С. Қазақстанның физикалық географиясы / Ә.С. Бейсенова. — Алматы: Дәуір, 2014. — 540 б.
- 3 Қазақстандық Шығыс Арал өңірінде табиғи ортаның бұзылуы // Ғылыми-зерттеу экспедициясының есебі. — Қызылорда: ҚМУ, 2000. — 116 б.
- 4 Құсайынұлы Нағим. Асан қайғы / Нағим Құсайынұлы // «Ана тілі» газеті. — 2002. — 21 ақпан.
- 5 Аяпұлы М. Атамекен / М. Аяпұлы. — Алматы: Қайнар, 1998. — 223 б.
- 6 Бейсенова Ә.С. Арал теңізінің зерттелу тарихынан / Ә.С. Бейсенова // Арал тағдыры. — Алматы: Қазақстан, 1989. — 23 б.
- 7 Боровский А.М. Древняя дельта Сыр-Дарьи и Северные Кызылкумы / А.М. Боровский, М.А. Погребинский // Алма-Ата: Наука. — 1958. — Т.1. — С. 515
- 8 Сауытбаева Г.З. Қызылорда облысының физикалық және әлеуметтік-экономикалық географиясы / Г.З. Сауытбаева, О.Т. Айдаров, А.Қ. Дүйсенбаева. — Қызылорда: Тұмар, 2004. — 124 б.
- 9 Чигаркин А.В. Памятники природы Казахстана / А.В. Чигаркин. — Алма-Ата: Кайнар, 1978. — 141 б.
- 10 Надиров Н.Н. Кызылорда — южный центр нефтегазового комплекса Казахстана. — Алматы: Комплекс, 2000. — 142 б.
- 11 Абдуллин А. Геология Казахстана / А. Абдуллин. — Алма-Ата: Наука КазССР, 1981. — 312 с.
- 12 Урикбаева З.С. Ландшафтно-экологическая оценка территории Кызылординской области на основе учета факторов антропогенной нагрузки: автореф. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. / З.С. Урикбаева. — Алматы, 2002. — С. 24.
- 13 Нұрғызарынов А. Арал өңірінде өндірісті экологияландыру (Қызылорда облысы) / А.М. Нұрғызарынов, Қ. Шапшанов. — Алматы: «НЦПФЗОЖ» баспаханасы, 2001. — 35–40-б.
- 14 Айдаров О.Т. Қазақстандық Шығыс Арал өңіріндегі өсімдік жамылғысының қазіргі күйі / О.Т. Айдаров, Қ. Балтаев, А.М. Нұрғызарынов // Оңтүстік Қазақстан ғылымы мен білімі: Республикалық ғылыми журнал. — 2001. — № 26. — 10–12-б.
- 15 Чигаркин А.В. Геоэкология и охрана природы Казахстана / А.В. Чигаркин. — Алматы: Қазақ университеті, 2003. — 338 с.
- 16 Джаналиева К.М. Антропогенное ландшафтоведение / К.М. Джаналиева. — Алматы: Қазақ университеті, 2001. — 164 б.
- 17 Каймулдинова К.Д. Қазақ топонимдерінің этноэкологиялық негіздері / К.Д. Каймулдинова. — Алматы: Ғылым, 2001. — 57 б.
- 18 Балтаев Қ. Қызылорда облысының өсімдіктер жамылғысының кейбір экологиялық мәселелері / Қ. Балтаев, Г.З. Сауытбаева, О.Т. Айдаров // Қызылорда политехникалық институтының 20 жылдық мерейтойына арналған Республикалық ғылыми-практикалық конференция материалдары. — Қызылорда, 1996. — Б. 64–67.
- 19 Гельдыева Г.В. и др. Ландшафтное обеспечение схемы борьбы с опустыниванием долины реки Сырдарьи / Г.В. Гельдыева, Т.И. Будникова, И.Б. Скоринцева и др. — Алматы: Аркас, 2004. — С. 10–17.

О.Т. Айдаров, Г.Б. Тоқтағанова, Г.А. Назарова, Г.Б. Абиева

Современное состояние и экология ландшафтов дельты реки Сырдарья

Данная работа посвящена анализу современного экологического состояния ландшафтов дельты реки Сырдарьи, трансформированных вследствие усыхания Аральского моря. В работе представлена характеристика природных комплексов региона и история их хозяйственного освоения. Обоснована актуальность исследования, сформулированы его цели и задачи, определены теоретико-методологические основы. На основе анализа геологического строения и рельефа местности дана де-

тальная оценка состояния почвенно-растительного покрова. Результаты исследования подтверждают, что интенсивная антропогенная нагрузка вызывает трансформацию структуры ландшафтов. В заключении рассматриваются перспективные пути решения выявленных экологических проблем.

Ключевые слова: Сырдарья, ландшафты дельты, геоконплекс, антропоген, природный ландшафт, транспортные ландшафты, терриконники, агроландшафты, карьерно-насыпные земли.

O.T. Aidarov, G.B. Toktaganova, G.A. Nazarova, G.B. Abiyeva

Current state and ecology of the Syrdarya river delta landscapes

This article analyses the current ecological state of the Syrdarya River delta landscapes, which have been transformed as a result of the drying up of the Aral Sea. The work presents a description of the natural complexes of the region and the history of their economic development. The relevance of the research is justified, its goals and objectives are formulated, and the theoretical and methodological foundations are defined. Based on an analysis of the geological structure and relief of the terrain, a detailed assessment of the state of the soil and vegetation cover is provided. The results of the study confirm that intensive anthropogenic pressure causes the transformation of landscape structures. The conclusion discusses promising ways to solve the identified environmental problems.

Keywords: Syrdarya, delta landscapes, geocomplex, anthropogenic, natural landscape, transport landscapes, terriconics, agrolandscapes, quarry and embankment lands.

References

- 1 Baeshov, A. (2000). *Ekologiya negizderi* [Fundamentals of Ecology]. Turkistan: Yassawi University [in Kazakh].
- 1 Beisenova, A.S. (2014). *Qazaqstannyn fizikalqyq geografiiasy* [Physical Geography of Kazakhstan]. Almaty: Daur [in Kazakh].
- 2 (2000). *Qazaqstandyq Shygys Aral onirinde tabigi ortany buzyluy* [Destruction of the Natural Environment in the Eastern Aral Region of Kazakhstan]. *Gylymi-zertteu ekspeditsiiasynyn esebi — Report of the Scientific Research Expedition*. Qyzylorda, Qyzylorda memlekettik universiteti [in Kazakh].
- 3 Kusainuly, Nagim. (2002). *Asan Qaigy* [Asan grief]. «*Ana tili*» gazeti — Newspaper “Native language” [in Kazakh].
- 4 Ayapuly, M. (1998). *Atameken* [Homeland]. Almaty: Qainar [in Kazakh].
- 5 Beisenova, A.S. (1989). *Aral tenizinin zerttelu tarihy* [From the History of Research on the Aral Sea]. *Aral tagdyry — The Fate of the Aral*. Almaty: Qazaqstan [in Kazakh].
- 6 Borovsky, A.M., & Pogrebinsky, M.A. (1958). *Drevniaia delta Syr-Dari i Severnye Kyzylkumy* [The Ancient Delta of the Syr Darya and the Northern Kyzylkum]. *Vol. I*, 515. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 7 Sauytbayeva, G.Z., Aidarov, O.T., & Duysenbayeva, A.K. (2004). *Qyzylorda oblysynyn fizikalqy zhane aleumettik-ekonomikalqy geografiiasy* [Physical and Socio-Economic Geography of Kyzylorda Region]. Qyzylorda: Tumar [in Kazakh].
- 8 Chigarkin, A.V. (1978). *Pamiatniki prirody Kazakhstana* [Natural Monuments of Kazakhstan]. Alma-Ata: Qainar [in Russian].
- 9 Nadirov, N.N. (2000). *Kyzylorda — yuzhnyi tsentr neftegazovogo kompleksa Kazakhstana* [Kyzylorda — Southern Center of Kazakhstan’s Oil and Gas Complex]. Almaty: Kompleks [in Russian].
- 10 Abdullin, A. (1981). *Geologiya Kazakhstana* [Geology of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka Kazakhskoi SSR [in Russian].
- 11 Urikbayeva Z.S. *Landshaftno-ekologicheskaya otsenka territorii Kyzylordinskoi oblasti na osnove ucheta faktorov antropogennoi nagruzki* [Landscape-Ecological Assessment of the Territory of Kyzylorda Region Based on Anthropogenic Load Factors]. *Extended abstract of candidate’s thesis*. Almaty [in Russian].
- 12 Nurgyzarynov, A.M., & Shapshanov, K. (2001). *Aral onirinde ondiristi ekologialandyru (Qyzylorda oblysy)* [Industrial Ecologization in the Aral Region (Kyzylorda region)]. Almaty: NTCPFZOZh [in Kazakh].
- 13 Aidarov, O.T., Baltaev, K., & Nurgyzarynov, A.M. (2001). *Qazaqstandyq Shygys Aral onirindegi osimdik zhamilygysynyn qazirgi kuu* [Current State of Vegetation Cover in the Eastern Aral Region of Kazakhstan]. *Ontustik Qazaqstan gylymy men bilimi: Respublikalyq gylymi zhurnal — Science and Education of South Kazakhstan: Republican Scientific Journal*, 26, 10–12 [in Kazakh].
- 14 Chigarkin, A.V. (2003). *Geoekologiya i okhrana prirody Kazakhstana* [Geocology and Nature Protection of Kazakhstan]. Almaty: Qazaq University [in Russian].
- 15 Dzhanelieva, K.M. (2001). *Antropogennoe landshaftovedenie* [Anthropogenic Landscape Studies]. Almaty: Qazaq University [in Russian].
- 16 Kaymuldinova, K.D. (2001). *Qazaq toponimderinin etnoekologialqyq negizderi* [Ethno-Ecological Foundations of Kazakh Toponyms]. Almaty: Gylym [in Kazakh].
- 17 Baltaev, K., Sauytbayeva, G.Z., & Aidarov, O.T. (1996). *Qyzylorda oblysynyn osimdikter zhamilygysynyn keibir ekologialqyq maseleleri* [Some Ecological Issues of Vegetation Cover in Kyzylorda Region]. *Qyzylorda politekhnikalqyq institutynyn*

20 zhlydyq mereitoiyna arналған Respublikalyq gylimi-praktikalyq konferentsiia materialdary — *Materials of the Republican Scientific-Practical Conference Dedicated to the 20th Anniversary of Kyzylorda Polytechnic Institute* (pp. 64–67). Qyzylorda [in Kazakh].

18 Geldeyeva, G.V., Budnikova, T.I., & Skorintseva I.B., et al. (2004). *Landschaftnoe obespechenie skhemy borby s opustynivaniem doliny reki Syrdari* [Landscape Support for the Scheme to Combat Desertification in the Syr Darya Valley]. Almaty: Arkas [in Russian].

Авторлар туралы мәліметтер

Айдаров Оразхан Турсынкожаевич — география ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан; e-mail: orazhan_aidarov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7737-8245>

Тоқтағанова Гүлжас Баданқызы — PhD, аға оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан; e-mail: gulzhas@mail.ru, ORCID:0000-0002-9191-9703

Назарова Гүлмира Асылбековна — педагогика ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан; e-mail: tama_20@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3872-9951>

Абиева Гулшара Бакбергеновна — аға оқытушы, академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан; e-mail: Abieva.G@karnu-buketov.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9410-6343>

Information about authors

Aidarov Orazkhan Tursunkozhaevich — Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan; e-mail: orazhan_aidarov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7737-8245>

Toktaganova Gulzhas Badankyzy — PhD, Senior Lecturer, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan; e-mail: gulzhas@mail.ru; ORCID:0000-0002-9191-9703

Nazarova Gulmira Asylbekovna — Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda Kazakhstan; e-mail: tama_20@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3872-9951>

Abiyeva Gulshara Bakbergenovna — Senior Lecturer, Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: Abieva.G@karnu-buketov.edu.kz; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9410-6343>