

ISSN 1563-034X; eISSN 2617-7358

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҮЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ

# ХАБАРШЫ

Экология сериясы

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АЛЬ-ФАРАБИ

# ВЕСТНИК

Серия экологическая

AL-FARABI KAZAKH NATIONAL UNIVERSITY

# EURASIAN JOURNAL

of Ecology

№3 (72)

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2022



KazNU Science · ҚазҰУ Ғылыми · Наука КазНУ

# ХАБАРШЫ

ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ №3 (72) қыркүйек



04. 05. 2017 ж. Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникация министрлігінде тіркелген

Күелік № 16501-Ж

Журнал жылына 4 рет жарыққа шығады  
(наурыз, маусым, қыркүйек, желтоқсан)

## ЖАУАПТЫ ХАТШЫ

Юрикова О.Ю., PhD, ст.преподаватель (Қазақстан)  
E-mail: oksana.yurikova@kaznu.edu.kz

## РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

Заядан Б.К., б.ғ.д., профессор, ҚР ҮФА академиги,  
(ғылыми редактор) (Қазақстан)  
Колумбаева С.Ж., б.ғ.д., профессор (ғылыми редактордың  
орынбасары) (Қазақстан)  
Жубанова А.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Шалахметова Т.М., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Кенжебаева С.С., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Атабаева С.Дж., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Садырова Г.А., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Абилев С.К., б.ғ.д., профессор (Қазақстан)  
Тажибаева Т.Л., б.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

Мамилов Н.Ш., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Инелова З.А., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Кушнаренко С.В., б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Дигель И., PhD докторы, профессор (Германия)

Маторин Д., б.ғ.д., профессор (Ресей)

Рахман Е., PhD, профессор (Қытай)

Тамо Таңуя, PhD, профессор (Жапония)

Аллахвердиев Сулайман, б.ғ.д., профессор (Ресей)

Каримов Б., б.ғ.д., профессор (Өзбекстан)

## ТЕХНИКАЛЫҚ ХАТШЫ

Ахметова Г.А., оқытушы (Қазақстан)

Экология сериясы қоршаған органдың қорғау және қоршаған ортаға антропогендік факторлардың әсері,  
қоршаған орта ластаушыларының биотаға және тұрғындар денсаулығына әсерін бағалау, биологиялық  
алуантурлілікті сақтаудың өзекті мәселелері бағыттарын қамтиды.



## Жоба менеджери

Гульмира Шаккозова  
Телефон: +7 701 724 2911  
E-mail: Gulmira.Shakkozova@kaznu.kz

## Редакторлары:

Гульмира Бекбердиева  
Агила Хасанқызы

Компьютерде беттеген  
Айгүл Алдашева

## ИБ 14800

Пішімі 60x84/8. Қолемі 8,8 б.т. Тапсырыс №16383  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
«Қазақ университеті» баспа үйі.  
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.  
«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында  
басылды.

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2022

**ШОЛУ МАҚАЛАЛАР**

---

**REVIEW ARTICLES**

---

**ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ**

**Y.A. Kumar** 

KIMEP University, Kazakhstan, Almaty  
e-mail: yernazar.kumar@kimep.kz

## ANALYSIS OF NEW STATE DOCUMENTS ON ENVIRONMENTAL AWARENESS ASPECTS IN KAZAKHSTAN

Environmental awareness issues in Kazakhstan are one of the most undermined topics both among the public community and in terms of state rhetoric. In the context of official state documents, so far only two official environmental codes and national program called Zhasyl Kazakhstan were introduced in the country in 2021. While on the one hand the Environmental Code was introduced with the purpose to modernize, frame and enlist main legislative aspects on various sectors of environmental law in Kazakhstan, on the other hand the Zhasyl Kazakhstan Program has been implemented as a state program to address with numerous environmental projects various environmental issues ranging from air pollution to waste management as well as aspects related to ecological education and low environmental awareness matters. In this regard, the main goal of this paper is to analyze critically the main content of both of these documents with a particular focus on sections related to environmental awareness raising aspects. For that, this paper applied a subjective-based content analysis in order to identify interesting insights on regulatory legal aspects, future research streams, and uncovering of improved legislative frameworks in the context of environmental awareness issue. Apart from that, five open-ended questions were sent out to the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources to obtain primary data on the state's view in regards to current previous, recent and future aspects of environmental awareness issue in the country.

**Key words:** Kazakhstan, environmental awareness, Environmental Code, Zhasyl Kazakhstan, content analysis.

**Е.А. Күмар**

КИМЭП Университеті, Қазақстан, Алматы к.  
e-mail: yernazar.kumar@kimep.kz

### Қазақстандағы экологиялық аспектілердің жаңа мемлекеттік құжаттарын талдау

Қазақстандағы экологиялық сана мәселелері – қоғамда да, мемлекеттік риторика түрғысынан да ең жабық, тақырыптардың бірі. Ресми мемлекеттік құжаттар аясында елімізде өзірге тек екі ресми экологиялық кодекс пен 2021 жылғы «Жасыл Қазақстан» үлттық бағдарламасы енгізілген. Бұл ретте, бір жағынан, Қазақстандағы экологиялық құқықтың әртүрлі салаларының негізгі заңнамалық аспектілерін жаңғыру, ресімдеу және шоғырландыру мақсатында. Экологиялық кодекс енгізілсе, екінші жағынан, «Жасыл Қазақстан» бағдарламасы мемлекет ретінде жүзеге асырылды. Ауаның ластануынан қалдықтарды басқаруға дейінгі көптеген экологиялық мәселелердің көмегімен, сондай-ақ, экологиялық білімге және қоршаған ортаны қорғаудың төмен деңгейі мәселелеріне байланысты әртүрлі экологиялық жобаларды шешуге арнаған бағдарлама. Осыған байланысты, бұл мақаланың негізгі мақсаты – экологиялық хабардарлықты арттыру аспектілеріне қатысты бөлімдерге ерекше назар аудара отырып, осы екі құжаттың негізгі мазмұнын сиңи түрғыдан талдау. Бұл үшін осы мақалада құқықтық, және нормативтік аспектілер, болашақ зерттеу бағыттары туралы қызықты түсінктерді ашу және қоршаған ортаны қорғау мәселесі контекстіндегі жетілдірілген заңнамалық базаларды анықтау үшін субъективті мазмұнды талдау қолданылды. Сонымен қатар, еліміздегі экологиялық сана проблемасының бүгінгі өткені, жақындағы және келешектегі аспектілеріне мемлекеттің көзқарасы туралы алғашқы мәліметтерді алу үшін Экология, геология және табиғи ресурстар министрлігіне бес ашық сұрақ жолданды.

**Түйін сөздер:** Қазақстан, экологиялық хабардар болу, Экологиялық кодекс, Жасыл Қазақстан, мазмұнды талдау.

Е.А. Кумар

Университет КИМЭП, Казахстан, г. Алматы  
e-mail: yernazar.kumar@kimep.kz

**Анализ новых государственных документов  
по экологическим аспектам в Казахстане**

Вопросы экологического сознания в Казахстане являются одной из самых замалчиваемых тем как в общественном сообществе, так и с точки зрения государственной риторики. В разрезе официальных государственных документов пока в стране введены только два официальных экологических кодекса и национальная программа «Жасыл Казахстан» в 2021 году. При этом, с одной стороны, Экологический кодекс был введен с целью модернизации, оформления и закрепления основных законодательных аспектов различных секторов экологического права в Казахстане. С другой стороны, Программа «Жасыл Казахстан» была реализована как государственная программа для решения с помощью многочисленных экологических проектов различных экологических проблем, начиная от загрязнения воздуха и заканчивая управлением отходами, а также аспектов, связанных с экологическим образованием и низкой экологической осведомленностью. В связи с этим основная цель данной статьи состоит в том, чтобы критически проанализировать основное содержание обоих этих документов, уделив особое внимание разделам, связанным с аспектами повышения осведомленности об окружающей среде. Для этого в этой статье был применен субъективный контент-анализ, чтобы выявить интересные идеи о нормативно-правовых аспектах, будущих направлениях исследований, а также улучшенные законодательные основы в контексте проблемы экологической осведомленности. Кроме того, в Министерство экологии, геологии и природных ресурсов были разосланы пять открытых вопросов для получения первичных данных о взгляде государства на прошлые, нынешние и будущие аспекты проблемы экологического сознания в стране.

**Ключевые слова:** Казахстан, экологическая осведомленность, Экологический кодекс, Жасыл Казахстан, анализ содержания.

## Introduction

Environmental awareness raising programs, campaigns and projects all around the world are important initiatives aimed to promote awareness for the protection of natural environment and the dissemination of pro-environmental information to the public community. Such initiatives may include the cultivation of pro-environmental knowledge and values among pupils at different school levels within the framework of ecological education [1-4]; the training and retraining of ecological specialists and teachers [5, 6]; or launch of specific projects developed by local and international civil society organizations [7-10]. One of the commonly discussed solutions among scholars on how to more effectively address low environmental issues was the strong support for environmental education processes [11]. Here, environmental education is the attempt to re-educate the public to gain, cultivate and develop pro-environmental competences, theoretical knowledge and practical skills [12, 13]. Thus, an environmentally aware population can be beneficial for the public community as people become over time better informed citizens on environmental issues and are able to continuously cultivate pro-environmental aspects that can be passed on to the next generation of humans.

In the case of Kazakhstan, it being a post-soviet state located in Central Asia, environmental awareness raising aspects have gained a lot of attention from the government and civil society organizations, especially considering it within the last several years and the introduction of the new Environmental Code and the launch of the Zhasyl Kazakhstan national program. Since the early years of independence, the country has struggled with dozens of environmental problems ranging from air and water pollution to waste management as well as radiation issues, which have been highlighted by numerous local and international scholars. For that, several awareness raising initiatives from the government and civil society organizations were introduced to address the issue of low awareness levels for environmental problems. For instance, in terms of government initiatives, these included the provision of ecological education to preschool and secondary schools, or the introduction of academic courses for future ecologists at the University level. Among civil society organizations, here early approaches have focused on financing and supporting ecological education processes, particularly via the SPARE Program or GLOBE Program by the United Nations (UN); formation of local environmental associations and organizations; launch of pro-ecological forums and formation of environmental

information basis for different population groups. As of nowadays, more than 53 environmental civil society organizations are active in the country and several environmental awareness campaigns have already been implemented, most notably under the initiatives of civil society organizations such as the UNDP, and the government via the nationwide state program “Zhasyl Kazakhstan”.

The aim of the study is to evaluate via a content analysis two official Kazakhstani documents: one national program “Zhasyl Kazakhstan” and “New Environmental Code”. A content analysis is a method of analysis of written or recorded documents or materials. In other words, researchers analyze the content of the data, which in this case would be two official documents, and give an interpretation on them based on the subjective understanding of the content. Such a content analysis could share valuable insights into the details of how the state understands, views and possibly deals with the modern environmental issues in Kazakhstan. Moreover, a content analysis is very helpful in unpacking the hidden content elements of the document that would allow scholars to analyze it

thoroughly in order to identify new research gaps and compare it to the previous old-dated versions. Besides that, this paper also provided first-hand primary data on the state’s point of view towards environmental awareness aspects in Kazakhstan. For that, five open-ended questions were prepared and sent out specifically to the corporate email of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources, where ecological experts provided their written responses. The questions were sent out in early December 2021 and written answers were received late December in the same year. Written responses were received in the form of a word file. The list of the five open-ended questions were provided in Table 1 below. The results of our content analysis of two official documents and the insights received from state’s point of view towards environmental awareness aspects in Kazakhstan could help not only on the one hand scholars to identify new research streams and state directions concerning environmental awareness aspects, but also provide valuable critical feedback on the content of these two official documents from both a practical and theoretical viewpoint.

**Table 1** – Open-ended expert questionnaires

<b>Question 1</b>	From a government’s point of view, why do you think there is a problem of low level of ecological awareness among the Kazakhstani society? Please list at least three reasons.
<b>Question 2</b>	Has the problem of environmental awareness among the population improved since the early 1990s and early 2000s? How could the improvement be explained?
<b>Question 3</b>	What specific environmental issues will be the most crucial ones to address in the future within the next five to ten years in the context of Kazakhstan, and why?
<b>Question 4</b>	What is the role of civil society organizations in environmental education projects in Kazakhstan? How will its role change in the future: will it become more or less important? More importantly, why exactly?
<b>Question 5</b>	How important are civil society and international organizations in addressing the problem of low environmental awareness in Kazakhstan?

### Environmental issues in Kazakhstan

The Republic of Kazakhstan has been plagued for many years with serious environmental problems ranging from air pollution matters to problems related to waste management aspects. Among the most serious environmental problems according to Alimbaev et al. [14] are environmental issues related to state of air, water pollution, and water resource shortage. This has especially been exacerbated due to the growth of the country’s economy, among them related to the aspects such as industrial growth of production of coal, non-

ferrous and ferrous metallurgy; high level of urbanization and growth of transport routes [14]. For instance, according to book “Yesterday was too late: Ecological risks of Kazakhstan” that was published under the scientific research project on writing Collective monograph about on environmental issues of Kazakhstan, in terms of water resource deficiency problem, one of the main factors for this particular issue to occur are the irrational use of water resources for agricultural use [15]. In terms of air pollution, numerous cities are especially suffering from this particular problem. For instance, these include cities such as Temirtau, Karagan-

da, Saran, Shakhtinsk, Almaty or Balkhash [14]. While the city of Karaganda is known for its coal industrial complexes, Temirtau is known for harboring chemical and metallurgical industries [14]. The release of harmful chemical substances from industrial companies have all been highlighted by various local scholars, such as by Shakhova et al. [16], Aiman et al. [17], Alimbaev et al. [18] or As-sanov et al. [19]. Other more famously known environmental issues that are worth pointing out are issues related to water pollution and water resource shortages, where the latter is especially quite concerning among Central Asian states. Besides the historically known water pollution problems related to the Aral Sea and the Caspian Sea, water resource shortage concerns due to unregulated water use, huge water discharges or intensive water use by industrial and agricultural companies are also considered as one of the main environmental problems in the country as well as the for entire Central Asian region [14]. It is worth highlighting that Kazakhstan being a developing state that had to drastically transition from a state-planned economy to a market economic system in the early 1990's, its overall growth of its economy and the increase of industrial production had negatively impacted the local environment and even made some environmental problems worse than before [14]. Thus, it is fair to say that on the one hand the country had no choice but to accept fate and immerse themselves fully into developing its economy and industrial growth in the early 1990's, while sacrificing for that their environmental state.

Several research papers have addressed and discussed environmental problems in Kazakhstan in detail in their research articles. Over the many years since Kazakhstan had gained its independence, numerous local Kazakhstani and international scholars have analyzed environmental problems in Kazakhstan from various angles, such as in relation to water pollution aspects [20-25]; waste management issues [26-32]; air pollution [33-39]; Aral Sea issue [40-46]; health effects by radioactive waste [47-54]; soil and land degradation issues [55-61]; and issues related to ecosystem and biodiversity [62-67]. Thus, plenty of research has been done in terms of analysis of different ecological problems in the country. For instance, while Ryabushkina et al. [64] have evaluated the problems concerning the study and conservation of flora biodiversity in the country, other research articles such as those written by Kennessary et al. [39] or Kennessariyev et al. [35] assessed the impacts of air pollution levels to the health of the population.

Nowadays, many local as well as international researchers encourage the country of Kazakhstan to keep implementing sustainable development policies and follow their subsequent pro-environmental approaches that would allow the country to restore the damage that was done to the environment, human population and the natural system [14]. At the same time, the sustainable development process itself would also positively influence the social transition among the Kazakhstani society to become more environmentally aware about ecological issues in their home-country as well as globally via supporting ecological education process, with which they could catalyze new legislative changes and implement public policies that would reinforce pro-environmental policies in aspects related to natural resources, techno-economic advancements, and socio-cultural matters [14].

## **Environmental Awareness**

### *Definition & Research Scope*

Environmental awareness has been studied and defined by many scholars throughout many years, with its conceptual origin, according to Kokkinen [68], having emerged back in the early 1970's in the USA after environmental activist movements started to gradually grow into a serious wave of national movements of ecological activists. In terms of definition, environmental awareness can be viewed like a social concept with an abstract conceptualization [68]. According to Kokkinen [68], environmental awareness can be defined as the "state of a person's awareness" for the environment and problems related to them. Other scholars have defined it differently by stating that it is conceptualized as a social concept depicting the attitude and perception of an individual towards the environment [69]. However, some others such as Handoyo et al. [70] provided a more comprehensive definition by explaining environmental awareness as an aggregate state of a person's perception towards the environment consisting of various pro-environmental elements such as knowledge, inner values and behavior. Here, environmental awareness is made up of the aggregate pro-environmental elements [70].

Research wise, the scope of its research varies from studies to studies. For instance, as of now there are plenty studies on corporate environmental awareness [71-73]; studies of environmental awareness in the context of ecological education [74-76] and in relation to environmental protection aspects [77-80]. Other prominent studies also

included the effects of social media and traditional media on environmental awareness levels [81-87] and in relation to sustainable development practices [88-92]. Thus, it is fair to say that the scope of research area that the study on environmental awareness touches is extensive and stretches wide out to aspects of business, media, public policy and education.

#### *Research Progress in Kazakhstan*

In terms of research progress in environmental awareness studies, there are numerous research articles published on this particular topic in the context of Kazakhstan. For instance, these included studies done by Zhurtbay [93] and Tursynbayeva et al. [94] on the inter-related aspects of how the media and national policy form environmental awareness elements among different groups of the population in the country. Another group of scholars approached it from the context of ecological education and how the process of pedagogical teaching affected the level of awareness among different groups young people [95-100], while other researchers looked at the degree of awareness levels for various environmental problems ranging from the role of NGOs and civic society organizations [101-105], and from the point of view of access to environmental information to the public community [106]. However, most recent studies included multiple environmental awareness aspects that focused on ecological issues such as waste management problem and air pollution, such scholars include those by Karimova et al. [107], Karaca et al. [108], and Sarbassov et al. [109]. Another popularly emerging topic in relation to environmental awareness concerns the aspects of environmental activism movement and role of activists [110-111]. The most recent relevant studies were done by Kumar [112, 113], who had provided in one of the papers an extensive literature review on eighty-two environmental awareness studies in Kazakhstan [112], while on the other a new conceptual framework to assess ecological awareness level consisting of four main dimensions were provided [113]. The author found out the following literature review findings. First, the paper revealed that 44% of studies related to the topic of environmental awareness were written in Russian language, while only 22% in Kazakh and 34% in English [112]. Second, the study also found out that the number of publications have increased from one publication between 1991-1999 to more than seventy-five publications within the last twenty years [112]. Last but not the least, the literature review analysis also has revealed that most papers (48.8%) focused

on aspects of environmental education followed by studies on aspects concerning ecological-environmental culture and case studies [112]. In the case with the second paper by Kumar [113], this particular paper focused on addressing the issue of a lack of multi-dimensional conceptual framework for assessing ecological awareness levels. According to the author, the level of ecological awareness consists of four main dimensions: affective, altruistic, conative and cognitive [113]. In order to assess each dimensions, the author had proposed three different research instruments, which were previously applied by different Western scholars. These included the 15-item EEV Scale Model; 26-item Environmental Risk Perception Scale Model; and the 18-item EAS Model [113]. Such a new multi-dimensional conceptual framework could help both local Kazakhstani researchers as well as different researchers all around the world to pinpoint differences in environmental beliefs, values, concerns and perceptions about different populations groups in a given context [113].

#### *Evolution of State & NGO Projects*

Since Kazakhstan had gained its independence, there were several attempts carried out in terms of government and non-government programs that aimed to raise the level of environmental awareness in the country. One of the earliest government-initiated programs included the efforts in providing environmental education among preschool kids, secondary education students and students studying at higher educational institutions [114]. This was first laid out in the Resolution of the eleventh session of the Intergovernmental Environmental Council of CIS, which later was implemented in the Environmental Education Program via the resolution № 207/p of the Ministry of Natural Resources and Environmental Protection in 1998 [114]. The Environmental Education Program was then also gradually incorporated in the Government Action Plan of the Concept of Environmental Safety of the Republic of Kazakhstan in 1998 [114]; within the 2002 Concept of Ecological Education [115] as well as in the 2030 Strategy in the section on *Environment and Natural Resources* [114]. However, only in 2002, the government recognized the importance to integrate elements of environmental education and sustainable development aspects into the educational system and started to actively implement the programs [115].

In terms of preschool and primary education, the first government attempts focused on building an ecological mindset among children, for which

teachers were first trained in courses such as environmental protection and preschool children send to excursion at recreation centers outside urban cities in order for them to experience the natural world [114]. Besides that, the aim for preschool children was to indoctrinate into their mindset a holistic picture of the natural world [115]. Moreover, a preschool curriculum on environmental education was introduced that focused on providing lessons to children on '*Getting to know the world around us*', where children could acquire knowledge on the difference between animate and inanimate nature as well as understand how plants functioned [114]. Despite all these efforts, little is known about other government projects for preschool children and often this age group is not given as much attention as it is supposed to be provided [114].

In the case with secondary schools and higher educational institutions, here the situation in terms of state support is specialized and more course oriented [114]. For instance, among secondary school students, courses such as on Botany, Ecology, Zoology, Natural History have been introduced [114]. It should be noted that most public schools provided one subject called Natural Science that incorporated all environmental aspects [115]. Hence, such specialized courses were only provided among specialized schools or lyceums, which accounted for about 5% of all schools in Kazakhstan [114]. For students at higher educational institutions, training for teachers and courses for students were offered [114, 115]. As of nowadays, around 45 higher education institutions prepare specialists in environmental studies or ecology [115]. However, its main issues have included the problem of matching graduates with the demand of the labor market, as often ecologists and environmental science specialists face labor shortage problems [114, 115].

Other environmental awareness programs or projects were also prevalent also among civil society organizations, such as the UNDP in the form of financing ecological education processes. At the beginning, in the early 1990's NGOs worked on formation of local clubs and environmental societies. One of such early local environmental organizations formed by local ecologists was the so-called The Karaganda Edelweiss [114]. Considering the fact that civil society organizations and non-governmental organizations (NGOs) had seen a huge growth in their impact on the society in late years of 1990's and have now become an important pillar for driving the development of ecological

education in the country forward, it is fair to say that their share of influence was crucial on par with the public sector. For instance, back in 1998, a group of NGO experts from Kyrgyzstan and Kazakhstan were given an opportunity to visit the Netherlands to obtain some form of firsthand experience via seminars and lectures on the process of ecological education and their pertaining activities [114]. Being financed by a Dutch NGO in the project called Ecological Education and Sustainable Development, the experts were able to produce a methodological manual or guidance book about ecological education [114]. Other international projects also included the so-called SPARE Program financed by Norwegian Society for Nature Conservancy in 2001 that aimed at teaching Kazakhstani students and teachers on aspects of energy and resource-saving technology; or the UN financed GLOBE Program from early to late years of 1990's with the aim to support ecological volunteer activists from more than 100 schools from Kazakhstan and Kyrgyzstan by bringing them closer to the activities of the NGOs [114].

Others small-scale projects were also carried out by local civil society organizations. For instance, these included the online publication of environmental-biological magazines for children named '*EcoWeek*' or '*Temirkazyk*' six times annually in both languages of Russian and Kazakhstan in order to motivate children to read about technological advancement in the niches of sustainable development and environmental science [115]. Another local project organized by National Educational and Health Centre '*Baldauren*' have launched in 2015 a forum for young environmentalists on "Save the Green Planet" and in 2016 another forum for young environmental researchers '*Focus on Eco-World*' [115]. On top of that, online environmental contests on raising awareness for environmental problems in the country were also organized by local civil society organizations and international organizations, such as the UNDP in June 2021 among Kazakhstani media journalists on the topic "Change for Climate in Kazakhstan" [116]. Nowadays, there are numerous local environmental organizations and clubs in Kazakhstan that engage in activities related to raising environmental awareness or environmental education process, most notably ECOJER, a Kazakh association of regional environmental initiatives who assist business, government and civil society projects that are involved in environmental protection efforts. According to the UNECE report from 2018, around 53 environment-related organizations operate in Kazakhstan [115].

## Results & Discussion Section

### *Zhasyl Kazakhstan Program*

Since mid-2021, a new government program called Zhasyl Kazakhstan has been adopted and implemented, where the word ‘Zhasyl’ stands for ‘Green’ in English [117]. This program was adopted on October 12, 2021 and has been given an implementation period from 2021 to 2025 [117]. The entire volume of its finances for the implementation period were estimated to be around \$5.829 million, or 2.5 billion tenge in local currency [117]. Its main stakeholders included six ministries (namely Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources; Ministry of Information and Social Development; Ministry of Education and Science; Ministry of Investment and Development; Ministry of Healthcare; Ministry of Energy) and many other government-affiliated enterprises and JSCs such as Kazakhmys Smelting, Astana Recycling Plant, Kazecotech, Clean City NC, ArcelorMittal Temirtau or Samruk Energo [117]. However, the main supervisor and responsible government body for this program is the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources [117].

The main goal of this program is to create a favorable living environment for the population and improve the environmental situation in the country [117]. According to the content of the national program, it consists of 4 different pillars of strategic paths: Clean Kazakhstan; Economically Efficient Kazakhstan; Nature Kazakhstan; and Ecological Future Kazakhstan [117]. These four strategic paths include government efforts directed towards the improvement of quality of atmospheric air; efficient management of waste production and use of water resources; support for conservation of ecosystems in lakes such as Balkhash and the North Aral Sea region; reinforcing local environmental policies in safeguarding biological diversity of rare plants and endangered species of animals; introducing specially protected natural areas and green projects; promotion of renewable energy projects and eco-friendly innovations and start-ups; modernization of public consciousness for environmental issues via environmental education and nurturing an ecological-friendly culture [117].

By 2025, the government expects to reach from this program the following long-term objectives. First, a decrease in the volume of wastewater discharges as well as a decrease in the level of energy intensity based on consumption per unit of GDP [117, 118]. Another expected positive outcome concerns the greening projects of cities

and creation of an interactive online geoportal map that would allow the public community to be able to monitor on the one side the effective planting of 2 billion trees, while on the other side check the risk factors of forest fire tendencies and illegal logging activities [118]. Besides that, the program expects to see a decrease in air pollution levels among the following ten cities: Temirtau, Nur-Sultan, Almaty, Aktobe, Atyrau, Ust-Kamenogorsk, Karaganda, Balkhash, Zhezkazgan and Shymkent [117, 118]. Furthermore, in terms of water security and water resource management aspects, the President has also assigned the government to update the legislative framework on water use and conservation aspects by introducing a new Water Code by 2022, which would support the Zhasyl Kazakhstan Program even more [119]. As the older Water Code did not include legislative regulations on aspects of preservation of water resources and its rational use, the new upcoming Water Code will provide more concrete and specific legal amendments [119].

In regards to environmental awareness aspects, the focus on modernization of the public community to become more environmentally aware is considered as one of the long-term goals of this government program and is the fourth pillar of the national document. It consists of three main long-term objectives. First, integration of environmental awareness aspects into the education system and the modernization of the quality of education [117]. Second, formation of an eco-oriented informational basis in Kazakhstan [117]. And third, training, retraining and provision of education for future ecologists [117]. According to the main goal of this fourth pillar, all these three objectives should eventually cultivate values of ecological patriotism among different groups of the population [117]. Regarding the first long-term objective to effectively integrate environmental aspects into the education system in the country, the program has outlined two indicators that would effectively help to achieve the goal. The first indicator concerned the coverage of students with the course on ‘Ecology’ in secondary school programs, which would involve students starting from grade six on up until graduation from high school [117]. And the second indicator would be regarding aspects of ensuring students having access to the best green practices and technologies [117]. These two indicator would be measured according to three government-initiated programs: 1) creation of networks of environmental education centers around Kazakhstan. For example, this would include the building of specific eco-stations; 2) Introduction of a new elective course “Ecology” in

the 6th grade curriculum of a secondary school; 3) Holding annually a national competition on '*The best organization of eco-education*' [117]. The second long-term objective concerned the formation of an eco-oriented informational basis in Kazakhstan, here the indicator would involve number of citizens covered by the environmental information campaign, for which two government programs are going to be introduced: 1) Development and implementation of a media plan for environmental education and awareness through publications in traditional and new media, holding action events at the local and national level; and 2) Conducting on a systematic basis the environmental government campaign '*Birge-taza Qazaqstan*' (transl. *Together-Clean Kazakhstan*) to strengthen environmental values [117]. Unfortunately, specific information or details regarding the third long-term objective involving the retraining and training process of future ecologists, no information had yet been provided.

It is worth highlighting the fact that this national program has put more emphasis to the first three strategic pillars of Clean Kazakhstan, Economically Efficient Kazakhstan and Nature Kazakhstan. According to the official document, in the strategic pillar regarding Clean Kazakhstan three specific long-term goals were highlighted in detail with each of them having specific short-term objectives and their respective programs. Here, detailed program information was provided, with one of the many long-term goals of this pillar involving the reduction emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources in large cities by industrial enterprises from 881,6 thousand tons to 503,4 thousand tons by 2025 [117]. These would directly concern enterprises such as JSC ArcelorMittal in Temirtau; JSC Astana Energy in Nur-Sultan; JSC Almaty Power Station in Almaty; LLP PKOP in Shymkent; for enterprises in Aktobe; one in Atyrau; two in Ust-Kamenogorsk; and five others in four additional cities [117]. Another goal for this pillar concerned the management of waste production and consumption, for which the document described in detail the specific government actions needed to address this particular issue. For instance, one of the government-initiated programs to achieve sustainable waste management processes in different cities is via the purchase and installation of containers for separate collection of waste; creation of landfill areas, particularly in Pavlodar region, for the collection of construction and bulky waste generated by legal entities and the population to further processing and disposal purposes; construction of a hazardous medical waste disposal center in

Nur-Sultan; recycling of previously accumulated phosphogypsum waste in the Zhambyl region; and more than dozen other specific government actions [117]. Thus, showing that the Zhayyl Kazakhstan Program tries to solve more pragmatic environmental problems surrounding air and water pollution aspects, waste management issues and aspects related to environmental control, and putting less emphasis on raising environmental awareness. However, ecological education and the formation of a pro-environmental culture takes time and a lot of effort to see its fruitful results, and this program had set at least some tasks for the next three years. Hopefully, it can be expected that this document will be updated and revised in the future in order to publish a more detailed and comprehensive report, especially concerning aspects on environmental awareness issues and their government programs.

#### *New Environmental Code*

The new and updated version of the Environmental Code of the Republic of Kazakhstan was adopted on the 2<sup>nd</sup> of January 2021, which replaced the previous 2007 version [118]. This new Environmental Code brought in a new wave of legal updates, as according to the recommendations provided by the OECD, the legislative frameworks were outdated and several new provisions needed to be added [120, 121]. According to, Eldos Abakhanov, who is the Deputy Chairperson of the Kazakhstan Association of Environmental Organizations, such new legislative reforms were introduced in order to bring in the best practical experiences from the European Union and OECD countries, that could eventually optimize the strength of the outdated environmental regulations in the country and bring in line with the OECD's approach criteria's [122]. Another local expert from Grata International also highlighted the fact that the new Environmental Code has tried to introduce positive experiences from EU countries and improve legislative aspects, particularly previous shortcoming regarding ineffective environmental impact assessment; irrelevant legal regulations on waste management issues; weak public participation mechanisms in environmental control; and systemic evaluation of environmental damage [121]. As a result, several new legal provisions were added.

For instance, these included the introduction of legal principles concerning the responsibility for restoring the damage caused to the environment and new definitions in regards to polluters and their classification into different categories depending on the level of hazardous impact of their entrepreneurial activities [120, 121]. One of such

specific new novelties included the introduction of the principle ‘polluters pay’, which once again was re-integrated from the experiences of the OECD countries and implied the introduction of high fees to enterprises for environmental damages caused [122]. Such new legal reforms, according to Eldos Abakanov, also brought in new legal pathways on how to effectively reorient environmental revenues generated from issuing environmental permits and fees from violations of environmental emissions towards the state and local budget [122].

Another interesting legal novelty included the adoption of a new regulatory framework for assessing environmental impacts of enterprises as well as the introduction of a new waste classification that corresponded to the European catalog [120]. For instance, with the new waste management classification, it aimed to tackle issues related to reduction of waste generation; reuse of waste; recycling process of waste; and aspects related to landfill disposal matters [120]. Here, the introduction of an environmental impact assessment method also ensured that enterprises were subject to compliance measures and check-ups before they could be granted environmental permits [122]. Here, environmental impact assessment methods included the following types of impacts measurements: direct, impacts, indirect impacts and cumulative impacts [122]. Besides that, Makhmetova [121] also noted that the violators in terms of waste management aspects, were also subject to severe administrative fines, penalties and liabilities.

Besides that, other significant legal changes were made concerning new environmental aspects related to the legal introduction on protection of forests; protection of soils; environmental education and awareness raising aspects; research and development; management of radioactive waste; and water security aspects in the northern part of the Caspian Sea [120]. These new legal changes in the New Environmental Code also had brought in changes within the Code of Administrative Offences, as amendments were carried out to tighten liability for violation on laws related to tax code, criminal code, forestry code, water code, land code and entrepreneurial code, law on development of agro industrial complex and rural areas, and several others [120]. Moreover, it is worth noting that new concepts on how to calculate environmental damage; introduction of new methodological assessment system of cross-border impacts aimed to align with the standards of the 1991 Convention on Environmental Impact Assessment in a Cross-Border Context; and new method of assessing

administrative fines for polluting enterprises [120, 121].

In terms of environmental awareness aspects, which was stipulated in Articles 191-194, new significant legal changes were introduced. First, in terms of how the state now provided support for ecological education to different population groups and how environmental information became publicly accessible [120]. In comparison to the older 2007 version of the Environmental Code, where in Article 184 the state support measures were provided with very little specificities [123], the newer version highlighted the importance of public participation in the discussion of public awareness for environmental issues and public access to environmental information. For instance, in Article 194 on ‘state support for environmental education and awareness’, the state now supported newly introduced “training for climate change adaptation specialists” and was obliged to “inform the public about projected anthropogenic impacts, climate change, human and environmental vulnerability and climate change adaptation measures” [120]. Speaking of public participation, particularly on how the public could voice their opinions and hold public hearings, the new Code strengthened the role of the public in decision-making processes [122]. Here, with the new amendments public hearings will be now covered now in mass media; all stages of the environmental impact assessment procedures be posted on the official websites of the Ministry; and the post-project analysis reports will ensure high quality standards of projects development [122]. These aspects regarding improved public participation processes were particularly well highlighted by Makhmetova [121], where the local expert has outlined in detail the scope of the environmental impact assessment procedures.

Other new state support measures for raising the public awareness for environmental issues also have included granting so-called ‘state contracts’ and ‘social contracts’ to support innovative methodological practices in fields of environmental education by non-profit organizations [120]. Speaking of environmental education process, the new Environmental Code also introduced a new academic discipline on ‘environmental protection and use of natural resources’ as a state compulsory educational curricula for specialized vocational education [120].

It is also worth noting that the new Environmental Code also has introduced more precise classification on what the state had to do in terms of tackling the issue of public access for environmental information

and how the public now was able to exercise environmental control [120]. While the previous 2007 version did not stipulate the significance of public disclosure of environmental information at all, the new version in fact outlined the state to be disclosing environmental information specifically related to ambient air, waste management aspects, energy balance issues, biodiversity problem, state of water and land resources, and climate change issues [120].

Besides that, the new Environmental Code also introduced some new changes and amendments in terms of main directions of environmental research. The newer version introduced new concepts and research focus such as natural ecosystems; preservation of biodiversity; climate change impact and mitigation; analysis of environmental impact on public health; environmental safety; determination of zonal threshold levels of man-made impacts on ecosystems and landscapes; and many other niche areas [120].

Thus, it can be concluded that the new Environmental Code has indeed significantly addressed previous shortcomings of the 2007 version in aspects regarding low efficiency of environmental impact assessment; irrelevance of legislative regulation of waste issues; limited public and citizen participation in terms of environmental control and environmental awareness; and non-existent methodological economic assessment system of environmental damage. This has also been outlined in detail by both local ecological experts Eldos Abakanov [122] and the Leila Makhmetova [121].

#### *UNDP's Joint Project*

Besides these two official documents related to environmental awareness aspects, civil society organizations such as the UNDP in cooperation with the Ministry of Education and Science, Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources and JSC International Green Technologies and Investment projects Center have also launched since 2020 a four-year program called ‘Enabling innovative ecological education towards the country’s sustainable development’ in order to teach more than six thousand teachers on aspects of environmental education, and build a network of ecologists, activists, students, teachers and parents to effectively delivery an informational campaign about the issue on low environmental awareness among the public [124].

This joint project has also aimed to support pre-school educational institutions by initiating

interactive games and cultivate via lessons an eco-friendlier society [124]. This should nurture an environment where pre-school and elementary students would gain knowledge on aspects of sustainable development, biodiversity conservation, climate change and sustainable consumption [124]. The ultimate goal of this project is to build upon the legal framework for incorporating in the future a new subject on climate change in the Kazakhstani educational system [124].

#### *State's View on Environmental Awareness Problem*

According to the five open-ended questions that were sent to the ecological experts at the Ministry of Ecology, geology and Natural Resources, their point of view was summarized in the following way.

First, concerning the reasons why currently a low level of environmental awareness exists among the general population, the Ministry provided their responses in the following manner. According to the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources, the issue with the low level of environmental awareness are primarily caused as a result of several factors. One of the factors included the “*low level of human culture driven by immoral, irrational and consumerist attitude and behavior*”. Another factor was the issues with the “*lack of public knowledge on environmental education*”. As a result, the “*Kazakhstani society with its consumerist culture lacks a comprehension and understanding in the symbiotic relationship between animate and inanimate nature*”.

Second, when asked about whether the government did indeed view an improvement in the levels of environmental awareness since the early 1990’s and 2000’s, their response was straightforward and to the point. According to their response, the country has indeed experienced an improvement in the level of environmental awareness among the general population, particularly as a result of the young population being influenced by the principle of ‘*global ecologization*’, technological advancements and the emergence of the Internet with social media.

Third, when asked about the most critically crucial environmental problems that needed to be tackled in the near future, three main environmental problems were pointed out. First, the problem of air pollution was pinpointed. According to the experts, the adoption of a new Environmental Code with the Zhasyl Kazakhstan Program should tackle this particular environmental problem more effectively, especially in cities such as Almaty,

Karaganda and Temirtau. The second issue that was given attention by the experts was concerning the waste management problem. And third, the aspect concerning the climate change issue was mentioned. According to the response, the Central Asian region is the most prone region to global climate change and rising global temperatures. It is mentioned that “*The availability of water resources is critical. Nearly half of all water comes from outside. Thus, all climatic changes will affect the availability of water. These eco-problems have not lost their relevance yet.*”

The fourth and fifth question asked experts about the current and future roles of the civil society organizations in Kazakhstan and its effectiveness and impacts on raising environmental awareness levels among the general population. Here, experts provided the following responses: “*To begin with, let me make it clear that drawing attention to environmental issues and stimulating environmental activity is the task not only of environmental organizations, but of everyone, including the citizens themselves, businesses, industrial enterprises and of course the government. The involvement and active participation of civil society play one of the key roles in solving environmental problems. In recent years, the Civil Forum has become a stable dialogue platform for discussing the most important and pressing socially significant issues. It was noted that in recent years the topic of ecology has been actively raised by ordinary citizens who are not indifferent to the topic of clean air and environmental protection. In addition, civil society organizations, which are important subjects of the public community, play an important role in the formation of the ecological information space and would definitely keep playing a crucial role in the future in the context of Kazakhstan. It should be noted that civil society organizations proceed in their activities from priorities determined by their own philanthropic goals, and not from functions or responsibilities established from outside. Therefore, their attention is often focused on specific environmental problems, and, as a rule, the problems supposed to be actual and most stressing ones, representing a greater public interest. Nowadays, the government's main focuses are mostly directed towards improving the environmental situation in cities of Kazakhstan, reforming environmental legislation, pursuing a gradual transition to a green economy and building an informational basis for the public to access crucial environmental aspects*”.

## Conclusion

In a nutshell, our content analysis has shown the following interesting findings. First and foremost, in terms of the Zhasyl Kazakhstan Program that has been introduced and implemented in 2021 for a four-year program up until 2025 with a financial worth of 2.5 billion tenge, consists of four strategic pillars with one of them specifically designed to support state policy measure in raising environmental awareness of the public community. This particular pillar was named as “Ecological Future Kazakhstan” and has outlined three specific policy directions: 1) integrate environmental awareness into the Kazakhstani educational system; 2) support state measures to improve informational basis on environmental awareness aspects; 3) and the process of training and retraining of specialists and teachers of ecology. Each policy direction had its own indicators and programs. For instance, in the first policy direction, one of the program included the introduction of the course on “Ecology” among secondary school students. For the second policy direction, so-called environmental information campaigns through media events, publication competitions and the implementation of the so-called ‘Birge-taza Qazaqstan’ project. Lastly, in terms of the third policy direction, projects and programs were still underway.

In terms of the new Environmental Code there were several interesting insights drawn from our content analysis of the document. First, the new Environmental Code has updated the previous 2007 version with the following new legal amendments: introduction of new legal provisions regarding definitions of environmental damage and environmental responsibility; classification of enterprises into different categories depending on the level of hazardous impact of their activities; and introduction of legal novelties and methodological assessment system for evaluating the environmental impact of activities of enterprises. All these were also highlighted in detail by two local experts named Eldos Abakhanov [122] and Leila Makhmetova [121], who provided their own viewpoint and analysis regarding legislative novelties and their implication to the society, enterprises and environmental state policies. Besides that, significant legal amendments were also introduced in relation to environmental protection of forests, soils, water security and tightening of laws for violation on laws related to tax code, forestry code, water code and land code. However, if we are speaking of environmental

education and environmental awareness aspects, here new changes were especially visible among Articles 191-194 and Article 184. For instance, more detailed information was provided in Article 184 on how state actions have strengthened the public's participation in environmental control and monitoring (e.g. in public hearings), and removal of limitations of public access to environmental information on sensitive aspects related to air pollution, waste management issues, biodiversity problem, energy balance issues, land resources, and climate change problems. Besides that, another novelty of state support measures also included the introduction of "state and social contracts" in support for innovative methodological practices in fields of environmental education as well as in training of ecological specialists, particularly climate change adaption specialists. Moreover, regarding the aspects on environmental education, it is worth noting that the new Environmental Code has introduced the implementation of new academic disciplines (e.g. environmental protection and use of natural resources) within the curriculum of the education system. Last but not the least, the new Environmental Code also encouraged the focus on new research areas such as on natural ecosystem; biodiversity matters; climate change impact analysis and mitigation efforts; and analysis of impact of environmental problems to public health. With all these new findings having summarized, it can be concluded that indeed the new Environmental Code had brought new waves of legal changes and legal novelties that should in the long-run improve the environmental state policies.

The interview results have also revealed for us new findings. First, the government recognizes that the problem with the low environmental awareness exists due to various factors, particularly consumerist culture of the Kazakhstani society and lack of public knowledge in environmental education. Second, the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources do agree to the fact that the country has experienced an improvement in the level of environmental awareness among the general population since 1990's and early 2000's. Third, according to the Ministry, ecological problems such as air pollution, waste management problem, and climate change were and can be regarded within the contemporary and future time period as the most serious environmental problems to deal with. Fourth, the Ministry does acknowledge the weight of importance for not only the civil society organizations in raising environmental awareness levels among the population, but also the active

role and participation of the public in catalyzing pro-environmental changes within the society. According to them, the triad relationship between the public community, civil society organizations and the government is very important to generate socially significant changes and effective pro-environmental policies. In conclusion, the Ministry does not undermine the issue of environmental awareness problem in the country and considers it as a serious matter alongside air pollution, waste management problem, and climate change issues. At the same time, the Ministry believes that the public has become more environmentally aware compared to two and even three decennials ago and is now able to solve the environmental awareness issue more effectively with the help of civil society organizations.

All in all, as already noted, the environmental situation in Kazakhstan requires urgent attention by both the government and civil society organizations. The introduction of the new Environmental Code alongside the Zhasyl Kazakhstan national program have come timely to tackle some of the ecological issues in the country. While on the one hand the new Environmental Code laid out updated and improved legislative changes and strengthened the regulatory frameworks on aspects such as efficiency of environmental impact assessment, waste management issue, and public and citizen participation in environmental control and environmental awareness; on the other hand the Zhasyl Kazakhstan program on the other hand provided some preliminary state programs to achieve specific environmental objectives on four specific strategic paths, with one of them particularly addressing the issue of low environmental awareness level among the public. As some local experts such as Makhmetova [121] and Abakhanov [122] have evaluated in detail the previous shortcomings of the older 2007 version of the Environmental Code with the new 2021 version, they have highlighted the new path the state has now taken to strengthen the regulatory and legislative aspect concerning environmental aspects in Kazakhstan. With that said, it is fair to say that both local experts view first of all the new Environmental Code as a successful successor of the 2007 version. According to Abakhanov [122], the new Environmental Code has introduced some of the best practices and experiences of the OECD and European countries in how they have tackled and still tackle environmental issues in their country, and such a re-adoption and re-adaptation of legislations could 'speed up' the state's pro-environmental modern approaches to

environmental problems. According to his opinion, the legislative changes of empowering the public community in being able to monitor state projects or activities of enterprises via environmental control should allow the public to become more responsible and actively involved in monitoring environmental issues. Also, such an empowerment brings in the idea to educate the public on environmental control mechanisms as well as on current adverse impacts of enterprises on the environment. This is especially true if we also infer the statements provided by the experts of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources on the crucial 'triad' role of the public community, civil society organizations and the state in raising environmental awareness levels. Besides that, Abakhanov [122] also stressed out the strong impact the new Environmental Code had on enterprises, by which enterprises were now under strict surveillance while also at the same time given more responsibility to improve the quality of industrial environmental control. All these new legislative novelties should strengthen the institutional and regulatory framework on how environmental issues were to be effectively tackled in Kazakhstan.

What concerns the research limitation, there are several to highlight. First and foremost, the results of the content analysis of two official documents to a certain degree can be said to be based on the subjective qualitative analysis of the researcher. Objectivity of research analysis of the researcher is a controversial aspect of content analysis; as qualitative document analysis involves data interpretation that is subjective [125]. In other words, the main tool in case of a qualitative content analysis is the research himself [125]. Thus, it might be difficult to assess the validity of the analysis.

Secondly, it is also worth mentioning that our primary data findings from our interview results only provided one side of the coin. In other words, our primary data only depicted the point of view of the government regarding environmental awareness aspects. Thus, this paper did not include the viewpoints of other relevant actors, such as members of the local civil society organizations; members of the international NGOs; or the general public.

And lastly, a third research limitation is that our study mainly focused on national state documents. Hence, our paper did not evaluate in detail the projects or programs provided by the civil society organizations or NGOs, particularly those presented by UNDP or UNEP.

## **Further Research Suggestions**

For further research suggestions, this paper suggests the following recommendations. First and foremost, it would be very valuable to get primary data on the level of environmental awareness among local Kazakhstani and international civil society organizations (e.g. employees from UNDP Kazakhstan, ECOJER, or Green Women Association), Kazakhstani civil servants or employees of private enterprises. Being able to collect information from such a diverse range of group of the population could enrich the research on environmental awareness studies by extending the data findings to other groups of the society, which could give us a clue on how different societal groups perceive and understand environmental awareness issues in comparison to others. This should help to tinker effectively environmental state programs as well as target effectively the environmental awareness raising needs, shortcomings and objectives of each group of the society.

Another research suggestion concerns the idea to write a follow-up paper on whether citizens assess environmental awareness programs at both local and national level as effective or ineffective. This concerns particularly the national program 'Zhasyl Kazakhstan'. Such a research would bring additional valuable insight to the citizen's point of view towards environmental state policies, as such studies are rather extremely rare to non-existent in the context of environmental awareness studies in Kazakhstan. Thus, it could help policy makers to understand their own implementation flaws and shortcomings from the eyes of the individual citizen.

And lastly, it would be very valuable to conduct an impact assessment of environmental awareness programs, particularly involving the 'Zhasyl Kazakhstan' program. By definition, an impact assessment measures the effectiveness of organizational or program activities and judges the importance of changes brought by them to various sectors of the economy, state and society. A paper on impact assessment of a program could shed light to aspects such as whether the short-term and long-term objectives of the program were reached and what important changes it brought with it for the target group. Moreover, it could also provide us some information on the positive and negative impact of the program to the target groups; help us to uncover the intended or unintended long-term results of the program; and assess the relevance of program strategies and whether current strategies

contribute to the overall goal. It should also be noted that overall governmental funding for research and development (R&D) remains quite low in

Kazakhstan [115]. Thus, studies or state programs related to environmental awareness aspects need to be encouraged in Kazakhstan in the future.

## References

- 1 Uzun, F. V., & Keles, O. The effects of nature education project on the environmental awareness and behavior. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, (2012): 2912 – 2916.
- 2 Sola, A. O. Environmental education and public awareness. *Journal of Educational and Social Research*, 4(3), (2014): 333.
- 3 Simsekli, Y. An implementation to raise environmental awareness of elementary education students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, (2015): 222 – 226.
- 4 Marpa, E. P. Navigating Environmental Education Practices to Promote Environmental Awareness and Education. Online Submission, 2(1), (2020): 45-57.
- 5 Arunkumar, J. A study on assessment of environmental awareness among teacher trainees in teacher training institutes. *International Journal of Research in Social Sciences*, 2(3), (2012): 312 – 321.
- 6 Nazarenko, A. V., & Kolesnik, A. I. Raising Environmental Awareness of Future Teachers. *International Journal of Instruction*, 11(3), (2018): 63-76.
- 7 Schwartz, J. Environmental NGOs in China: roles and limits. *Pacific Affairs*, (2004): 28 – 49.
- 8 Haigh, M. J. Promoting environmental education for sustainable development: The value of links between higher education and non-governmental organizations (NGOs). *Journal of Geography in Higher Education*, 30(2), (2006): 327 – 349.
- 9 Wong, K. K. Environmental awareness, governance and public participation: public perception perspectives. *International Journal of Environmental Studies*, 67(2), (2010): 169 – 181.
- 10 Choudhury, K. Non-Formal Environmental Education and NGO-School Link for Environmental Awareness and Protection. *RESEARCH REVIEW International Journal of Multidisciplinary*, 6(12), (2021): 75 – 81.
- 11 Thapa, B. Environmentalism: The relation of environmental attitudes and environmentally responsible behaviors among undergraduate students. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 19(5), (1999): 426 – 438.
- 12 Shobeyri, S. M., Omidvar, B., & Prahallada, N. N. A comparative study of environmental awareness among secondary school students in Iran and India, 1(1), (2007): 28 – 34.
- 13 Medallon, M. C., & Gallardo, M. Environmental awareness campaign: The change it brings. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 2(1), (2014): 115 – 120.
- 14 Alimbaev, T., Mazhitova, Z., Omarova, B., Kamzayev, B., & Atanakova, K. Ecological problems of modern central Kazakhstan: challenges and possible solutions. In E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 157. (2020): 1 – 8.
- 15 DKU. Scientific research project on writing Collective monograph about on environmental issues of Kazakhstan. Center for Natural Resources and Sustainability, (2020). URL: <https://www.academic-waters.org/en/scientific-research-project-writing-collective-monograph-environ/>
- 16 Shakhova, T. S., Talovskaya, A. V., Yazikov, E. G., Filimonenko, E. A., & Lyapina, E. E. Assessment of mercury pollution in the vicinity of petrochemical complex in winter-by the example of pavlodar, Kazakhstan. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering*, 327(12), (2016): 16-25.
- 17 Aiman, N., Gulnaz, S., & Alena, M. The characteristics of pollution in the big industrial cities of Kazakhstan by the example of Almaty. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 16(1), (2018): 81-88.
- 18 Alimbaev, T., Mazhitova, Z., Beksultanova, C., & Tentigulkyzy, N. Activities of mining and metallurgical industry enterprises of the Republic of Kazakhstan: environmental problems and possible solutions. In E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 175. (2020a): 1 – 9.
- 19 Assanov, D., Zapasnyi, V., & Kerimray, A. Air Quality and industrial emissions in the cities of Kazakhstan. *Atmosphere*, 12(3), (2021): 1 – 20.
- 20 Zetterström, R. Child health and environmental pollution in the Aral Sea region in Kazakhstan. *Acta Paediatrica*, 88, (1999): 49-54.
- 21 Ibragimova, N. A., Esyrev, O. V., Zhantuarova, Z. R., & Biyasheva, Z. M. Comprehensive Assessment of Waste Water Pollution Rate in Almaty City, Kazakhstan. *International Journal of Environmental Science and Development*, 7(6), (2016): 420 – 424.
- 22 Karatayev, M., Kapsalyamova, Z., Spankulova, L., Skakova, A., Movkebayeva, G., & Kongyrbay, A. Priorities and challenges for a sustainable management of water resources in Kazakhstan. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 9, (2017): 115-135.
- 23 Baikenova, G. G., Benz, T. V., & Sugralina, L. M. Analysis of the quality of water resources of the Republic of Kazakhstan. *Journal of Karaganda University. Series: Chemistry*, (4), (2017): 104-107.
- 24 Issanova, G., Jilili, R., Abuduwaili, J., Kaldybayev, A., Saparov, G., & Yongxiao, G. Water availability and state of water resources within water-economic basins in Kazakhstan. *Paddy and water environment*, 16(1), (2018): 183-191.
- 25 Mukhamedzhanov, M. A., Jay, S., Kazanbaeva, L. M., & Nurgazieva, A. A. Challenging issues of fresh water within the territory of East Kazakhstan and adjacent areas of Central Kazakhstan. *News National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 2(434), (2019): 15-20.

- 26 Heaven, S., Vermenicheva, T. B., & Saribekova, L. M. Municipal solid waste in Kazakhstan: urban waste management problems in a transition economy. *Wastes Management*, (October), (1999): 27-40.
- 27 Nugumanova, L., Frey, M., Yemelina, N., & Yugay, S. Environmental problems and policies in Kazakhstan: Air pollution, waste and water (No. 366). IOS Working Papers. (2017): 1 – 46.
- 28 Inglezakis, V. J., Moustakas, K., Khamitovac, G., Tokmurzin, D., Rakhmatulina, R., Serik, B., ... & Poulopoulos, S. G. Municipal solid waste management in Kazakhstan: Astana and Almaty case studies. (2017): 565 – 570.
- 29 Noya, I., Inglezakis, V., González-García, S., Katsou, E., Feijoo, G., & Moreira, M. T. Comparative environmental assessment of alternative waste management strategies in developing regions: A case study in Kazakhstan. *Waste Management & Research*, 36(8), (2018): 689-697.
- 30 Inglezakis, V. J., Moustakas, K., Khamitova, G., Tokmurzin, D., Sarbassov, Y., Rakhmatulina, R., ... & Poulopoulos, S. G. Current municipal solid waste management in the cities of Astana and Almaty of Kazakhstan and evaluation of alternative management scenarios. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20(3), (2018): 503-516.
- 31 Abylkhan, B., Guney, M., Aiymbetov, B., Yagofarova, A., Sarbassov, Y., Zorpas, A. A., ... & Inglezakis, V. Detailed municipal solid waste composition analysis for Nur-Sultan City, Kazakhstan with implications for sustainable waste management in Central Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(19), (2021): 24406-24418.
- 32 Lygina, O., Urazgaliyeva, M., Kalaganova, N., & Rykova, I. Waste Management in the Context of Transition to a Circular Economy: The Case of Kazakhstan. *European Journal of Management Issues*, 29(2), (2021): 93-100.
- 33 Netalieva, I., Wesseler, J., & Heijman, W. Health costs caused by oil extraction air emissions and the benefits from abatement: the case of Kazakhstan. *Energy Policy*, 33(9), (2005): 1169-1177.
- 34 Salnikov, V. G., & Karataev, M. A. The impact of air pollution on human health: focusing on the Rudnyi Altay industrial area. *American Journal of Environmental Sciences*, 7(3), (2011): 286.
- 35 Kenessaryev, U., Golub, A., Brody, M., Dosmukhametov, A., Amrin, M., Erzhanova, A., & Kenessary, D. Human health cost of air pollution in Kazakhstan. *Journal of Environmental Protection*, 4(08), (2013): 286 – 294.
- 36 Brody, M., & Golub, A. Improving air quality and health in Kazakhstan: monitoring, risk assessment and management. *Bulletin of the Kazakh National Medical University*, (3-1), (2014): 1-4.
- 37 Kerimray, A., Bakdolotov, A., Sarbassov, Y., Inglezakis, V., & Poulopoulos, S. Air pollution in Astana: analysis of recent trends and air quality monitoring system. *Materials Today: Proceedings*, 5(11), (2018): 22749-22758.
- 38 Kerimray, A., Kenessov, B., & Karaca, F. Retracted article: trends and health impacts of major urban air pollutants in Kazakhstan. 69(11). (2019): 1331 – 1347.
- 39 Kenessary, D., Kenessary, A., Adilgireiuly, Z., Akzholova, N., Erzhanova, A., Dosmukhametov, A., ... & Saliev, T. Air pollution in Kazakhstan and its health risk assessment. *Annals of global health*, 85(1). (2019): 1 – 9.
- 40 Jensen, S., Mazhitova, Z., & Zetterström, R. Environmental pollution and child health in the Aral Sea region in Kazakhstan. *Science of the total environment*, 206(2-3), (1997): 187-193.
- 41 Whish-Wilson, P. The Aral Sea environmental health crisis. *Journal of Rural and Remote Environmental Health*, 1(2), (2002): 29-34.
- 42 Micklin, P. The Aral Sea crisis. In *Dying and dead seas climatic versus anthropic causes*. Springer, Dordrecht. (2004): 99 – 123.
- 43 Micklin, P. The Aral Sea disaster. *Annual Review Earth Planet. Sci.*, 35, (2007): 47-72.
- 44 Micklin, P. The past, present, and future Aral Sea. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 15(3), (2010): 193-213.
- 45 Crighton, E. J., Barwin, L., Small, I., & Upshur, R. What have we learned? A review of the literature on children's health and the environment in the Aral Sea area. *International Journal of Public Health*, 56(2), (2011): 125-138.
- 46 Micklin, P. Efforts to revive the Aral Sea. In *The Aral Sea*. Springer, Berlin, Heidelberg. (2014): 361 – 380.
- 47 Boltovsky, S. A., Gilmanov, D. G., Kolbaenkov, A. N., Tikhomirov, L. N., Cherepnin, Y. S., Fiveg, M., ... & Botger, G. Analysis and evaluation of radioactive waste and its disposition place on Kazakhstan territory. (2000).
- 48 Kim, A., & Romanov, A. Radioactive waste management in the Republic of Kazakhstan. (2001).
- 49 Fyodorov, G. V., & Kayukov, P. G. Management of radioactive waste in Kazakhstan: Problems and solutions. (2002).
- 50 Toguzbaeva, K. K., Kozhakhetov, N. B., Filin, A. P., Zhelderbaeva, M. K., Apsattarova, K. S., Kuandyk, K., ... & Sarmash, R. Z. Analysis of radiation situation in the Republic of Kazakhstan. *Astana Meditsionalyk Zhurnaly*, 4(4), (2003): 15-17.
- 51 Kim, A. Radioactive waste management regulation in Kazakhstan. In Materials of 4. International theoretical and practical conference 'Medical-biological and radio-ecological problems on uranium-and oil-producing regions'. (2010).
- 52 Zhunussova, T., Snee, M., Liland, A., & Authority, N. R. P. Radioactive waste management in Central Asia-12034. In *Proceedings on radioactive waste management (WM) conference*, February–March, Phoenix, Arizona, USA. (2012): 1-10.
- 53 Kim, A., Romanenko, O., Tazhibayeva, I., & Zhunussova, T. Regulatory issues related to long-term storage and disposal of radioactive wastes in Kazakhstan. (2012).
- 54 Bersimbaev, R. I., & Bulgakova, O. The health effects of radon and uranium on the population of Kazakhstan. *Genes and Environment*, 37(1), (2015): 1-10.
- 55 Almaganbetov, N., & Grigoruk, V. Degradation of soil in Kazakhstan: Problems and Challenges. In *Soil chemical pollution, risk assessment, remediation and security*. Springer, Dordrecht. (2008): 309 – 320.
- 56 Qushimov, B., Ganiev, I. M., Rustamova, I., Haitov, B., & Islam, K. R. Land degradation by agricultural activities in Central Asia. *Climate change and terrestrial carbon sequestration in Central Asia*, (2007): 137-146.
- 57 Issanova, G., Saparov, A., & Ustemirova, A. Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan. *ECOLOGY OF URBAN AREAS* 2014, (2014): 429 – 434.

- 58 Saparov, A. Soil resources of the Republic of Kazakhstan: current status, problems and solutions. In Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia. Springer, Cham. (2014): 61 – 73.
- 59 Bekbayev, R., Balgabayev, N., Zhabarkulova, E., Karlihanov, O., & Musin, Z. Factors that intensify soil degradation in the Kazakhstan part of the Golodnostenovsky irrigation massif. *Life Science Journal*, 12(1s), (2015): 1-4.
- 60 Tokbergenova, A., Nyussupova, G., Arslan, M., & Kiyassova, S. K. L. Causes and impacts of land degradation and desertification: Case study from Kazakhstan. In *Vegetation of Central Asia and Environs*. Springer, Cham. (2018): 291 – 302.
- 61 Issanova, G., Saduakhas, A., Abuduwaili, J., Tynybayeva, K., & Tanirbergenov, S. Desertification and land degradation in Kazakhstan. *Scientific Journal «Journal National Academy of Science of Republic of Kazakhstan»*, (5), (2020): 95-102.
- 62 Barinova, S. S., Nevo, E., & Bragina, T. M. Ecological assessment of wetland ecosystems of northern Kazakhstan on the basis of hydrochemistry and algal biodiversity. *Acta Botanica Croatica*, 70(2.), (2011): 215-244.
- 63 Kamp, J., Koshkin, M. A., Bragina, T. M., Katzner, T. E., Milner-Gulland, E. J., Schreiber, D., ... & Urazaliev, R. Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts. *Biodiversity and conservation*, 25(12), (2016): 2521-2541.
- 64 Ryabushkina, N., Abugalieva, S., & Turuspekov, Y. Problems of Study and Conservation of Flora Biodiversity in Kazakhstan. *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*, (3), (2016): 13-23.
- 65 Krupa, E. G., Barinova, S. S., & Romanova, S. M. Ecological mapping in assessing the impact of environmental factors on the aquatic ecosystem of the Arys River Basin, South Kazakhstan. *Diversity*, 11(12), (2019): 1 – 16.
- 66 Jashenko, R., Maltseva, E., & Ilina, V. The conservation of ecosystem and biological diversity in Alakol Biosphere Reserve (East Kazakhstan). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 298, No. 1, p. 012022). IOP Publishing. (2019): 1 – 11.
- 67 Lednev, S., Semenkov, I., Sharapova, A., & Koroleva, T. The impact of fire on plant biodiversity in the semi-deserts of Central Kazakhstan. In E3S Web of Conferences (Vol. 265). EDP Sciences. (2021): 1 – 6.
- 68 Kokkinen, E. Measuring environmental awareness in the world. University of Oulu: Oulu, Finland. (2013): 1 – 84.
- 69 Kollmuss, A., & Agyeman, J. Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental education research*, 8(3), (2002): 239-260.
- 70 Handoyo, B., Astina, I. K., & Mkumbachi, R. L. Students' environmental awareness and pro-environmental behaviour: preliminary study of geography students at state University of Malang. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 683, No. 1). IOP Publishing. (2021): 1 – 7.
- 71 Perron, G. M., Côté, R. P., & Duffy, J. F. Improving environmental awareness training in business. *Journal of Cleaner Production*, 14(6-7), (2006): 551-562.
- 72 Gadenne, D. L., Kennedy, J., & McKeiver, C. An empirical study of environmental awareness and practices in SMEs. *Journal of Business Ethics*, 84(1), (2009): 45-63.
- 73 Flammer, C. Corporate social responsibility and shareholder reaction: The environmental awareness of investors. *Academy of Management Journal*, 56(3), (2013): 758-781.
- 74 Fisman, L. The effects of local learning on environmental awareness in children: An empirical investigation. *The Journal of Environmental Education*, 36(3), (2005): 39-50.
- 75 Özden, M. Environmental awareness and attitudes of student teachers: An empirical research. *International research in geographical and environmental education*, 17(1), (2008): 40-55.
- 76 Noordin, T. A., & Sulaiman, S. The status on the level of environmental awareness in the concept of sustainable development amongst secondary school students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), (2010): 1276-1280.
- 77 Zhang, K. M., & Wen, Z. G. Review and challenges of policies of environmental protection and sustainable development in China. *Journal of environmental management*, 88(4), (2008): 1249-1261.
- 78 Nan, W., Banghong, Z., & Haifen, Y. A research on impacting factor of rural environment and environment protection awareness of famers. *Energy Procedia*, 5, (2011): 2623-2628.
- 79 Umuhire, M. L., & Fang, Q. Method and application of ocean environmental awareness measurement: Lessons learnt from university students of China. *Marine pollution bulletin*, 102(2), (2016): 289-294.
- 80 Bassi, I., Gori, E., & Iseppi, L. Assessing environmental awareness towards protection of the Alps: a case study. *Land Use Policy*, 87(30), (2019): 104028.
- 81 Bishop, K., Reid, A., Stables, A., Lencastre, M., Stoer, S., & Soetaert, R. Developing environmental awareness through literature and media education: Curriculum development in the context of teachers' practice. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 5(1), (2000): 268-286.
- 82 Kushwaha, V. S. Mass media in disseminating environmental awareness. *Social Issues and Environmental Problems*, 3(9), (2015): 1-4.
- 83 Scholtz, B., Burger, C., & Zita, M. A social media environmental awareness campaign to promote sustainable practices in educational environments. In *Advances and new trends in environmental and energy informatics*. Springer, Cham. (2016): 355 – 369.
- 84 Saikia, R. Role of mass media in creating environmental awareness. *National Multidisciplinary Research Development*, 1(2), (2017): 1-4.
- 85 Hamid, S., Ijab, M. T., Sulaiman, H., Anwar, R. M., & Norman, A. A. Social media for environmental sustainability awareness in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. (2017): 474 – 491.
- 86 Mallick, R., & Bajpai, S. P. Impact of social media on environmental awareness. In *Environmental awareness and the role of social media*. IGI Global. (2019): 140 – 149.

- 87 Okuah, O., Scholtz, B. M., & Snow, B. A grounded theory analysis of the techniques used by social media influencers and their potential for influencing the public regarding environmental awareness. In Proceedings of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, (2019): 1-10.
- 88 Crotty, J., & Hall, S. M. Environmental awareness and sustainable development in the Russian Federation. Sustainable Development, 22(5), (2014): 311-320.
- 89 Qu, Y., Liu, Y., Nayak, R. R., & Li, M. Sustainable development of eco-industrial parks in China: effects of managers' environmental awareness on the relationships between practice and performance. Journal of Cleaner Production, 87, (2015): 328-338.
- 90 Iizuka, M. Role of environmental awareness in achieving sustainable development. (2016): 1 – 44.
- 91 Labog, R. A. Teachers' Integration of Environmental Awareness and Sustainable Development Practices. Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research, 5(3), (2017): 102-110.
- 92 Amran, A., Perkasa, M., Satriawan, M., Jasin, I., & Irwansyah, M. Assessing students 21st century attitude and environmental awareness: promoting education for sustainable development through science education. In Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 1157(2), (2019): 1 – 5.
- 93 Zhurtbay, N. Solution of environmental problems through the media: case of Kazakhstan. Journal of Journalism, 39(1), (2018): 79-82.
- 94 Tursynbayeva, B. Z., Mukhambetkaliyeva, G. M., Auyesbay, K. A., & Baigabylov, N. O. National policy and the media in the formation of environmental awareness among students of Kazakhstan. Media Watch, 11(3), (2020): 428-438.
- 95 Momynbaev, B. K. Problems of ecology education in Kazakhstan. Russian Education & Society, 45(6), (2003): 66-72.
- 96 Dlimbetova, G., Aliyeva, A., & Ayazbayeva, A. Development of ecological competence for future professions. Biosciences biotechnology research Asia, 12(1), (2015): 311-319.
- 97 Sitarov, V. A., & Urekeshova, L. Student's ecological awareness development on geography lessons in the republic of Kazakhstan. Regional science inquiry, 9(2), (2017): 187 – 196.
- 98 Litvishko, V., Akhmetova, A., Kodasheva, G., Zhussupova, A., Malikova, R., & Kuralova, A. Formation of ecological education of the population. In E3S Web of Conferences, EDP Sciences, 159(2), (2020): 1 – 9.
- 99 Yessenamanova, M. S., Tlepbergenova, A. E., Yessenamanova, Z. S., & Gilmanov, E. R. Analysis of studying ecological education in Kazakhstan. In Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 1691(1), (2020): 1 – 7.
- 100 Aigul, P., & Gaukhbar, B. The Development Process of the Ecological Education in Independent Kazakhstan. Journal of Intellectual Disability-Diagnosis and Treatment, 8(3), (2020): 573-579.
- 101 Watters, K. Environment and the development of civil society in the Caspian Region: The Role of NGOs. In The Caspian Sea: A quest for environmental security. Springer, Dordrecht. (2000): 203 – 218.
- 102 Weinthal, E., & Luong, P. J. Environmental NGOs in Kazakhstan: Democratic Goals and Nondemocratic Outcomes. Columbia University Press. (2002): 152 – 176.
- 103 Wiłkomirski, B., Uteulin, k., & Wiłkomirska, A. Ecological education and environmental protection–civilizing challenge for developing countries–Kazakhstan study. Kwartilnik Pedagogiczny Journal, 2, (2008): 87-110.
- 104 Soltyś, D., & Orynbassarova, D. Delivering environmental education in Kazakhstan through civic action: second-wave values and governmental responses. Environmental Values, 22(1), (2013): 101-122.
- 105 Soltyś, D. Challenges to the institutionalization of environmental NGOs in Kazakhstan's corporatist policy arena. Journal of Contemporary Asia, 44(2), (2014): 342-362.
- 106 Tynymbekov, S., Yerezhepkazy, R., Berdibayeva, A. K., Esekeeva, A. A., Mynbatyrova, N. K., & Akopova, E. Access to environmental information in legislation of the republic of Kazakhstan. Life Science Journal, 11(SPEC. ISSUE 5), (2014): 231-238.
- 107 Karimova, B. Z., Alimbekova, S. K., & Mukhatova, A. D. Ecological problems in mass media in Kazakhstan. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 10(6), (2018): 1422-1427.
- 108 Karaca, F., Machell, J., Turkyilmaz, A., Kaskina, D., & Tussupova, K. Rising environmental awareness in Central Asia: an empirical study from Nursultan, Kazakhstan. International Journal of Environment and Pollution, 66(4), (2019): 276-307.
- 109 Sarbassov, Y., Sagalova, T., Tursunov, O., Venetis, C., Xenarios, S., & Inglezakis, V. Survey on household solid waste sorting at source in developing economies: A case study of Nur-Sultan City in Kazakhstan. Sustainability, 11(22), (2019): 1 – 17.
- 110 Kuzembayeva, A. B., Baikushikova, G. S., Delovarova, L. F., & Chukubayev, Y. S. Development of environmental movements in Kazakhstan through the prism of social and political transformations: key trends and current issues. Central Asian Journal of Social Sciences and Humanities, 3(1-2), (2019): 92-99.
- 111 Kumambetova, N. Understanding of eco-shaming phenomena in Kazakhstan. (2021): 1 – 53.
- 112 Kumar, Y. A. Environmental awareness study in Kazakhstan: a critical literature review. Journal KAZNU. Series of Psychology and Sociology, 80(1), (2022): 112-127.
- 113 Kumar, Y. A. ASSESSING ECOLOGICAL AWARENESS LEVELS: A NEW MULTI-DIMENSIONAL CONCEPTUAL FRAMEWORK. Journal KAZNU. Series of Ecology, 70(1), (2022): 4-15.
- 114 UNDP. Environment and Development Nexus in Kazakhstan. (2004): URL: <https://www.thegef.org/sites/default/files/ncea-documents/2147-22347.pdf>
- 115 UNECE. Kazakhstan Environmental Performance Reviews – Third Review. (2019): URL: [https://unece.org/sites/default/files/2021-08/ECE\\_CEP\\_185\\_Eng\\_0.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2021-08/ECE_CEP_185_Eng_0.pdf)
- 116 UNDP. UN in Kazakhstan launches media contest “Change for Climate in Kazakhstan”. (2021): URL: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/presscenter/announcements/2021/june-/un-in-kazakhstan-launches-media-contest-change-for-climate-in-ka.html>

- 117 Adilet. On Approval of the National Project “Green Kazakhstan”. Legal Information System of Regulatory Legal Acts of the Republic of Kazakhstan, 12 October 2021. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000731> -
- 118 Shayakhmetova. Zh. Kazakh Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources to Implement Projects on Pollution Reduction, Water Resources Management. Astana Times, 04 February 2021. URL: <https://astanatimes.com/2021/02/kazakh-ministry-of-ecology-geology-and-natural-resources-to-implement-projects-on-pollution-reduction-water-resources-management/>
- 119 Nurmaganabetova. Zh. President Tokayev assigns to draft new Wester Code. KAZINFORM, 08 February 2022. URL: [https://www.inform.kz/en/president-tokayev-assigns-to-draft-new-water-code\\_a3896705](https://www.inform.kz/en/president-tokayev-assigns-to-draft-new-water-code_a3896705)
- 120 WECOOP. Kazakhstan Environmental Code now available in English. (2021): URL: <https://wecoop.eu/kazakhstan-environmental-code-in-english/#:~:text=The%20new%20Environmental%20Code%20of,compared%20with%20the%202007%20Code>
- 121 Makhmetova, L. New Environmental Code in Kazakhstan. Mondaq, 15 March 2021. URL: <https://www.mondaq.com/waste-management/1045606/new-environmental-code-in-kazakhstan>
- 122 Abakhanov, E. New Environmental Code of Kazakhstan: Expectations and Prospects. Central Asian Bureau for Analytical Reporting. (2020): URL: <https://cabar.asia/en/new-environmental-code-of-kazakhstan-expectations-and-prospects>
- 123 Adilet. Environmental Code of the Republic of Kazakhstan. Legal Information System of Regulatory Legal Acts of the Republic of Kazakhstan, 09 January 2007. URL: <https://adilet.zan.kz/eng/docs/K070000212> -
- 124 UNDP. UNDP and the Ministry of Education and Science of Kazakhstan launched a project to develop environmental education. UNDP, 03 June 2020. URL: <https://www.kz.undp.org/content/kazakhstan/en/home/presscenter/announcements/2020/june/undp-and-the-ministry-of-education-and-science-of-kazakhstan-lau.html>
- 125 Bumbuc, S. About subjectivity in qualitative data interpretation. International Conference Knowledge-Based Organization. 22(2), (2016): 419 – 424.



1-БӨЛІМ

**ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ**

**ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА**

**АНТРОПОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

---

**Section 1**

**ENVIRONMENTAL IMPACT**

**OF ANTHROPOGENIC FACTORS**

**AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**

---

**Раздел 1**

**ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

**И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Sh.V. Alizade** 

Baku State University, Azerbaijan, Baku  
e-mail: shafa.huseynova@mail.ru

## **ECOLOGICAL EVALUATION OF SOILS OF THE MUGAN PLAIN OF AZERBAIJAN**

Anthropogenic impact on soil occurs due to environmental factors that affect the process of soil formation, the survival and functioning of soil organisms, energy and mass exchange, and determine the general ecological state. Therefore, when assessing the ecological state of soils, a comprehensive study of soil-biological, geomorphological, geochemical, geophysical, and other factors and parameters that determine the state of soils is required. In this regard, there is a need for comprehensive studies to assess the ecological state of soils of the Mugan Plain. According to the results of analyzes and mathematical-statistical processing of soil-field and laboratory studies conducted in the Mugan steppe in 2016-2020, as well as fund and literary soil materials, the bonitet scores of soils in the study area were calculated. According to the methods of D.Bulgakov, G.Mamedov, S.Mamedova, special assessment scales have been developed for the compliance of individual soil characteristics with the environmental requirements of agricultural plants cultivated here. Using these assessment scales, an ecological assessment of the soils of the Mugan Plain was carried out, the main limiting factors affecting the fertility of the soils of this zone were determined, and the ecological scores of the soils were calculated. It was found that the limiting factors for the soils of the Mugan Plain are the salinity of the territory (20-60 scores) and the aridity of the climate (70 scores). The highest ecological scores in the study area were obtained by dark gray-brown (91 points), ordinary gray-brown (90 points) and dark gray-meadow (87 points) soils.

**Key words:** Mugan Plain, environmental assessment, limiting factors, special assessment scale.

Ш.В. Элизаде

Баку Мемлекеттік Университеті, Әзірбайжан, Баку к.  
e-mail: shafa.huseynova@mail.ru

### **Әзербайжандағы мұған жазығының топырақтарын экологиялық бағалау**

Топыраққа антропогендік әсер ету топырақ түзілу процесіне, топырақ организмдерінің тіршілігі мен қызмет етуіне, энергия мен масса алмасуына әсер етіп, жалпы экологиялық жағдайды анықтайтын экологиялық факторлардың әсерінен болады. Сондықтан топырақтың экологиялық жағдайын бағалау кезінде топырақтың күйін анықтайтын топырақ-биологиялық, геоморфологиялық, геохимиялық, геофизикалық және басқа да факторлар мен параметрлерді жан-жақты зерттеу қажет. Осыған байланысты Мұған жазығы топырақтарының экологиялық жағдайын бағалау үшін кешенді зерттеулер қажет. 2016-2020 жылдары Мұған даласында жүргізілгентопырак-далалық, және зертханалық зерттеулердің, сондай-ақ коржәне әдебитопырак материалдарының талдаулары мен математикалық-статистикалық өндөрү нәтижелері бойынша зерттелетін аймақтағы топырактардың бонитет баллдары есептелді. Д.Булгаков, Г.Мамедов, С.Мамедова әдістері бойынша мұнда өсірілетін ауылшаруашылық өсімдіктерінің жеке топырақ ерекшеліктерінің экологиялық талаптарға сәйкестігіне арнайы бағалау шкалалары жасалған. Осы бағалау шкалаларын пайдалана отырып, Мұған жазығының топырақтарына экологиялық бағалау жүргізілді, осы зона топырағының құнарлылығына әсер ететін негізгі шектеуші факторлар анықталды, топырақтардың экологиялық баллдары есептелді. Мұған жазығының топырақтары үшін шекті факторлар аумақтың тұздылығы (20-60 балл) және климатының құрғақтығы (70 балл) екені анықталды. Зерттелетін аумақтағы ең жоғары экологиялық баллды қара сүр-қоңыр (91 балл), кәдімгі сүр-қоңыр (90 балл) және қара сүр-шалғынды (87 балл) топырақтар алды.

**Түйін сөздер:** Мұған жазығы, экологиялық бағалау, шектеуші факторлар, арнайы бағалау шкаласы.

Ш.В. Ализаде

Бакинский Государственный Университет, Азербайджан, г. Баку  
e-mail: shafa.huseynova@mail.ru

**Экологическая оценка почв  
Муганской равнины Азербайджана**

Антропогенное воздействие на почву происходит за счет факторов внешней среды, определяющих общее экологическое состояние и влияющих на процесс почвообразования, выживание и функционирование почвенных организмов, на обмен энергией и массой. Поэтому при оценке экологического состояния почв необходимо комплексное изучение почвенно-биологических, геоморфологических, геохимических, геофизических и других факторов и параметров, определяющих состояние почв. В связи с этим возникает необходимость комплексных исследований по оценке экологического состояния почв Муганской равнини. По результатам анализов и математико-статистической обработки почвенно-полевых и лабораторных исследований, проведенных в Муганской степи в 2016-2020 гг., а также фондовых и литературных почвенных материалов рассчитаны баллы бонитета почв изучаемой территории. По методикам Д. Булгакова, Г. Мамедова, С. Мамедовой разработаны специальные оценочные шкалы соответствия индивидуальных характеристик почв экологическим требованиям возделываемых здесь сельскохозяйственных растений. С использованием этих оценочных шкал проведена экологическая оценка почв Муганской равнини, определены основные лимитирующие факторы, влияющие на плодородие почв этой зоны, и рассчитаны экологические баллы почв. Установлено, что лимитирующими факторами для почв Муганской равнини являются засоленность территории (20-60 баллов) и засушливость климата (70 баллов). Наивысшие экологические оценки на исследуемой территории получили темно-серо-коричневые (91 балл), серо-коричневые обыкновенные (90 баллов) и темно-сероземно-луговые (87 баллов) почвы.

**Ключевые слова:** Муганская равнина, экологическая оценка, лимитирующие факторы, специальная оценочная шкала.

## Introduction

Until the middle of the last century, soil scientists usually carried out research on the state of natural and agricultural lands and their use in agriculture. The spread of degraded, polluted and technogenic soils with the development of industry and the exacerbation of environmental problems has led to the systematization of lands in zones subject to environmental stress, the study of ecological functions and properties of soils.

In modern times, scientists and soil specialists carry out numerous works to study the features and determine the direction of natural and anthropogenic processes occurring in natural ecosystems [1- 6]. Numerous studies have shown that as a result of constantly changing soil-environmental conditions and increased anthropogenic impact, there is an increase in the impact of the physicochemical properties of soils on the environment, since any changes in the soil cover lead to a change in environmental conditions. Currently, it is relevant to develop a system of soil properties used in soil assessment, while the selected features must meet the following requirements: 1) Quantitative assessment of soil suitability should be carried out, 2) Depending on the direction of land use, soils should be assessed for resistance to collapse, degradation and destruction.

The emergence of the scientific direction "Soil ecology" in Soil science began in the 50-60s of the last century, due to the increased anthropogenic impact on the environment, including the soil cover, and the aggravation of environmental problems associated with land use; and since the 1950s, there has been a rapid development of this area. Since the beginning of the 90s of the last century, the scientific direction "Ecological evaluation of soils" has been developing within the framework of the science "Soil ecology", the scientific-theoretical foundations and methodology of this area of Soil science have been created [7].

For the first time in the former Soviet Union, the term "Soil ecology" was introduced into the Soil Science and scientific-theoretical principles were developed by the outstanding soil scientist of Azerbaijan Academician Volobuev [8]. In the early 90s of the 20th century, Academician Mamedov developed the scientific, theoretical and methodological foundations for the ecological evaluation of soils [9].

As a preliminary stage of these studies, ecological evaluation maps were developed. Maps of ecological assessment of soils differed significantly from other previous soil maps in the combination of ecological features of soils. These maps have taken an integrated approach to assessing environmental

resources. The method of an integrated approach has simplified the identification of areas with a homogeneous lithological, geomorphological structure, soil cover and climatic conditions on maps of ecological evaluation of soils. Later, in Azerbaijan, under the leadership of academician Mamedov [9], comprehensive studies were carried out in the field of ecological evaluation of soils [10-12].

At the beginning of the 21st century, with the development of the scientific field of soil ecology, it became necessary to develop new concepts and methods in the field of environmental evaluation of soils [13]. Studies on the ecological evaluation of soil in Republic of Azerbaijan were carried out according to the method of Mamedov until 2005, when Mamedova [14] proposed a new concept in this area. The methodology of Mamedova [14] was more perfect, because in previous studies, when assessing the soil-ecological parameters of soils in accordance with environmental requirements, the concepts of "high", "good", "medium", "low", expressing quality, were used, but here it was scoring system used. A formula was suggested for calculating the ecological scores of soils, these scores were calculated on the basis of the ratio of the plant to the appearance degrees of the separate soil signs. At present, numerous studies are being carried out all over the world in this direction, where methodological approaches to assessing the ecological state of soils are being improved [15-27].

## Materials and methods

The object of research was the soils of the Mugan Plain of Azerbaijan, the total area of which is 455332.5 ha. In the course of the research, materials on the soil cover of the Mugan Plain, fund and literary materials of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of ANAS, the soil map of the Mugan Plain created by us on a scale of 1: 100 000 (2021), fund materials of the Azerbaijan State Institute of Land Management, as well as the results of soil-field and laboratory studies conducted by us in 2016-2020 were used.

Studies on the ecological evaluation of the soils of the Mugan Plain were carried out in accordance with the methods of Bulgakov [13], Mamedov [9], Mamedova [14] in the following sequence:

1. The main soil-ecological factors affecting the fertility of the soils of the Mugan Plain were identified and a mathematical- statistical analysis was carried out to clarify the reliability of the data obtained;

2. A qualitative assessment of the soils of the study area was carried out, the basis bonitet scale was developed;

3. Special evaluation scales have been developed for the appearance degrees of the separate soil features in accordance with the environmental requirements of plants;

4. The ecological scores of the soils of the Mugan steppe were calculated.

When compiling the basis bonitet scale, we adopted a 100-score comparison system, where we calculated according to the following formula (1) [28]:

$$B = \frac{M_a}{M_s} \cdot 100 \quad (1)$$

where,  $B$  – the bonitet score of the soil parameter;

$M_a$  – the actual value of the soil parameter;

$M_s$  – the value of the same feature of the soil, taken as a standard.

In accordance with the methodology for calculating the ecological scores of soils, the following formula was used, in which the parameters of a particular soil characteristic were compared with special rating scales for the appearance degrees of these characteristics and a value expressed in points was obtained [14].

$$E_s = \frac{(e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n) + B_s + (s_1 + s_2 + s_3 + \dots + s_n)}{s_n} \quad (2)$$

where,  $E_s$  – the ecological score of a particular soil;

$e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$  – indicators of environmental factors involved in the assessment, in scores;

$B_s$  – bonitet score found on the basis of the main diagnostic indicators of the soil (humus, nitrogen, phosphorus, the sum of absorbed bases);

$s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  – indicators of other soil factors involved in the assessment, in scores;

$s_n$  – number of ecological assessment criteria.

## Results and discussion

The Mugan plain is located in the southeastern part of the Kur-Araz lowland, the arid zone of Azerbaijan. The Mugan plain borders the Kur and Araz rivers in the north and northeast, the Kur-Akusha and Lenkoran plains in the southeast, and Islamic Republic of Iran in the south and southwest. The Mugan Plain occupies an area of 455332.5 ha and is located in the form of a plain (slope 0.0001–0.0003) from northwest to southeast and below sea level [29]. The climate is semi-arid subtropical.

The Mugan Plain consists of alluvial deposits with underlying marine deposits, the thickness of which reaches 10-12 cm. Modern alluvial deposits consist mainly of clayey and loamy deposits, as well as sandy and layered ones.

Volobuev, Mamedov, Salayev, Babayev and others studied of the soil cover and reclamation features of the Kura-Araz lowland and the Mugan plain [30]. The following types of soils are common in the study area: gray-brown, gray-meadow, meadow-gray, alluvial-meadow and boggy-meadow soils [29].

*Gray-brown* soils are located in the western and southwestern parts of the Mugan Plain at an altitude of 200-300 m above sea level. According to the morphological structure, these soils are characterized by an average thickness, a humus profile (40-50 cm), and a dense structure. The amount of humus in the upper layer ranges from 2.78 to 3.15%, the amount of total nitrogen ranges from 0.20 to 0.24% in the upper layer and from 0.17 to 0.20% in the half-meter layer in proportion to humus. The amount of bases absorbed by gray-brown soils: 24.13 – 41.80 meq. pH indicates that the soil medium is slightly alkaline -6.9-8.0.

The fertility of *gray-meadow* soils is lower than that of gray-brown soils. The amount of humus is 2.0-2.92% in the upper layer, 1.00-2.2% in the 50-centimeter layer, the amount of total nitrogen fluctuates in the range of 0.16-0.19%. The amount of absorbed bases varies considerably in the upper layer from 18.75 to 38.80 meq depending on the composition of the absorbed bases, in these soils is marked weak salinity.

The amount of humus in the *meadow-gray* soils was 1.90-2.2% in the upper layer (0-20 cm), 1.2-2.0% in the half-meter layer, 1.04-1.76% in the meter layer. There is also a gradual decrease in the amount of total nitrogen with depth: in the 0-20 cm layer – 0.10-0.17%, in the 0-50 cm layer – 0.10-0.15%. The availability of total phosphorus in these soils is low: 0.16-0.23% According to the degree of availability of absorbed bases, these soils are classified as medium and highly saturated: 30.10-53.40 meq.

*Alluvial-meadow* soils stretch along the banks of the Kur-Araz River in the form of a narrow strip. These soils form on young alluvial deposits with low levels of ground moisture and no stagnant surface water. Due to the amount of physical clay, these soils are clayey and heavy. The content of

humus in the upper layers is 2.5-2.7%, nitrogen 0.15-0.18%. The sum of saturated bases in these soils is 28-30 meq per 100 g of soil. Among them, calcium predominates.

In accordance with the methodology, the soil fertility level of the research object was first determined, then a qualitative assessment of the soils was carried out, a bonitet scale was compiled, where dark gray-brown soils were taken as a standard, and quality indicators of other soils were determined from it. Below is the basis bonitet scale of the soils of the Mugan Plain (Table 1).

At the next stage, special rating scales were prepared for the appearance degrees of individual soil features in accordance with the environmental requirements of plants. It should be noted that the ecological evaluation of soils is carried out using specially prepared ecological scales that provide differentiated information about various parameters of environmental conditions. Ecological scales include data on relief and soil-forming rocks, geology, climatic and hydrological conditions, soil cover, vegetation, etc.

According to Mamedova's methodology [14], for the first time we prepared an assessment scale for the appearance degrees of individual soil features of the Mugan Plain in accordance with the environmental requirements of agricultural plants cultivated in this area (Table 2).

The ecological evaluation of the soils of the Mugan Plain was carried out using the above-mentioned special assessment scales.

#### *Calculation of ecological scores for soils in the Mugan Plain*

Three groups of data were used in calculating the ecological scores of the soils of the Mugan Plain:

1. Environmental factors that form the soil and its fertility (altitude, slope steepness, precipitation, Md index;  $\Sigma T > 10^{\circ}\text{C}$ );

2. Bonitet score calculated on the basis of stable diagnostic indicators of soils;

3. Other soil parameters (pH, particle size distribution, salinity) that have not been accepted as criteria for soil evaluation.

Using all three groups of indicators, an ecological scale of soils in the study area was compiled, taking into account the ecological requirements of the main plant formations and an ecological evaluation map (scale 1:100,000) of the soil cover of the Mugan Plain was compiled (Figure 1).

**Table 1** – Basis bonitet scale of the soils of Mugan plain

Soils	Humus, $\frac{t/h}{score}$			Nitrogen, $\frac{t/h}{score}$		Phosphorus, $\frac{t/h}{score}$		Sum of absorbed bases, $\frac{meq}{score}$		Bonitet score
	0-20 cm	0-50 cm	0-100 cm	0-20 cm	0-50 cm	0-20 cm	0-50 cm	0-20 cm	0-50 cm	
Dark gray-brown	75,60 100	173,88 100	284,70 100	6,00 100	12,60 100	6,72 100	15,2 100	38,10 100	36,41 100	100
Ordinary gray-brown	71,7 95	151,20 87	247,00 87	5,28 88	11,34 90	6,00 89	13,23 88	32,0 84	32,53 89	88
Light gray-brown	48,48 64	108,36 62	200,20 70	3,84 64	8,82 70	4,80 71	10,71 71	29,32 77	28,07 77	70
Meadow-gray	52,48 69	116,28 67	213,00 75	3,58 60	8,84 70	4,86 72	11,56 76	37,94 99	37,50 102	76
Lght meadow-gray	45,57 60	106,76 61	186,02 65	3,33 56	7,48 59	4,35 65	9,52 63	34,37 90	35,27 97	68
Dark gray-meadow	64,50 85	161,93 93	247,38 87	5,00 83	10,8 86	5,95 88	13,34 88	33,47 88	33,08 91	87
Ordinary gray-meadow	58,07 77	140,34 81	206,15 72	4,52 75	9,53 76	5,24 78	11,43 76	31,60 83	31,21 86	77
Light gray-meadow	41,17 54	92,08 53	159,60 56	3,33 55	7,62 60	4,05 60	9,53 63	28,35 74	27,97 77	60
Boggy-meadow	38,06 50	87,00 50	141,45 50	3,08 51	6,96 55	3,74 56	8,12 54	25,35 66	24,45 67	54
Alluvial-meadow	48,72 64	104,55 60	184,15 65	3,94 66	9,23 73	5,57 83	12,30 81	34,40 90	33,05 91	72

As a result of our research, a map of the ecological evaluation of the soils of the Mugan Plain at a scale of 1: 100 000 was prepared. As can be seen from the legend of the map (Figure 2), 10 types and subtypes of soils belonging to different regions (Saatly, Sabirabad, Imishli, Bilasuvar, Salyan) are common in the study area. The main bonitet scores were calculated according to the fertility of these soils, and dark gray-brown soils (100 points) were taken as a standard soil.

If we look at the legend of the map, we see that only dark gray-brown soils have a bonitet score lower than the ecological score, and the rest of the soils have higher ecological scores. This indicates that only dark gray-brown soils are sufficiently fertile, and factors such as climate aridity (Md 80 points) and salinity (80 points) play a negative role here, leading to a decrease in the ecological score of these soils (92 points).

According to the ecological indicators of the ordinary gray-brown soils of the area, these soils, located at an altitude of 500 m, received 85 points for height, 95 points for particle size <0.01 mm, 80 points for climate aridity and salt content, which led to a slight increase in the ecological score (90 points) compared with a bonitet score.

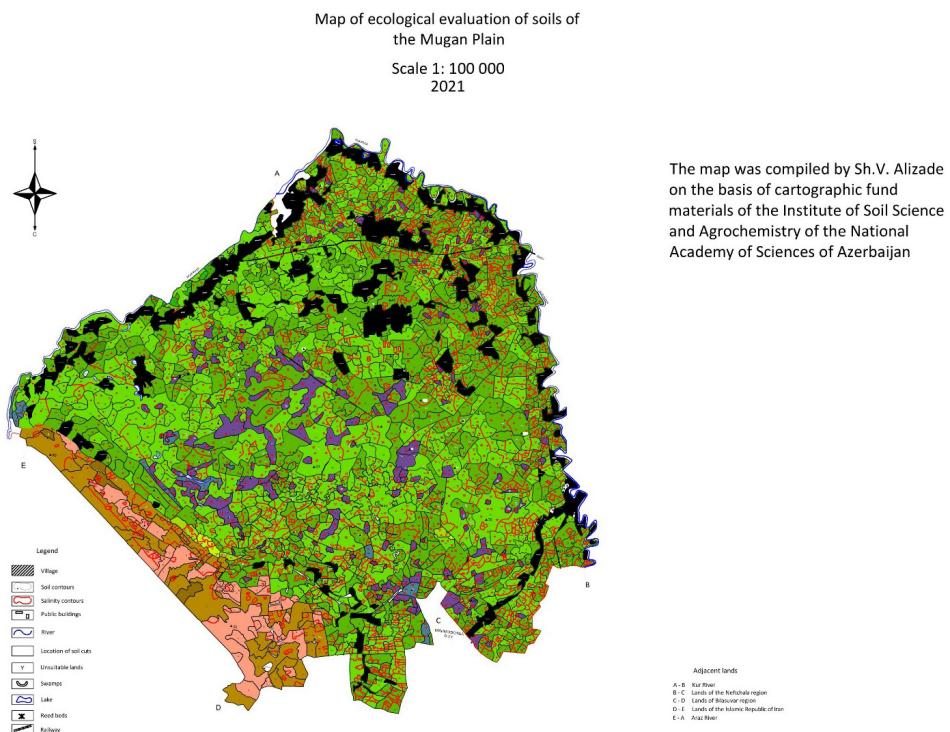
For light gray-brown soils, the main limiting factors were soil salinity (60 points) and fertility indicators (70 points). Optimal environmental characteristics and the reaction of the soil solution led to an increase in its ecological score (85 points).

If we look at the ecological assessment of meadow-gray soils, we will see that the salinity factor is the main limiting factor in both subtypes of these soils (20 scores). Other limiting factors include heavy particle size distribution (80 scores) and arid climate (70 scores). Due to the low fertility of these soils, the final environmental scores of these soils were low – 77 and 78 points.

**Table 2** – A special rating scale for the appearance degrees of individual soil characteristics of the Mugan Plain in accordance with the environmental requirements of plants

pH	$\sum T > 10^0 C$
Characteristic	Evaluation, score
6,0-6,5	70
6,5-7,0	80
7,0-7,5	100
7,5-8,0	100
8,0-8,5	95
8,5-9,0	80
Characteristic	Evaluation, score
< 2000	<50
2000-3000	80
3000-4000	90
4000-5000	100
>5000	100
Height, m, a.s.l.	
Dry residue, %	
Characteristic	Evaluation, score
<0,10	100
0,10-0,25	90
0,25-0,50	80
0,50-1,00	60
1,00-2,00	20
Soil texture (particles <0.01 mm, %)	
Characteristic	Evaluation, score
20-30	70
30-40	100
40-50	95
50-60	80
60-70	60
Precipitation, mm	
Characteristic	Evaluation, score
<200	<30
200-300	70
300-500	90
500-700	100
700-1200	85
Md index	
Characteristic	Evaluation, score
<0,10	<50
0,10-0,15	80
0,15-0,25	100
0,25-0,35	90
0,35-0,45	85
>0,45	<50

## Ecological evaluation of soils of the Mugan plain of Azerbaijan



**Figure 1 – Map of the ecological evaluation of soils of the Mugan Plain**

### LEGEND

Color	Name of soils	Height, m	Precipitation, mm	Md	$\sum T > 10 C$	Bonitet score of soil	$< 0,01 \text{ mm}, \%$	pH	Dry residue, %	Ecological score
	Dark gray-brown	500 85	316 90	0.15 80	4000 100	100	41.21 95	7.7 100	0.36 80	91
	Ordinary gray-brown	500 85	316 90	0.15 80	4000 100	88	41.8 95	7.7 100	0.41 80	90
	Light gray-brown	300 85	316 90	0.15 80	4000 100	70	49.24 95	7.9 100	0.58 60	85
	Meadow-gray	200 100	294 70	0.1 80	4200 100	76	55.17 80	8.1 95	1.06 20	78
	Light meadow-gray	200 100	294 70	0.1 80	4200 100	68	59.41 80	8.2 95	1.2 20	77
	Dark gray-meadow	200 100	294 70	0.1 80	4200 100	87	50.18 95	8.0 100	0.85 60	87
	Ordinary gray-meadow	100 100	250 70	0.1 80	4400 100	77	49.2 95	8.0 100	1.01 60	85
	Light gray-meadow	50 100	230 70	0.1 80	4460 100	60	52.61 80	8.1 95	1.16 20	76
	Boggy-meadow	50 100	250 70	0.1 80	4460 100	54	48.3 95	8.1 95	1.06 20	76
	Alluvial-meadow	50 100	250 70	0.1 80	4460 100	72	41.75 95	8.1 95	0.51 80	87

**Figure 2 – Legend of the Map of the ecological evaluation of soils of the Mugan Plain**

If we consider gray-meadow soils, although the lack of precipitation is a limiting factor for the cultivation of agricultural crops on these soils (70 points), the height above sea level and the sum of active temperatures were optimal (100 points). Of the soil indicators, only the reaction of the soil solution is at the optimal level (100 points), the rest of the indicators are below optimal. In the final assessment, both the quality index and the ecological score of dark gray-meadow soils were 87 scores, while for ordinary gray-meadow soils it increased by 8 points and reached 85 scores.

The situation is somewhat different in light gray-meadow soils, where the main limiting factors are soil salinity (20 scores) and low fertility (60 scores), as a result of the combination of other environmental and soil factors, the ecological score of these soils was 76.

The optimal values for boggy-meadow soils are only the height factor and the sum of active temperatures (100 scores). The most important limiting factors for these soils are soil salinity (20 points) and low soil fertility (54 points). Since the rest of the ecological and soil indicators are also below optimal (between 70-95 points), boggy-meadow soils can be attributed to the soils with the lowest ecological indicators for the Mugan Plain (76 scores).

The situation is somewhat different in alluvial-meadow soils, where a small amount of precipitation (70 scores) is considered a limiting factor. These soils are quite fertile (72 points), slightly saline variants of these soils are also found in this area (80 points), the altitude data and the sum of active temperatures are optimal (100 scores), the granulometric composition and reaction of the soil solution are satisfactory (95 points). As a result of the total impact of all

environmental factors, the ecological score of this soil increased to 87 scores.

In conclusion, considering the ecological state of the soils of the Mugan Plain, it can be summarized that the most ecologically suitable soils for growing crops in this area are dark gray-brown (91 scores) and gray-brown (90 scores) soils, but dark gray-meadow and alluvial-meadow soils are quite suitable (87 scores) soils.

## Conclusion

1. A qualitative assessment of the soils of the Mugan Plain of Azerbaijan was carried out, the main bonitet scale was compiled, while dark gray-brown soils were chosen as the standard (100 scores) and relative to it the bonitet scores of the rest of the soils were determined. Ordinary gray-brown soils received 88 points, dark gray-meadow soils – 87 scores, but boggy-meadow soils have the lowest fertility (54 scores).

2. A special assessment scale has been prepared for the appearance degrees of individual features of the soils of the Mugan Plain in accordance with the environmental requirements of the crops cultivated here.

3. Ecological evaluation of the soils of the Mugan Plain was carried out using special assessment scales, the main limiting factors affecting the fertility of the studied soils were identified, and the ecological scores of the soils were calculated. It was established that the highest ecological scores in the study area were obtained by dark gray-brown (91 scores), ordinary gray-brown (90 scores) and dark gray-meadow (87 scores) soils. As a result of the research, an ecological evaluation map (scale 1:100,000) of the soil cover of the Mugan Plain was compiled.

## References

- 1 Rodrigues, G., Buschinelli, C. and Avila, A. "An Environmental Impact Assessment System for Agricultural Research and Development II: Institutional Learning Experience at Embrapa", Journal of Technology Management & Innovation, no 5, 4 (2010): 38-56 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-2724201000400004>
- 2 Dobrotvorskaya, N.I. "Pochvennye resursy Sibiri: Vyzovy XXI veka [Soil resources of Siberia: Challenges of the XXI century]", Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation dedicated to the 110th anniversary of R.V. Kovalev, Novosibirsk, (2017): 262-265. DOI: 10.17223/9785946216463/60 – (In Russ.)
- 3 Ji, C., Li, X., Jia, Y. and Wang, L. "Dynamic Assessment of Soil Water Erosion in the Three-North Shelter Forest Region of China from 1980 to 2015", Eurasian Soil Science, 51 (2018):1533–1546. DOI:10.1134/S1064229318120050
- 4 Martynova, N.A. and Pushkareva, V.S. "Ekologicheskaya ustojchivost' pochv lesnyh landshaftov g. Irkutska i ego okrestnostej [Ecological stability of soils of forest landscapes in Irkutsk and its surrounding area]", Soils and environment, no 1 (2) (2019): e48. DOI: 10.31251/pos.v2i1.48 – (In Russ.)
- 5 Vlasenko, M. V., Kulik, A.K. and Salugin, A.N. "Evaluation of the Ecological Status and Loss of Productivity of Arid Pasture Ecosystems of the Sarpa Lowland", Arid Ecosystems, 9 (4) (2019): 273–281. DOI:10.1134/S2079096119040097

- 6 Li, F., Liu, W., Lu, Z., Mao, L. and Xiao Y. "A multi-criteria evaluation system for arable land resource assessment", Environmental Monitoring and Assessment, 192, 79 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-8023-x>
- 7 Dobrovolsky, G.V., Nikitin, E.D. "Ekologicheskie funktsii pochvy [Ecological functions of the soil]", Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1986 – (In Russ.)
- 8 Volobuev, V.R. "Ekologiya pochv [Soil ecology]", Baku, 1963 – (In Russ.)
- 9 Mamedov, G.Sh. "Karta ekologicheskoy ocenki pochv Azerbajdzhana i ee znachenie [Map of environmental assessment of soils of Azerbaijan and its significance]", Baku: AzNIINTI, 1992 – (In Azerb.)
- 10 Mamedov, G.Sh., Yusifova, M.M. "Agroecological Evaluation of Soils Suitable for Viniculture on the Southeastern Macroslope of the Great Caucasus (Azerbaijan)", Eurasian Soil Science, no 46 (8) (2013): 918-924. <https://doi.org/10.1134/S1064229313080061>
- 11 Mamedov, G.Sh., Shabanov, J.A and Kholina, T.A. "Ecological assessment of soils in high-mountain landscapes of north-eastern part of the Greater Caucasus (Azerbaijan)", Eurasian Soil Science, 50 (5) (2017): 630–635. DOI:10.1134/S1064229317050118
- 12 Sadigova, N.A., Yusifova, M.M., K.G. Nuriyeva, K.G. and Sultanova, N.A. "Ecological conditions of the grapes growing in Ganja-Gazakh region of Azerbaijan". International Soil Science Congress on "Environment and Soil Resources Conservation" Almaty, Kazakhstan, (2018): 216-220. [http://www.fesss.org/upload\\_pic/Book%20of%20Proceedings.pdf](http://www.fesss.org/upload_pic/Book%20of%20Proceedings.pdf)
- 13 Bulgakov, D.S. "Agroekologicheskaya ocenka pahotnyh pochv [Agroecological assessment of arable soils]", Moskva, 2002 – (In Russ.)
- 14 Mamedova, S.Z. "Ekologicheskaya ocenka i monitoring pochv Lenkoranskoy oblasti Azerbajdzhana [Ecological assessment and monitoring of soils of Lankaran region of Azerbaijan]", Baku: Nauka, 2006 – (In Azerb.)
- 15 Ezeaku, P., "Evaluation of agro-ecological approach to soil quality assessment for sustainable land use and management systems", Scientific Research and Essays, no 10 (2015): 501-512. DOI: 10.5897/SRE10.404
- 16 Harms, B., Brough, D., Philip, Sh. and Gregory, L. "Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation", Global Food Security, no 5 (2015): 25-36, DOI: 10.1016/j.gfs.2015.04.001
- 17 Karpenko, N.P., Sejtkaziev, A.S. and Majmakova, A.K. "Ekologicheskaya ocenka degradacii serozemno-lugovyh pochv ZHambylskoj oblasti [Ecological assessment of the degradation of gray-meadow soils of the Zhambyl region]", International research journal, no12 (2016): 125-132. DOI: 10.18454/IRJ.2016.54.153 – (In Russ.)
- 18 El-Saied, A., A. El-Ghamery, A., Khafagi, O., Powell, O., Silcock, J. and R. Bedair, R. "Agro ecological assessment of Siwa Oasis arable lands", Taeckholmia, 37 (2017): 1-15. DOI: 10.21608/TAEC.2017.11931
- 19 Galaktionova, L.V. and Suzdaleva, A.V. "Ekologicheskaya ocenka pochvennogo pokrova urbanizirovannyh territorij metodami biodiagnostiki [Environmental assessment of soil urbanized territories by biodeagnostics methods]", Modern problems of science and education, no 4 (2017). available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26560> – (In Russ.)
- 20 Luisa, F., Jorge,C. and Bruno, B. "Environmental impact assessment of perennial crops cultivation on marginal soils in the Mediterranean Region", Biomass and Bioenergy, no. 111(2018): 174-186. DOI:10.1016/j.biombioe.2017.04.005
- 21 Ghimire, P., Bhatta, B., Pokhrel, B., & Shrestha, I. "Assessment of soil quality for different land uses in the Chure region of Central Nepal", Journal of Agriculture and Natural Resources, no 1 (2018): 32–42. <https://doi.org/10.3126/janr.v1i1.22220>
- 22 Valujeva, K., Nipers, A., Lupikis, A and Schulte, R.P.O. "Assessment of Soil Functions: An Example of Meeting Competing National and International Obligations by Harnessing Regional Differences". Frontiers in Environmental Sciences 8 (2020): 1-19. doi: 10.3389/fenvs.2020.591695
- 23 Roozbeh, R., Susan C. W. and Matthew, T. "Portable X-ray fluorescence for environmental assessment of soils: Not just a point and shoot method", Environment International, 134 (2020):105250. DOI:10.1016/j.envint.2019.105250.
- 24 Fomina N.V. "Phytotesting and environmental assessment of soil in the greenhouse complex", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, no 548, 022081 (2020): 1-5 . doi:10.1088/1755-1315/548/2/022081
- 25 Antonenko, E., Melnicuk, A. and Popovich, V. "Environmental assessment of soil pollution by heavy metals within the boundaries of roadside areas", Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2021), E3S Web of Conferences 258, 08025, (2021): 1-7 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125808025>
- 26 Bhandari, D., Joshi, R., Regmi, R. and Awasthi, N. "Assessment of Soil Erosion and Its Impact on Agricultural Productivity by Using the RMMF Model and Local Perception: A Case Study of Rangun Watershed of Mid-Hills, Nepal", Applied and Environmental Soil Science, (2021): 1-10. <https://doi.org/10.1155/2021/5747138>
- 27 Taşpinar, K., Ateş, O., Pınar, M., Yalçın, G., Kızılışlan, F. and Fidantemiz, Y. "Soil contamination assessment and potential sources of heavy metals of alpu plain Eskişehir Turkey", International Journal of Environmental Health Research, no 32, 6 (2022): 1282-1290 , <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.1876218>
- 28 Karmanov, I.I., Klopotovsky, A.P. "Metodicheskie ukazaniya po bonitirovke pochv SSSR [Methodical instructions for appraisal of soils of the USSR]", Moscow, 1975 – (In Russ.)
- 29 Huseynova, Sh.V. "Drawing up of the open and total bonitet scales in the Mugan plain soils from Azerbaijan", Annals of Agrarian Science, no 14, 3 (2016): 205-211. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2016.07.006>
- 30 Babayev, M.P. "Oroshaemye pochvy Kura-Araksinskoy nizmennosti i ih proizvoditel'naya sposobnost' [Irrigated soils of the Kur-Araks lowland and their productive capacity]", 1984, Baku: Nauka – (In Russ.)

М.Т. Кожиков<sup>\*</sup>, Б.А. Ирасылова

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва, Казахстан, г. Нур-Султан,  
\*e-mail: Marat087@mail.ru

## ПЕРЕХОД ОТ ТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ К ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ (ВИЭ): ОЦЕНКА ВКЛАДА ВИЭ В СОКРАЩЕНИЕ ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ПРИМЕРЕ ЕРЕЙМЕНТАУСКОЙ ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (ВЭС)

Казахстан имеет высокий потенциал для создания зеленой энергетики международного класса, но на данный момент альтернативные ресурсы энергии используются в малом объеме из-за различных технических, административных, социальных и экономических препятствий. В данной работе проводится анализ доли вырабатываемой электроэнергии ВИЭ в общем объеме производства электрической энергии в Казахстане, оценено количество произведенной электрической энергии объектами ВИЭ. Также в настоящей работе проведена оценка сокращений выбросов парниковых газов на примере крупнейшей в Казахстане ветроэнергетической станции мощностью 45 МВт в г. Ерейментау.

Методом сравнения оценена доля возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе страны. Сопоставлены ежегодные данные по выработке электрической энергии объектами ВИЭ за 2016–2021 годы согласно статистическим данным Республики Казахстан (РК). Предложен методологический подход для расчета сокращений эмиссий парниковых газов на основе базового сценария, который может быть использован в качестве методики по расчету сокращений выбросов парниковых газов на объектах ВИЭ.

Оценка сокращений эмиссий парниковых газов в результате реализации проектов ВИЭ имеет важное значение как для расчета национального углеродного баланса страны в целом, так и для точного подсчета единиц сокращений, планируемых к выдаче в результате реализации данных проектов. Ветровая электростанция г. Ерейментау поможет существенно сократить выбросы парниковых газов в Казахстане и является верным направлением РК в достижении поставленных целей, таких как увеличение доли ВИЭ и сокращение выбросов диоксида углерода.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии (ВИЭ), сокращение эмиссий, ветровая электроэнергия, парниковые газы, коэффициент выбросов.

М.Т. Kozhikov\*, Б.А. Irasylova

The L. N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan

\*e-mail: Marat087@mail.ru

### **Transition from traditional energy to renewable energy: assessment of the contribution of renewable energy in greenhouse gas emissions reduction on the example of the Yereimentau wind farm**

Kazakhstan has a high potential for creating international-class green energy, but at the moment alternative energy resources are used in a small amount due to various technical, administrative, social and economic obstacles. This work is devoted to the analysis of the share of renewable energy generated in the total volume of electricity production in Kazakhstan, the amount of electricity produced by renewable energy facilities is estimated. Also in this paper, an assessment of greenhouse gas emissions reductions was carried out on the example of the largest wind power plant in Kazakhstan with a capacity of 45 MW in the city of Yerementau.

The share of renewable energy sources in the country's energy balance was estimated by comparison. The annual data on the generation of electric energy by renewable energy facilities for 2016–2021 are compared according to the statistical data of the Republic of Kazakhstan. A methodological approach to the calculation of greenhouse gas emissions reductions based on a baseline scenario is proposed, which can be used as a methodology for calculating greenhouse gas emissions reductions at renewable energy facilities.

Assessment of reductions in greenhouse gas emissions as a result of the implementation of renewable energy projects is important both for calculating the national carbon balance of the country as a

whole and for accurately calculating the units of reductions planned to be issued as a result of the implementation of these projects. The Yerementau wind power plant will help the Republic of Kazakhstan in achieving the goals set ahead – increasing the share of renewable energy sources and reducing carbon dioxide emissions.

**Key words:** renewable energy sources (RES), emission reduction, wind power, greenhouse gases, emission factor.

М.Т. Кожиков\*, Б.А. Ирасылова

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

\*e-mail: Marat087@mail.ru

### Дәстүрлі энергетикадан жаңартылатын энергия көздеріне (ЖЭК) көшү:

#### Ерейментау жел электростанциясы (ЖЭС) мысалында парниктік газдар шығарындыларын азайтудағы ЖЭК-тің үлесін бағалау

Қазақстан халықаралық дәрежедегі жасыл энергетиканы құру үшін жоғары әлеуетке ие, бірақ қазіргі уақытта баламалы энергия көздері өртүрлі техникалық, әкімшілік, әлеуметтік және экономикалық себептерге байланысты аз көлемде пайдаланылады. Бұл мақала Қазақстанда жалпы өндірілетін электр энергиясынан ЖЭК-тен алынатын электр энергиясының үлесін талдауға арналған, ЖЭК объектілері өндірғен электр энергиясының мөлшері бағаланған. Сондай-ақ, осы жұмыста Ерейментау қаласындағы қуаты 45 МВт Қазақстандағы ең ірі жел энергетикалық станциясының мысалында парниктік газдар шығарындыларын азайтуды бағалау жүргізілді.

Салыстыру әдісі арқылы елдің энергетикалық балансындағы жаңартылатын энергия көздерінің үлесі бағаланды. ҚР статистикалық деректеріне сәйкес, 2016-2021 жылдары ЖЭК объектілері арқылы электр энергиясын өндіру бойынша жыл сайынғы деректер салыстырылды. ЖЭК объектілерінде парниктік газдар шығарындыларын азайтуды есептеу әдістемесі ретінде пайдаланылуы мүмкін базалық сценарий негізінде парниктік газдар шығарындыларын қысқартуды есептеуге арналған әдіснамалық тәсіл ұсынылды.

ЖЭК жобаларын іске асыру нәтижесінде парниктік газдар шығарындыларының қысқаруын бағалау тұтастай алғанда елдің ұлттық көміртегі балансын есептеу үшін де, осы жобаларды іске асыру нәтижесінде берілетін көміртегі бірліктерін дәл есептеу үшін де маңызды. Ерейментау қаласындағы жел электр станциясы ҚР-дың алға қойылған мақсаттарына қол жеткізуіне – ЖЭК үлесін арттыруға және көміртегі диоксиді шығарындыларын азайтуға көмектеседі.

**Түйін сөздер:** жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК), шығарындылардың қысқаруы, жел электр энергиясы, парниктік газдар, шығарындылар коэффициенті.

## Введение

Республика Казахстан является крупнейшим эмиттером парниковых газов в Центральной Азии с объемом выбросов 246 Мегатонн CO<sub>2</sub> за 2018 год [1]. Энергетическая отрасль с ее установленной мощностью примерно в 18 ГВт (тепловые электростанции – 87,5%, гидроэлектростанции – 12,4%) является одним из основных источников выбросов CO<sub>2</sub> в стране [2]. Энергетика Казахстана ориентирована в основном на использование углеводородного топлива. По оценкам экспертов ПРООН, вклад энергетики в общие выбросы парниковых газов в РК составляет не менее 78,5%, что делает эту отрасль наиболее углеродоемкой [3]. Выбросы углекислого газа, образующиеся в результате потребления топлива, являются одними из важных в вопросах изменения климата.

В этой связи, развитие возобновляемых источников энергии – одна из актуальных задач электроэнергетики. На правительственно-

уровне принятые стратегические и программные документы в поддержку развития ВИЭ для увеличения доли альтернативных источников энергии в Казахстане. В 2013 г. Казахстан принял «Концепцию по переходу РК к «зеленой экономике». Впереди глобальная цель – повысить долю альтернативных источников, в частности солнечную и ветровую энергию, в выработке электроэнергии до 30% к 2030 году и 50% к 2050 году [4]. Помимо множества программных документов, направленных на прямую поддержку ВИЭ, в Республике Казахстан с 2013 года действует система торговли выбросами парниковых газов [5]. В рамках данной системы предприятия, выбрасывающие свыше 20 000 тонн углекислого газа в год [5], получают квоты (лимиты) [6] на выбросы. Система призвана стимулировать предприятия на снижение выбросов парниковых газов путем придания квоте статуса товара и возможности торговать квотами на бирже [7]. Помимо бесплатного распределения квот, СТВ РК предусматривает возможность генерации

единиц сокращения выбросов парниковых газов (это единицы, полученные в результате реализации проектов [8]), направленных на сокращение эмиссий парниковых газов. У инициаторов проектов ВИЭ есть возможность продавать на углеродном рынке полученные офсетные единицы.

Акцент настоящего исследования сосредоточен на электроэнергии, вырабатываемой ветровой энергией, и потенциале данной энергии в снижении выбросов CO<sub>2</sub>.

## Материалы и методы

Методика включает анализ доли возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе страны, в частности, выработку электроэнергии от ветряных электростанций и построение базового сценария проекта ветроэнергетической станции на примере станции в г. Ерейментау, Акмолинская область, с помощью чего можно оценить результат сокращений выбросов парниковых газов. Сокращение выбросов будет достигнуто за счет технологии проекта с использованием источника возобновляемой энергии ветра для выработки электроэнергии. Для расчета сокращений выбросов парниковых газов использована методология CDM ACM0002 «Выработка электроэнергии из возобновляемых источников, соединенная с электросетью», одобренная РКИК ООН [9]. Результаты анализа и расчетов приведены ниже.

### *Анализ развития ветровой энергетики в РК*

Казахстан обладает самым высоким потенциалом ветровой энергетики в Центральной Азии – 354 000 МВт [10], территория страны площадью более 50 000 км<sup>2</sup> имеет мощный ветровой ресурс (7-8 м/с) [11]. За 20 лет эксплуатации ветроэнергетической турбины (средняя мощность 1 МВт) экономится примерно 29 000 тонн угля, или 92 000 баррелей нефти, что позволяет избежать выбросов 1800 тонн диоксида углерода, 9 тонн диоксида серы и 4 тонн оксида азота [12]. Джунгарские ворота, Чу-Илийские горы, Мангистауская область являются наиболее перспективными для развития ветроэнергетики с помощью ветряных турбин. Джунгарские ворота имеют среднюю скорость ветра от 7 до 9 метров в секунду, производство электроэнергии ожидается около 1,3 трлн кВт\*час в год [13], однако используется лишь незначительная часть потенциала ветроэнергетики. Основные причины – высокие цены на ветровые турбины и низкие тарифы на электроэнергию. Например, средняя

стоимость одного ветрогенератора варьируется от 2000 до 2500 долл./кВт\*час [13].

Казахстан является страной, присоединившейся к Киотскому протоколу и Парижскому соглашению, – это один из ведущих факторов для развития ВИЭ. В свете заявленной стратегии по переходу к зеленой экономике и увеличению доли в генерации электрической энергии через возобновляемые источники энергии в РК активно идет развитие сектора возобновляемых источников энергии. Данное развитие сектора может быть эффективно использовано в качестве инструмента по сокращению выбросов парниковых газов и помочь в достижении Казахстаном взятых обязательств по сокращению выбросов парниковых газов (минус 15% от уровня эмиссий ПГ 1990 года к 2030 году).

В Республике Казахстан возможна реализация проектов сокращения выбросов парниковых газов. В Экологическом кодексе предусмотрено осуществление углеродного офсета в любых секторах экономики с целью сокращения выбросов парниковых газов и (или) увеличения поглощений парниковых газов [5]. Данные меры направлены на стимулирование снижения выбросов парниковых газов.

Законодательством утверждены правила разработки проектов сокращения [8], но, к сожалению, отсутствуют единые утвержденные методики и подходы по расчету сокращений выбросов парниковых газов, сгенерированных в результате реализации проекта.

Одним из первых проектов сокращения в сфере ВИЭ является проект сокращения ТОО «Первая ветровая электрическая станция», зарегистрированный на государственном уровне. ТОО «Первая ветровая электрическая станция» основано 27 июня 2011 года [14] в соответствии с Законом «Об электроэнергетике» № 588 от 9 июля 2004 года. Место расположения проекта – Акмолинская область, к юго-востоку от города Ерейментау, примерно в 2 км от центра города и 150 км на восток от Астаны [15]. Основной вид деятельности – производство электрической энергии ветровыми электростанциями [16].

Проект является первой в Республике Казахстан ветровой электростанцией в промышленном масштабе. ВЭУ вырабатывает электроэнергию при скорости ветра от 3 до 25 м/с, номинальная мощность ВЭУ достигается при скорости ветра от 12 м/с. Согласно ТЭО мощность станции ВЭС Ерейментау – 45 МВт, выработка – 172 млн кВт\*ч в год [17]. Годовой эквивалент – 100 тысяч тонн угля. На площадке ветропарка распо-

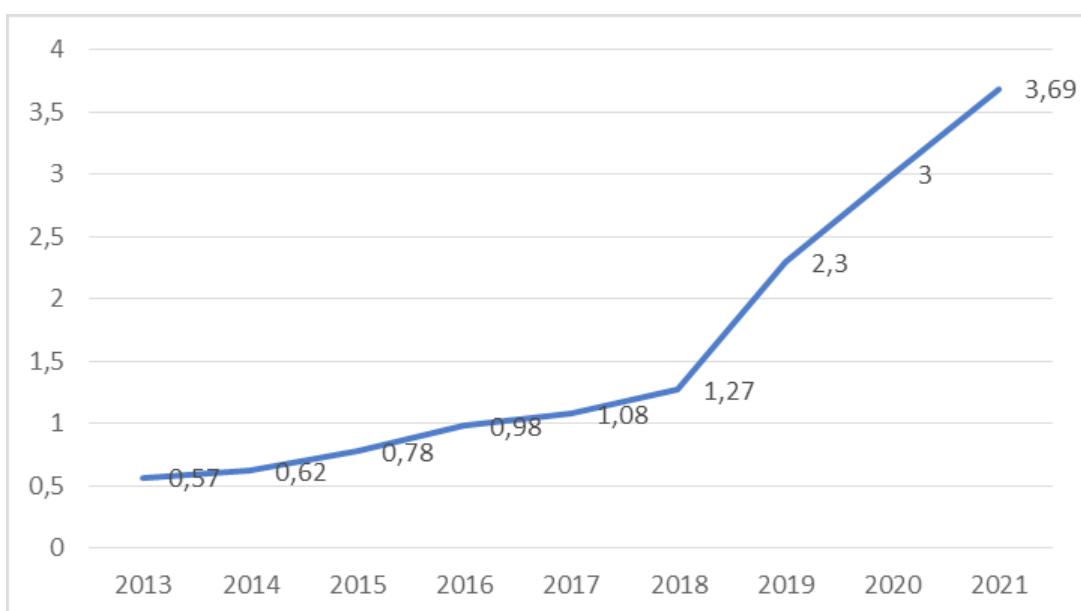
ложены 22 ветроэнергетические установки WTU 2.0 производства Furhlaender WindTechnology [17], единичной мощностью 2,05 МВт.

Ветроэнергетическая установка преобразовывает кинетическую ветровую энергию в электроэнергию напряжением 690 В [17] путем вращения вала, соединенного с генератором частотой 50 Гц. Производимая электроэнергия повышается до напряжения 35 кВ с помощью силового трансформатора, расположенного на

каждой ветряной турбине. Вся вырабатываемая электрическая энергия подается через кабельные линии на подстанцию 220/35 кВ путем прямой транспортировки в национальные сети АО «KEGOC» по воздушной линии 220 кВ.

## Результаты и обсуждение

*Вклад возобновляемых источников энергии в общем генерации электрической энергии в РК*



**Рисунок 1 – Доля вырабатываемой электроэнергии ВИЭ в общем объеме производства электрической энергии, %**

Согласно национальным данным 2013 года, доля ВИЭ в Казахстане составила 0,57% от общего объема произведенной электроэнергии. Данный показатель стремительно растет, так в 2021 году он увеличился до 3,69% [18]. Увеличение выработки электрической энергии объектами ВИЭ за 2021 год по сравнению с 2020 годом составляет 23%.

На рисунке 2 представлена выработка электроэнергии объектами возобновляемых источников энергии: ветровые электростанции – ВЭС, малые гидроэлектростанции – ГЭС, солнечные электростанции – СЭС и биоэлектростанции. В 2016 году в Республике Казахстан было произведено 262,04 млн. кВт\*час энергии от ветряных электростанций, а уже в 2021 году этот показатель вырос в 6,5 раз и достиг 1776,41 млн. кВт\*час. Необходимо отметить, что гидроэлектростанции в Казахстане наиболее развиты в

сравнении с другими видами альтернативных источников энергии. В 2016 году сумма выработанной электроэнергии ГЭС составила 577,2 млн. кВт\*час, в 2019 году показатель вырос почти в 2 раза и достиг 1105,3 млн. кВт\*час, но в последние годы наблюдается снижение производительности ГЭС. Напротив, солнечные электростанции (СЭС) развиваются в стремительном темпе. Электроэнергия, произведенная СЭС в Республике Казахстан в 2021 достигла 1641,09 млн. кВт\*час. Биоэлектростанции в Казахстане развиваются в медленном темпе, наблюдается значительный рост выработки электроэнергии в 2019 году – 14,9 млн. кВт\*час.

*Оценка результатов сокращения выбросов парниковых газов проекта*

Согласно Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 [19] расчет выбросов парниковых

газов осуществляется путем умножения потребленного топлива на соответствующий коэффициент выбросов.

$$\text{Выбросы} = \text{Потребленное топливо} \times \text{Коэффициент выбросов} \quad (1)$$

где:

Выбросы – выбросы парниковых газов, в тоннах эквивалента  $\text{CO}_2$ ;

Потребленное топливо – ископаемое топливо, сожженное в процессе выработки электрической энергии, в тоннах;

Выработка электроэнергии

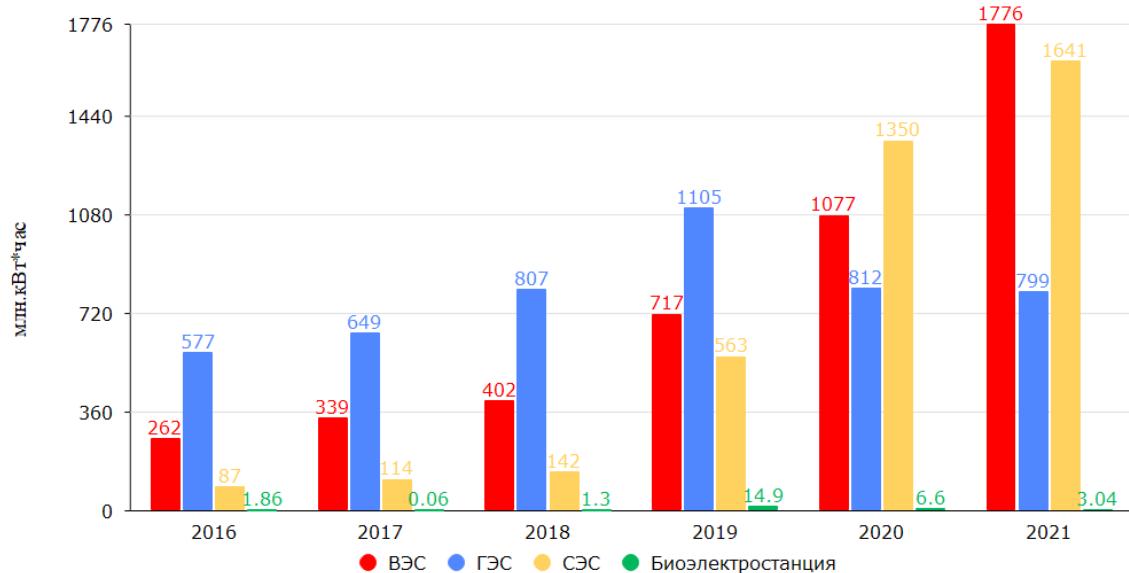


Рисунок 2 – Выработка электроэнергии ВИЭ, млн кВт\*час

Коэффициент выбросов – коэффициент, представляющий количество выбросов парниковых газов, которые высвобождаются в результате этой деятельности по типу ископаемого топлива, тонн  $\text{CO}_2/\text{TДж}$ .

#### *Методика оценки сокращений выбросов ПГ по представленному проекту*

В целях определения сокращений выбросов парниковых газов в проектах, связанных с использованием ВИЭ, методологией CDM ACM0002 «Выработка электроэнергии из возобновляемых источников, соединенная с электросетью» [9], используется понятие Базового сценария. Базовый сценарий служит основой для сравнения. Это теоретический сценарий, который отражает то, что произойдет в отсутствие осуществления проекта. При помощи него оценивается достигнутый объем сокращения выбросов или поглощения парниковых газов [20]. Сценарий базовой линии основывается на предположении, что, если проект не будет реализо-

ван, то не произойдет замещения энергии,рабатываемой в результате использования угля, и электрическая энергия, поступающая в сеть, так и будет вырабатываться в результате сжигания угля. Согласно базовому сценарию, выбросы рассчитываются следующим образом:

$$B_{ey} = \mathcal{E}_{\phi} \times \mathcal{E}_{otch} \quad (2)$$

где:

$B_{ey}$  – сокращенные выбросы парниковых газов;

$\mathcal{E}_{\phi}$  – объем установленного коэффициента выбросов двуокиси углерода для производства электроэнергии электростанциями – 0,844 тонн  $\text{CO}_2/\text{МВт}^*\text{ч}$ . Данный коэффициент рассчитан по заказу Европейского банка реконструкции и развития на основе исследования базового уровня выбросов в Казахстане от 2012 года и представлен в отчете «Динамика развития коэффициентов выбросов углерода при производстве электрической энергии в Республике Казахстан» [21];

$\mathcal{E}_{\text{отч.}}$  – количество произведенной электроэнергии за отчетный период, подтвержденное утвержденными ежемесячными балансами производства и потребления электроэнергии, тыс. МВт\*ч.

Согласно концепции проекта Ерейментауской ВЭС, представленной на сайте ТОО «Первая ветровая электрическая станция» [17], плановый объем производства электроэнергии за один отчетный год составит 172 000 МВт\*ч. При этом, плановые объемы сокращений выбросов CO<sub>2</sub> должны составить:

$$B_{\text{ey}} = 0.844 \text{ т.CO}_2/\text{МВт}^*\text{ч} \times \\ x 172\,000 \text{ МВт}^*\text{ч} = 145\,168 \text{ тонн CO}_2 \quad (3)$$

Фактическая суммарная выработка электроэнергии ТОО «Первая ветровая электрическая станция» с 20 ноября 2020 года по 20 ноября 2021 года составляет 143957,22 МВт\*ч. Установленный эмиссионный фактор для проектов по сокращению выбросов – 0,844 тCO<sub>2</sub>/МВт\*ч.

Количество сокращенных выбросов двуокиси углерода рассчитано следующим образом:

$$B_{\text{ey}} = 0.844 \text{ т.CO}_2/\text{МВт}^*\text{ч} \times \\ x 143\,957,22 \text{ МВт}^*\text{ч} = \\ = 121\,499,894 \text{ тонн CO}_2 \quad (4)$$

Таким образом, в результате реализации проекта фактический объем сокращенных единиц за период с 20.11.2020 по 20.11.2021 составил 121 499,9 тонн CO<sub>2</sub>.

Причина разницы между фактической выработкой и плановой – уменьшение скорости ветра.

Срок службы оборудования составляет 20 лет. Таким образом, за период планового срока службы оборудования ветровой электрической станции с использованием данных о фактической выработке электроэнергии за 1 год работы ВЭС сокращение выбросов CO<sub>2</sub> составит:

$$B_{\text{ey}} = 121\,499,894 \text{ тонн CO}_2 \times 20 \text{ лет} = \\ = 2\,429\,997,88 \text{ тонн CO}_2 \quad (5)$$

Как видно из приведенного расчета, использование ВИЭ вносит большой вклад в сокращение выбросов парниковых газов.

## Заключение

Несмотря на высокий потенциал, в РК доля возобновляемых источников энергии в срав-

нении с традиционными источниками энергии незначительна, однако ежегодно данный показатель растет. В период с 2013 по 2021 год количество электроэнергии, произведенной на ВИЭ, увеличилось в 6,5 раз.

Согласно данным 2018 года, уголь обеспечивает около 70%, а природный газ 20% выработки электроэнергии, это приводит к существенным выбросам парниковых газов [22]. Основа проектов ВИЭ заключается в замене электроэнергии, вырабатываемой при сжигании топлива, на электроэнергию, вырабатываемую без топлива. При помощи ветрогенераторов, являющихся бестопливным возобновляемым источником энергии, производится экологически чистая энергия. Выбросы вредных веществ в атмосферу полностью отсутствуют, что позволяет утверждать, что отрицательного воздействия на окружающую среду электростанции на основе ветровой энергии нет.

Согласно правилам получения офсетных единиц, заявитель проекта разрабатывает методику количественного определения сокращения выбросов парниковых газов по отношению к базовому сценарию проекта. Проектная документация и план мониторинга проекта сокращения разрабатываются на основе Методик по расчету выбросов и поглощения парниковых газов, утвержденных приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 13 сентября 2021 года, или международных методик в соответствии с Законом Республики Казахстан «О ратификации Парижского соглашения» и Законом Республики Казахстан «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» [8]. К сожалению, в нашей стране нет единой согласованной методики для расчетов единиц сокращения выбросов парниковых газов.

Исходя из результатов данного исследования, можно сделать заключение, что ветровая электростанция г. Ерейментау поможет существенно сократить выбросы парниковых газов в Казахстане – сокращение выбросов диоксида углерода за период 20.11.2020-20.11.2021 составило 121499,9 тонн. При минимальной годовой выработке электроэнергии на ветроэнергетической станции г. Ерейментау 143 957,22 МВт/ч ожидаемые ежегодные сокращения выбросов составят 2 429 997,88 тонн CO<sub>2</sub> за 20 лет работы станции.

## Финансирование

Работа выполнена без привлечения финансирования.

## Конфликт интересов

Авторы статьи подтверждают отсутствие финансовой или какой-либо иной поддержки исследования, или конфликта интересов.

## Литература

- 1 Akhanova G., Nadeem A., Kim J.R., Azhar S. A multi-criteria decision-making framework for building sustainability assessment in Kazakhstan // Sustainable Cities and Society. – 2020. – Volume 52 (January). – P. 5–7. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101842>
- 2 Sarbassov Y., Kerimray A., Tokmurzin D. Electricity and heating system in Kazakhstan: Exploring energy efficiency improvement paths // Energy Policy. – 2013. – Volume 44. – P. 4–5.
- 3 III-VI Национальное сообщение Республики Казахстан к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). – Астана, 2013. – С. 274.
- 4 Kerimray A., Bakdolotov A. Sustainable Energy in Kazakhstan. Edited by Yelena Kalyuzhnova and Richard Pomfret. Sustainable Energy in Kazakhstan: Moving to Cleaner Energy in a Resource-Rich Country // Series: Central Asia research forum: Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon ; New York, NY : Routledge. – 2017. – P. 16–24. <https://doi.org/10.4324/9781315267302>.
- 5 Moroz S.P. The New Environmental Code of Kazakhstan? // Juridical Science and Practice. – 2020. – Vol. 16 (2) – P. 48–55. <https://doi.org/10.25205/2542-0410-2020-16-2-48-55>.
- 6 Perdan S., Azapagic A. Carbon Trading: Current Schemes and Future Developments // Energy Policy. – 2011. – Vol. 39 (10) – P. 6040–54. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.003>.
- 7 Maamoun N. The Kyoto Protocol: Empirical Evidence of a Hidden Success // Journal of Environmental Economics and Management. – 2019. – Vol. 95 (May) – P. 227–56. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.04.001>.
- 8 Приказ № 455 и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Об утверждении Правил одобрения углеродного офсета и предоставления офсетных единиц // 2021. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100025074>
- 9 ACM0002 Large-scale Consolidated Methodology: Grid-connected electricity generation from renewable sources//UNFCCC. – 2017. – Version 20.0, Sectoral scope(s): 01 [https://cdm.unfccc.int/filestorage/A/G/0/AG07ZJQ3EXD42LT5YV9HR16M8KINPO/EB105\\_repan03\\_ACM0002.pdf?t=amd8cmRmMG9jfDBgb7II48rWMTJzkkAoJNHM](https://cdm.unfccc.int/filestorage/A/G/0/AG07ZJQ3EXD42LT5YV9HR16M8KINPO/EB105_repan03_ACM0002.pdf?t=amd8cmRmMG9jfDBgb7II48rWMTJzkkAoJNHM)
- 10 Laldjebaeva M., Isaev R., Saukhimov A. Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and barriers // Energy Reports. – 2021. – Vol. 7. – P. 3125 – 3136. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721002924#b40>
- 11 United Nations Development Program Kazakhstan. Lessons learnt from the Kazakhstan: wind power market development initiative // UNDP. – 2011.
- 12 Frankfurt School – UNEP Collaborating Centre. Global Trends in Renewable Energy Investment //Frankfurt School of Finance & Management: Frankfurt am Main, Germany. – 2018. – P. 56–67.
- 13 Investment Climate and Market Structure Review in the Energy Sector of Kazakhstan // Energy Charter Secretariat. – 2013. – URL: [https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/ICMS/ICMS-Kazakhstan\\_2013\\_en.pdf](https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/ICMS/ICMS-Kazakhstan_2013_en.pdf)
- 14 FIRST WIND POWER STATION // 2022. – (accessed 15.01.2022). – URL: <https://pves.kz/en/company/story>
- 15 Концепция проекта ВЭС Ерейментай-1 // 2022. – (дата обращения: 15.01.2022). – URL: <https://pves.kz/ru/i66>
- 16 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan // 2022. – (accessed 11.02.2022). – URL: <https://stat.gov.kz/jur-search/bin>
- 17 Проектная документация для внутреннего проекта по сокращению выбросов парниковых газов ТОО «Первая ветровая электрическая станция» // 2022. – (дата обращения: 15.01.2022). – URL: <https://pves.kz/ru/i66>
- 18 Министерство энергетики Республики Казахстан, Информация по производству электрической энергии объектиами ВИЭ // 2022. – (дата обращения: 05.03.2022). – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/12625?lang=ru>
- 19 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories // 2006. – Vol.2 Energy, Chapter 2 «Stationary Combustion».
- 20 OECD, Practical baseline recommendations for greenhouse gas mitigation projects in the electric power sector // 2002. – (accessed 26.03.2022). – URL: <https://www.oecd.org/env/cc/1943333.pdf>
- 21 European Bank for Reconstruction and Development, О перспективах развития ветроэнергетики в Республике Казахстан // 2012. – (дата обращения: 05.02.2022). – URL: [https://carnegieendowment.org/files/Presentation\\_%20Doroshin%20Rus.pdf](https://carnegieendowment.org/files/Presentation_%20Doroshin%20Rus.pdf)
- 22 International Energy Agency, Kazakhstan energy profile, country report // 2020. – (accessed 17.02.2022). – URL: <https://www.iea.org/reports/kazakhstan-energy-profile>

## References

- 1 Akhanova, G., Nadeem, A., Kim, J.R., Azhar, S. "A multi-criteria decision-making framework for building sustainability assessment in Kazakhstan." *Sustainable Cities and Society*, Volume 52 (January), (2020):5-7. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101842>
- 2 Sarbassov, Y., Kerimray, A., Tokmurzin, D. "Electricheskaya i otopitel'naya sistema v Kazaxstane: issledya vozmozhnosti dlya ulucheniya energoeffektivnosti [Electricity and heating system in Kazakhstan: Exploring energy efficiency improvement paths]." *Energy Policy*, Volume 44, (2013):4-5.
- 3 Ministerstvo okruzhayushchey sredy' i vodny'x resursov Respubliki Kazaxstan, Programma Razvitiya OON v Kazaxstane, Global'nyj E'kologicheskij Fond "III-VI Nacional'noe soobshhenie Respubliki Kazaxstan k Ramochnoj konvencii OON ob izmenenii klimata (RKIK OON) [Ministry of Environment and Water Resources of the Republic of Kazakhstan, United Nations Development Program in Kazakhstan, Global Environment Facility "III-VI National Communication of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)]." Astana, (2013): 274 (In Russian)
- 4 Kerimray, A., Bakdolotov, A. "Sustainable Energy in Kazakhstan." Edited by Yelena Kalyuzhnova and Richard Pomfret. "Sustainable Energy in Kazakhstan: Moving to Cleaner Energy in a Resource-Rich Country." Series: Central Asia research forum: Routledge, Milton Park, Abingdon, Oxon ; New York, NY : Routledge (2017):16-24. <https://doi.org/10.4324/9781315267302>.
- 5 Moroz, S.P. "The New Environmental Code of Kazakhstan?" *Juridical Science and Practice*, Vol. 16 (2) (2020): 48–55. <https://doi.org/10.25205/2542-0410-2020-16-2-48-55>.
- 6 Perdan, S., Azapagic, A. "Carbon Trading: Current Schemes and Future Developments." *Energy Policy*, Vol. 39 (10), (2011): 6040–54. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.003>.
- 7 Maamoun, N. "The Kyoto Protocol: Empirical Evidence of a Hidden Success." *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol 95 (May), (2019): 227–256. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.04.001>.
- 8 Prikaz i.o. Ministra e'kologii, geologii i prirody'x resursov Respubliki Kazaxstan № 455 ot 5 noyabrya 2021 goda "Ob utverzhdenii Pravil odobreniya uglerodnogo ofseta i predostavleniya ofsetny'x edinicz" [Order of the Acting Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan No. 455 dated November 5, 2021 «On approval of the Rules for approval of carbon offset and provision of offset units»], <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2100025074> (accessed 12.01.2022). (In Russian)
- 9 ACM 0002. "Large-scale Consolidated Methodology: Grid-connected electricity generation from renewable sources." UNFCCC, Sectoral scope(s): 01, Version 20.0 (2017). URL: [https://cdm.unfccc.int/filestorage/A/G/0/AG07ZJQ3EXD42LT5YV9HR16M8KINPO/EB105\\_repan03\\_ACM0002.pdf?t=amd8cmRmMG9jfDBgb7II48rWMTJzkkAoJNHM](https://cdm.unfccc.int/filestorage/A/G/0/AG07ZJQ3EXD42LT5YV9HR16M8KINPO/EB105_repan03_ACM0002.pdf?t=amd8cmRmMG9jfDBgb7II48rWMTJzkkAoJNHM) (accessed 09.01.2022)
- 10 Laldjebaeva, M., Isaev, R., Saukhimov, A. "Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and barriers." *Energy Reports*, Vol. 7, (2021): 3125 – 3136.
- 11 United Nations Development Program Kazakhstan "Lessons learnt from the Kazakhstan: wind power market development initiative" UNDP, Astana (2011).
- 12 Frankfurt School. UNEP Collaborating Centre "Global Trends in Renewable Energy Investment." Frankfurt School of Finance & Management: Frankfurt am Main, Germany (2018):56-67.
- 13 Energy Charter Secretariat report "Investment Climate and Market Structure Review in the Energy Sector of Kazakhstan." Astana (2013). URL: [https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/ICMS/ICMS-Kazakhstan\\_2013\\_en.pdf](https://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/ICMS/ICMS-Kazakhstan_2013_en.pdf) (accessed 22.03.2022).
- 14 FIRST WIND POWER STATION official web site. URL: <https://pves.kz/en/company/story> (accessed 15.01.2022)
- 15 Konsepciya proekta VE'S Erejmentau-1 [The concept of the Yerementau-1 wind farm project]. URL: <https://pves.kz/ru/i66> (accessed 15.01.2022). (In Russian)
- 16 Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan (2022). URL: <https://stat.gov.kz/jur-search/bin> (accessed 11.02.2022).
- 17 Proektnaya dokumentaciya dlya vnutrennego proekta po sokrashcheniyu vy'brosov parnikovy'x gazov TOO «Pervaya vetrovaya e'lektricheskaya stanciya» [Project documentation for an internal project to reduce greenhouse gas emissions of the First Wind Power Plant LLP] Nur-Sultan, (2022). URL: <https://pves.kz/ru/i66> (accessed 15.01.2022). (In Russian)
- 18 Ministerstvo e'nergetiki Respubliki Kazaxstan, Informaciya po proizvodstvu e'lektricheskoye energii ob ``ektami VIE'' [Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, Information on the production of electric energy by renewable energy facilities] Nur-Sultan, (2022). URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/documents/details/12625?lang=ru> (accessed 05.03.2022). (In Russian)
- 19 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC, Vol.2 Energy, Chapter 2 «Stationary Combustion», (2006).
- 20 OECD "Practical baseline recommendations for greenhouse gas mitigation projects in the electric power sector." New York, (2002). URL: <https://www.oecd.org/env/cc/1943333.pdf> (accessed 26.03.2022).
- 21 European Bank for Reconstruction and Development "O perspektivakh razvitiya vetroe'nergetiki v Respublike Kazaxstan [On the prospects of wind energy development in the Republic of Kazakhstan]" Astana, (2012). URL: [https://carnegieendowment.org/files/Presentation\\_%20Doroshin%20Rus.pdf](https://carnegieendowment.org/files/Presentation_%20Doroshin%20Rus.pdf) (accessed 05.02.2022).
- 22 International Energy Agency "Kazakhstan energy profile". Country report (2020). URL: <https://www.iea.org/reports/kazakhstan-energy-profile> (accessed 17.02.2022).

**D. Ryskalieva<sup>1</sup>, M. Yessenamanova<sup>2\*</sup>, S. Syrlybekkyzy<sup>1</sup>,  
 Zh. Yessenamanova<sup>2</sup>, A.E. Tlepbergenova<sup>2</sup>, N.R. Tauova<sup>1</sup>,  
 L. Sangadzhieva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Sh. Yessenov Caspian University of Technology and Engineering, Kazakhstan, Aktau

<sup>2</sup> Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Kazakhstan, Atyrau

<sup>3</sup> B.B. Gorodovikov Kalmyk State University, Republic of Kalmykia, Russia, Elista

\*e-mail: [mansiya.73@mail.ru](mailto:mansiya.73@mail.ru)

## **MONITORING OF HYDROGEN SULFIDE CONTENT IN WINTER IN THE OBSERVATION POINTS OF ATYRAU CITY**

The article analyzes the monitoring of hydrogen sulfide content in the air of Atyrau in the winter period of 2021-2022. The purpose of this study is to study the hydrogen sulfide content in the air environment of the city of Atyrau, which has been increasing in recent years as a result of anthropogenic impact. The monitoring results were analyzed according to the data of Kazhydromet observation points, including 15 observation points. Monitoring of the study showed that among 15 observation points, there are exceedances of the maximum permissible concentrations of hydrogen sulfide in all three winter months, but however, it can be observed that the highest concentrations are observed in December and February, whereas in January these data are close to the MPC. Especially high rates are characteristic of points located near the Atyrau Oil Refiner, which is probably the main source of hydrogen sulfide. At the same time, the excess of the MPC for hydrogen sulfide and at points in the territories of the city exceeds more than 5-15 times. An important step towards optimizing the monitoring of the effects of hydrogen sulfide emissions at the Atyrau Refinery is the monitoring of atmospheric air quality and the introduction of modern technologies and dust and gas cleaning equipment. At the same time, it is possible to reduce the emission of hydrogen sulfide as a result of measures aimed at the reconstruction and overhaul of the sewage system in Atyrau.

**Key words:** hydrogen sulfide in the air, Atyrau, monitoring, winter period, Kazhydromet observation points.

Д.К. Рыскалиева<sup>1</sup>, М.С. Есенаманова<sup>2\*</sup>, С. Сырлыбекқызы<sup>1</sup>, Ж.С. Есенаманова<sup>2</sup>,  
 А.Е. Тлепбергенова<sup>2</sup>, Н.Р. Тауова<sup>1</sup>, Л.Х. Сангаджиева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Қазақстан, Ақтау қ.

<sup>2</sup>Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Қазақстан, Атырау қ.

<sup>3</sup>Б.Б. Городовиков атындағы Қалмақ мемлекеттік университеті, Қалмақ Республикасы, Ресей, Элиста қ.

\*e-mail: [mansiya.73@mail.ru](mailto:mansiya.73@mail.ru)

### **Атырау қаласының бақылау пункттерінде қысқы кезеңде қүкіртсүтегі құрамының мониторингі**

Мақалада 2021-2022 жылғы қысқы кезеңде Атырау қаласының ауасындағы қүкіртсүтектің құрамына мониторинг бойынша талдау жүргізілді. Аталған зерттеудің мақсаты соңғы жылдардың антропогендік әсер нәтижесінде артып келе жатқан Атырау қаласының ауа ортасындағы қүкіртсүтектің құрамын зерттеу болып табылады. Мониторинг нәтижелері Қазгидрометтің бақылау пункттерінің деректері бойынша талданды, оның ішінде 15 бақылау пункті бар. Зерттеу мониторингі 15 бақылау пунктінің арасында барлық үш қыс айында қүкіртсүтегі құрамының рүқсат етілген шекті шығылануының артқаны байқалатының көрсетті, алайда неғұрлым жоғары құрам жетекшісін және ақпана айларында байқалатынын, ал қантарда бұл деректер ШЖК-ға жақын екенін байқауға болады. Әсіресе жоғары көрсеткіштер АМӘЗ-ге жақын орналасқан пункттерге тән, бұл қүкіртсүтектің негізгі көзі болып табылады. Бұл ретте, қүкіртсүтегі бойынша ШЖК артуы және қала аумақтарындағы пункттерде 5-15 еседен асады. Атырау мұнай өндеу зауытында қүкіртті сутек шығарындыларының әсер ету мониторингін оңтайландыру жолындағы маңызды қадам атмосфералық ауа сапасына мониторинг жүргізу және қазіргі заманғы технологиялар мен шаң мен газ тазалау жабдықтарын енгізу болып табылады. Сонымен қатар, Атыраудағы көріз жүйесін қайта жаңартуға және күрделі жөндөуге бағытталған шаралар нәтижесінде қүкіртсүтектің шығарылуын азайтуға болады.

**Түйін сөздер:** ауадағы қүкіртсүтек, Атырау, мониторинг, қысқы кезең, Қазгидрометтің бақылау пункттері.

Д.К. Рыскалиева<sup>1</sup>, М.С. Есенаманова<sup>2</sup>, С. Сырлыбекқызы<sup>1</sup>, Ж.С. Есенаманова<sup>2</sup>,  
А.Е. Тлепбергенова<sup>2</sup>, Н.Р. Тауова<sup>1</sup>, Л.Х. Сангаджиева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова, Казахстан, г. Актау

<sup>2</sup>Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Казахстан, г. Атырау

<sup>3</sup>Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, Республика Калмыкия, Россия, г. Элиста

\*e-mail: mansiya.73@mail.ru

### **Мониторинг содержания сероводорода в зимний период в пунктах наблюдения города Атырау**

В статье проведен анализ по мониторингу содержания сероводорода в воздухе города Атырау в зимний период 2021-2022 года. Целью данного исследования является изучение содержания сероводорода в воздушной среде города Атырау, которое за последние годы повышается в результате антропогенного воздействия. Результаты мониторинга проанализированы по данным 15 пунктов наблюдения Казгидромет. Мониторинг исследования показал, что среди 15 пунктов наблюдения отмечаются превышения предельно допустимых концентраций содержания сероводорода во всех трех зимних месяцах, при этом наиболее повышенные содержания отмечаются в декабре и феврале, тогда как в январе эти данные близки к ПДК. Особенно высокие показатели характерны для пунктов, расположенных вблизи АНПЗ, который, возможно, и является основным источником поступления сероводорода. При этом превышение ПДК по сероводороду и на пунктах, расположенных на территории города, составляет 5 – 15 раз. Важным шагом на пути оптимизации мониторинга воздействия выбросов сероводорода на Атырауском нефтеперерабатывающем заводе является проведение мониторинга качества атмосферного воздуха и внедрение современных технологий и пыле- и газоочистных оборудований. В то же время уменьшить выброс сероводорода возможно в результате мер, направленных на реконструкцию и капитальный ремонт канализационной системы в Атырау.

**Ключевые слова:** сероводород в воздухе, Атырау, мониторинг, зимний период, пункты наблюдения Казгидромет.

## **Introduction**

One of the air pollutants is hydrogen sulfide. Hydrogen sulfide is one of the main compounds involved in the natural sulfur cycle in the environment [1]. It is contained in volcanic gases and is formed by the action of bacteria during the breakdown of both plant and animal protein. Bacteria can also produce it by direct reduction of sulfate. Significant concentrations of hydrogen sulfide are observed in some natural gas fields and in geothermally active areas.

The amount of H<sub>2</sub>S emitted into the atmosphere from human activity is difficult to quantify worldwide due to a lack of comprehensive data and/or reporting [2]. Hydrogen sulfide can be formed whenever elemental sulfur or sulfur-containing compounds are exposed to organic materials at high temperatures. In industry, it is usually produced as an undesirable by-product, although it is an important reagent or intermediate in some processes. Hydrogen sulfide is formed as a by-product in the production of coke from sulfur-containing coal, the processing of sulfur-containing crude oil, the production of carbon disulfide, the production of viscose fiber and in the crafting process for the production of wood pulp [3-4]. Although hydrogen sulfide concentrations in urban areas can sometimes reach 0.050 mg/m<sup>3</sup> with

an average time of 30 mm/h, they are usually below 0.0015 mg/m<sup>3</sup>. Peak concentrations reaching 0.20 mg/m<sup>3</sup> have been recorded near point sources [5].

Therefore, in 2017, 367 cases of high hydrogen sulfide pollution were recorded in Atyrau from 10 to 49 – exceeding the maximum permissible concentration (MPC) and 75 HPs (high pollution) from 20 to 102 – exceeding the maximum permissible concentration. In 2018 – 1102 cases of HP with hydrogen sulfide – from 10 to 68, exceeding the MPC, 177 cases of EHP (extreme high pollution) from 50 to 178 exceeding the MPC, in 2019 – 758 cases of HP from 10 to 49 exceeding the MPC, EHP – 60 cases of EHP from 50 to 178 exceeding the MPC, in 2020 – 161 cases of HP from 10 to 49 exceeding the MPC and 2 cases of EHP from 50 to 178 exceeding the MPC. Most of the facts of HP and EHP with hydrogen sulfide were recorded in the direction of the wind at the ecological post “West Oil”. This station is located in an industrial area near the evaporation fields “Rotten Beam” at a distance of 840 meters [6-9].

## **Materials and methods**

Monitoring of the state of the atmosphere in Atyrau is conducted at 5 stationary posts (three of them are automatic, two are manual). It is carried

out according to 13 indicators: suspended particles (dust), sulfur dioxide, nitrogen oxide and dioxide, hydrogen sulfide, carbon oxide and dioxide, phenol, ammonia, formaldehyde, etc. In addition, Kazhydromet analyzes data from the existing network of observations and posts of NCOC (North Caspian Operating Company N.V.) and AOR LLP. In Atyrau, NCOC has 9 stationary posts and 4 Atyrau Oil Refinery posts. Compared with 2007, when there was a low level of air pollution, there is a high level of pollution for the period 2018 to 2020. The

air is polluted with substances such as suspended particles (dust, PM – 10, PM – 2.5), nitrogen oxide and hydrogen sulfide. Meteorologists, according to the Regulations on the procedure of RSE "Kazhydromet", assess the state of the atmosphere according to two criteria: high pollution (HP) and extremely high pollution (EHP) [10]. Now we will give figures and facts on hydrogen sulfide.

Monitoring of hydrogen sulfide content in winter from December 1, 2021 to February 28, 2022 was carried out on 15 points [11]:

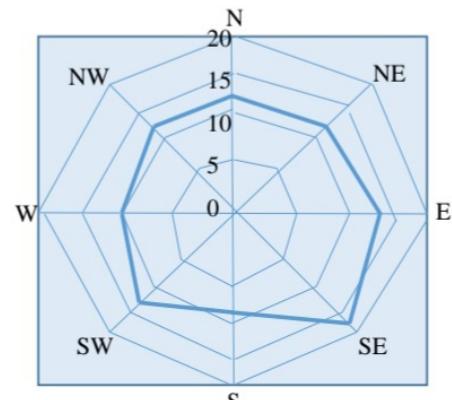
Observation point	Location coordinates
Steaming AOR	47.0726660,51.9508610
Himposelok AOR	47.0887220,51.9352780
Mirny AOR	47.0754720,51.9107500
Reshuffling the AOR	47.0685280,51.9052210
POP (Pollution Observation Point) No. 5 (Kursai, Karabau Street, building 12)	47.0668850,51.8864810
POP (Pollution Observation Point) No. 9 (Bereke Industrial Zone area, Gurievsnab Street)	47.1558350,51.9814530
NCOC No.103 (Chagall)	47.1117740,51.9221670
NCOC No. 108 (TKA)	47.1645230,52.0275220
NCOC No. 109 (Vostok)	47.0947250,51.9250130
NCOC No. 110 (Privokzalny)	47.1261730,51.9472360
NCOC No.111 (Zhilgorodok)	47.0988520,51.9006170
NCOC No.112 (Akimat)	47.1050630,51.9164730
NCOC No.113 (Avangard)	47.0930470,51.8869910
NCOC No.114 (Zagorodnaya)	47.1415560,51.8959480
POP (Pollution Observation Point) No. 1 (Zhanbai village, Nysanov Street, plot 96)	47.1394540,51.9646640

## Results and discussion

The analyzed area is characterized by a low frequency of calm, weak and comfortable winds. Winds are unpleasantly active most of the time of the year. Wind speeds in the range of 2.6-3.7 m/s are observed in almost 100% of cases. The highest wind speeds are observed in the winter and spring periods of the year, when even the average monthly values of speeds are 3.6 – 4.1 m/s (Table 1). The average annual wind speed is 3.2 m/s [12].

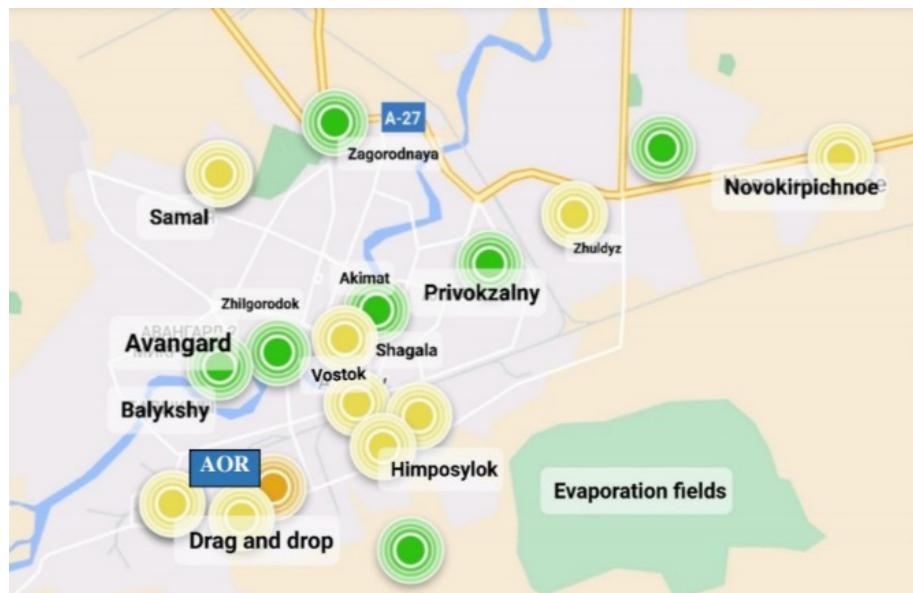
**Table 1** – Average repeatability of wind direction and calm (%)

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
11	12	14	17	9	13	10	13



**Figure 1** – Wind Rose

In the study area, the prevailing, on average for the year, is the southeasterly wind direction

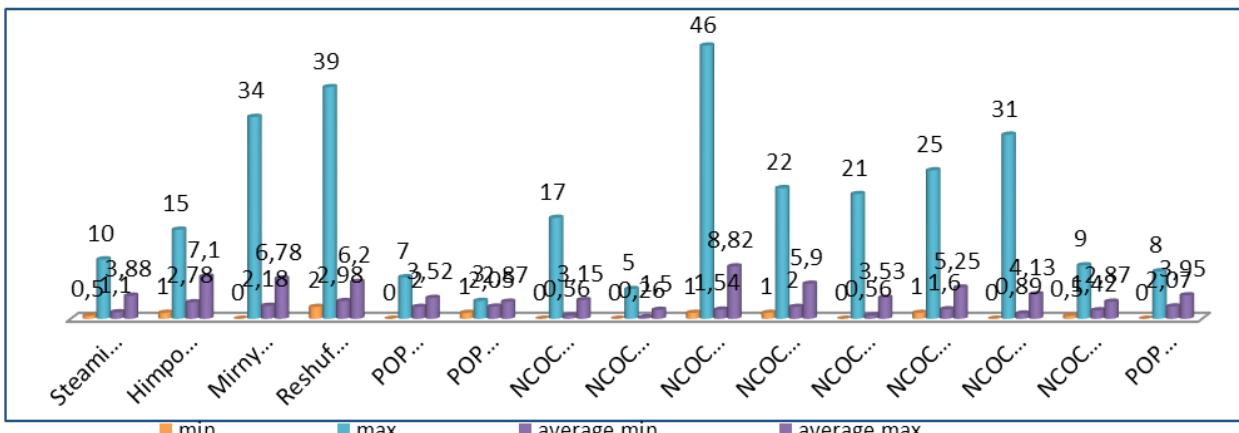


**Figure 2 – The Map of Atyrau city**

Figure 2 shows a map of the location of observation points and the Atyrau Oil Refinery. Atyrau Oil Refinery is located in the northwestern part of the city. All observation points from the Atyrau oil Refinery are located in the north-western, northern and north-eastern directions, where the average repeatability of the wind direction is from

– 11 to 13 m/s. Thus, the emissions of hydrogen sulfide from the Atyrau Oil Refinery are evenly distributed across all observation points within the city.

The results of monitoring the hydrogen sulfide content for three winter months in Atyrau can be viewed in Figures 2-4 and Table 2.



**Figure 3 – Monitoring of hydrogen sulfide content in the air of Atyrau in December 2021**

Figure 3 shows a diagram of monitoring the hydrogen sulfide content in the air of the city of Atyrau in December 2021. As can be seen from the diagram, the maximum values were observed at NCOC points No.109 (Vostok) – 46 mgm/m<sup>3</sup>, Reshuffling the AOR – 39 mgm/m<sup>3</sup>, Mirny AOR

– 34 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No.113 (Avangard) – 31 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No.112 (Akimat) – 25 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No. 110 (Privokzalny) – 22 mgm/m<sup>3</sup> and at NCOC No. 111 (Zhilgorodok) – 21 mgm/m<sup>3</sup>. However, at other points there is an excess of the MPC in terms of hydrogen sulfide content, except

for POP No. 9 (Bereke Industrial Zone area, Gurievsnab Street), where the maximum value is 3 mgm/m<sup>3</sup>.

Figure 4 shows a diagram of monitoring the hydrogen sulfide content in the air of Atyrau in January 2022.

As can be seen from the diagram, the maximum values were observed at the points of Reshuffling the AOR -29 mgm/m<sup>3</sup>, Himposelok AOR – 27 mgm/m<sup>3</sup>. Mirny AOR – 21 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No. 109 (Vostok)

– 19 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No. 110 (Privokzalny) – 17 mgm/m<sup>3</sup> and at NCOC No. 112 (Akimat) – 16 mgm/m<sup>3</sup>. However, at other points there is an excess of the maximum permissible concentration of hydrogen sulfide, except for the POP No. 1 (Zhanbai village, Nysanov Street, plot 96), where the maximum value is 4 mgm/m<sup>3</sup>.

Figure 5 shows a diagram of monitoring the hydrogen sulfide content in the air of Atyrau in February 2022.

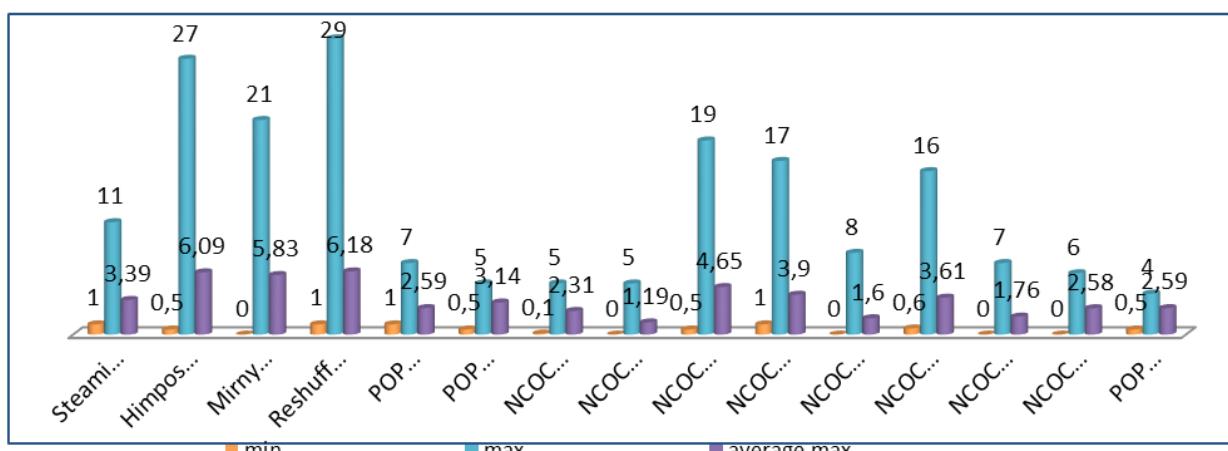


Figure 4 – Monitoring of hydrogen sulfide content in the air of Atyrau in January 2022

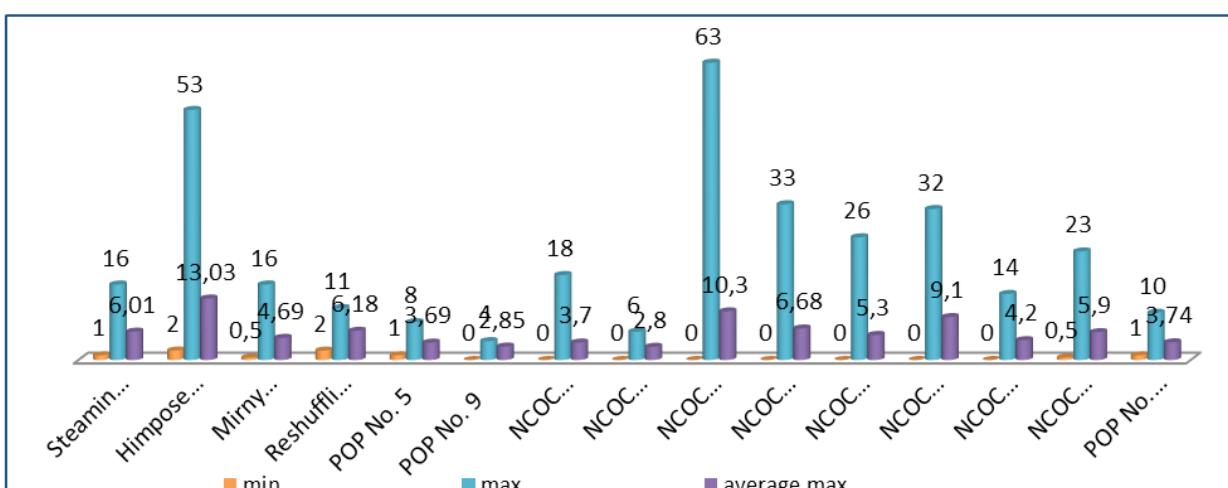


Figure 5 – Monitoring of hydrogen sulfide content in the air of Atyrau in February 2022

As can be seen from the diagram, the maximum values were observed at NCOC points No.109 (East) – 63 mgm/m<sup>3</sup>, Himposelok AOR – 53 mgm/m<sup>3</sup>. NCOC No. 110 (Privokzalny) – 33 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No. 112 (Akimat) – 33 mgm/m<sup>3</sup>, NCOC No. 111 (Zhilgorodok) – 26 mgm/m<sup>3</sup> and at NCOC

No.114 (Zagorodnaya) – 23 mgm/m<sup>3</sup>. However, at other points, there is an excess of the maximum permissible concentration of hydrogen sulfide, except for POP No. 9 (Bereke Industrial Zone area, Gurievsnab Street), where the maximum value is 4 mgm/m<sup>3</sup>.

Table 2 – Monitoring of hydrogen sulfide content in the air

DIM	Himposelok			Mirny			Reshuffle			POP 109			POP 110			POP 111			POP 112			POP 113						
	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb	Dec	Jan	Feb				
1	15	7	27	7	4	7	5	3	6	13	11	20	8	2	13	6	1	7	9	5	0	6	1,5	4	6	3	3	
2	4	7	8	3	3	16	4	3	10	2	9	7	3	4	7	1	3	4	3	5	0	1	1	8	4	3	2	
3	7	3	6	2	3	8	2	3	4	11	1	3	8	3	5	2	1	5	4	2	1	5	4	3	2	3		
4	3	8	8	3	8	3	24	3	6	18	3	4	7	3	1	10	3	4	31	2	14	6	3	2	3	2		
5	5	x	53	7	3	8	2	x	10	3	x	12	15	x	3	12	x	7	2	x	9	10	x	6	3	x	2	
6	14	x	8	11	x	1	3	x	5	46	x	6	22	x	3	x	0	25	x	7	9	x	0	9	x	9		
7	15	x	5	6	x	3	7	x	6	14	x	10	5	x	3	4	x	0	9	x	7	4	x	0	2	x	3	
8	9	x	3	7	x	4	4	x	3	6	x	1	5	x	3	2	x	2	6	x	2	x	3	x	2	x	1	
9	4	x	6	8	x	3	4	x	4	2	x	4	6	x	3	1	x	2	4	x	3	4	x	2	3	x	1	
10	x	x	3	5	x	1,5	5	x	6	5	x	2	3	x	8	2	x	2	4	x	3,5	x	2	x	2	x	4	
11	x	x	4	3	x	3	3	x	5	1	x	2	5	x	0,8	1	x	2	2	x	4	1	x	2	1	x	2	
12	x	10	9	4	7	3	8	8	6	1,5	4	2	2	4	4	1	1	3	1	4	22	2	1	3	1	2	3	
13	x	2	9	7	8	8	8	5	11	10	1	10	3	4	2,2	3	1	7	4	4	13	1	1	6	1,5	6	4	
14	x	4	4	6	0	2	4	4	8	2	4	3	5	4	4	0,5	1	5	4	2	8	2	1	1	2	3	3	
15	x	3	8	7	3	2	3	3	3	2	3	30	4	3	27	4	1	3,1	3	2	28	3	2	1	2	3	0	
16	x	3	6	4	3	2	4	4	6	17	3	3	8	2	4	3	1	2	5	2	7	5	1	2	3	4	3	
17	x	8	6	34	3	2	39	4	4	35	4	6	10	2	4	7	1	3	10	3	4	11	3	2	5	2,5	3	
18	x	3	6	7	6	x	11	3	3	14	5	1	4	2,4	3	4	4	2	10	4	6	4	3	1	3	2	2	
19	x	3	49	6	7	x	4	4	7	6	4	13	2	2	4	2	1	5	3	3	12	2	2	1	2	2	3	
20	x	8	5	7	5	3	4	10	4	5	8	10	4	4	4	1,5	1	3	3	2	6	3	1	3	3	1,3	3	
21	5	3	28	7	7	x	5	7	8	3	4	42	4	2	21	4	1,4	4	3	2	32	1,5	2	4	4	2	23	
22	13	3	7	1	6	x	19	3	5	7	2	4	6	3	5	4	2	3	6	3	9	4	1	5	4	2	10	
23	5	2	14	x	8	x	5	4	6	3	2	3	4	2	3	1	1	3	4	4	4	1	1	4	3	3	9	
24	3	4	13	x	7	x	3	7	10	6	1	5	2	3	8	2	13	3	3	10	1,5	1	7	1	1	9		
25	3	3	26	x	7	x	3	7	7	3	2	63	6	3	2	14	3	3	26	2	3,5	7	1	2	4	4		
26	3	22	x	3	4	9	8	3	33	2	6	4	9	8	3	3	2	6	4	12	3	6	0,5	23				
27	7	10	9	5	8	x	5	8	6	3	7	4	3	4	1	0	13	3	3	6	2	0,4	6	2	2	20		
28	4	6	8	4	8	x	7	10	x	3	6	4	3	2	2	0	26	2	3	5	1	2	12	1,5	2	11		
29	14	7	x	9	4	x	7	4	x	6	4	x	5	x	1,5	0	x	5	x	2	1	x	1,5	2	x			
30	3	6	x	3	6	x	5	4	x	3	5	x	3	9,4	x	3	1	x	4	2	x	2	1	x	3	2	x	
31	6	27	x	5	21	x	3	29	x	3	19	x	3	17	x	1	8	x	5	16	x	2	7	x	3	2	x	

Note: x – missing data

The analysis of the observation points shows that on certain days the maximum hydrogen sulfide content in the air was observed. For example:

in the Himposelok point of AOR the maximum values are observed on the 5<sup>th</sup> of February (53 mgm/m<sup>3</sup>), the 19<sup>th</sup> of February (49 mgm/m<sup>3</sup>), the 21<sup>st</sup> of February (28 mgm/m<sup>3</sup>), the 31<sup>st</sup> of January and the 1<sup>st</sup> of February (27 mgm/m<sup>3</sup>), on the 25<sup>th</sup> of February (26 mgm/m<sup>3</sup>) and the 26<sup>th</sup> of February (22 mgm/m<sup>3</sup>), which, when the MPC is equal to 4 mgm/m<sup>3</sup>, exceed by more than 5-13 times;

in the Mirny AOR point the maximum values are observed on the 17<sup>th</sup> of December – 34 mgm/m<sup>3</sup>, the 31<sup>st</sup> of January – 21 mgm/m<sup>3</sup> and the 2<sup>nd</sup> of February – 16 mgm/m<sup>3</sup>;

in the Reshuffling of AOR point increased contents are observed on the 17<sup>th</sup> of December – 39 mgm/m<sup>3</sup>, the 31<sup>st</sup> of January – 29 mgm/m<sup>3</sup> and the 22<sup>nd</sup> of December – 19 mgm/m<sup>3</sup>;

in NCOC item No. 109 (Vostok) is characterized by increased contents in December (from 2 mgm/m<sup>3</sup> to 46 mgm/m<sup>3</sup>) are observed on the 25<sup>th</sup> of February – 63 mgm/m<sup>3</sup> (15.75 MPC), the 6<sup>th</sup> of December – 46 mgm/m<sup>3</sup> (11.2MPC), the 21<sup>st</sup> of February – 42 mgm/m<sup>3</sup> (10.5 MPC), the 17<sup>th</sup> of December – 35 mgm/m<sup>3</sup>, the 15<sup>th</sup> of February – 30 mgm/m<sup>3</sup>, the 4<sup>th</sup> of December – 24 mgm/m<sup>3</sup> and the 1<sup>st</sup> of February – 20 mgm/m<sup>3</sup>;

in NCOC point No. 110 (Privokzalny) elevated concentrations were observed on the 26<sup>th</sup> of February – 33 mgm/m<sup>3</sup> (8.25 MPC), the 15<sup>th</sup> of February – 27 mgm/m<sup>3</sup> (6.75 MPC), the 21<sup>st</sup> of February – 21 mgm/m<sup>3</sup> (5.25 MPC) and the 6<sup>th</sup> of December – 22 mgm/m<sup>3</sup> (5.5 MPC);

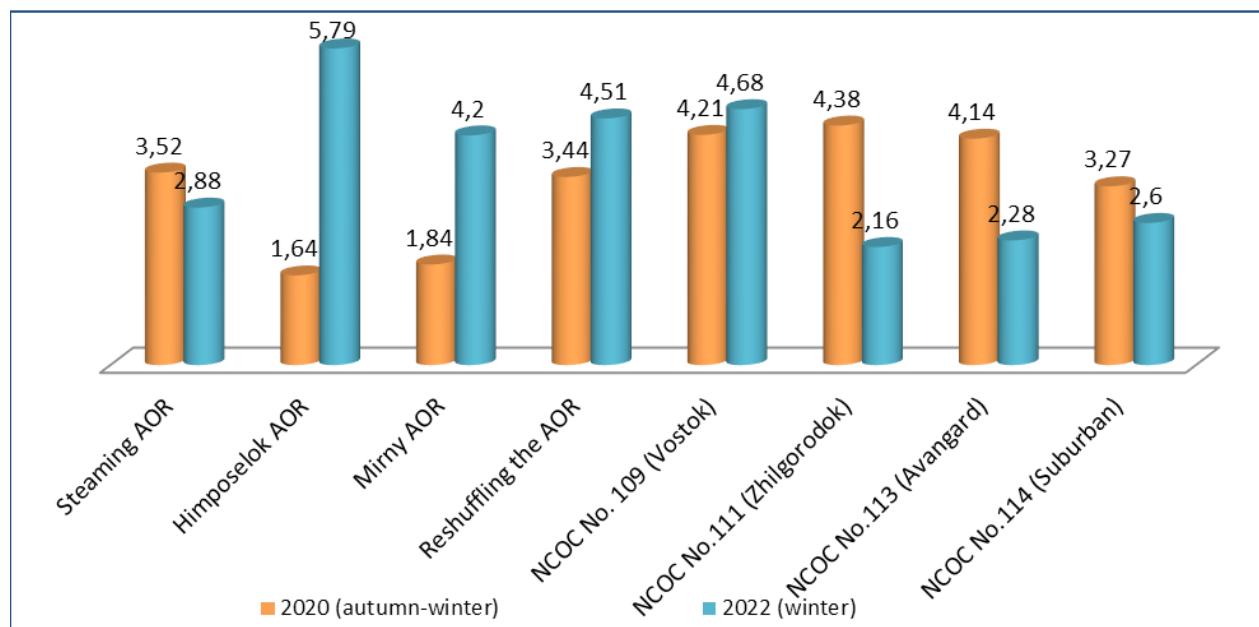
in NCOC point No. 111 (Zhilgorodok) elevated contents are observed on the 28<sup>th</sup> of February – 26 mgm/m<sup>3</sup> (6.5 MPC);

in NCOC point No. 112 (Akimat) elevated contents are observed on the 21<sup>st</sup> of February – 32 mgm/m<sup>3</sup> (8 MPC), the 15<sup>th</sup> of February – 28 mgm/m<sup>3</sup> (7 MPC), the 25<sup>th</sup> of February – 26 mgm/m<sup>3</sup> (6.5 MPC), the 6<sup>th</sup> of December – 25 mgm/m<sup>3</sup> (6.25 MPC), the 12<sup>th</sup> of February – 22 mgm/m<sup>3</sup> (5.5 MPC);

in NCOC item No.113 (Avangard) increased contents are observed on the 4<sup>th</sup> of December – 31 mgm/m<sup>3</sup> (7.75 MPC);

in NCOC item No.114 (Zagorodnaya) elevated contents are observed on the 21<sup>st</sup> and 26<sup>th</sup> of February – 23 mgm/m<sup>3</sup> (5.75 MPC) and the 27<sup>th</sup> of February – 20 mgm/m<sup>3</sup> (5 MPC).

A comparative analysis of the average hydrogen sulfide content in the air of the city of Atyrau from 2020 by 8 points was also carried out, since there were only eight observation points until 2021 (Figure 6).



**Figure 6** – A comparative analysis of the average hydrogen sulfide content in the air in 2020 and 2022

Overall, it can be seen that the content of the hydrogen sulfide in 2020 is almost similar to the H<sub>2</sub>S concentration in 2022, the average levels of which were 1,64-4,38 mgm/m<sup>3</sup> (0,82-2,19 MPC) and 2,16-5,79 mgm/m<sup>3</sup> (1,08-2,89 MPC) respectively. Himposelok AOR and Mirny AOR experienced an increase in the content of the hydrogen sulfide approximately to 2,89 and 2,1 MPC accordingly. Meanwhile in NCOC No.111 and NCOC No. 113 points the H<sub>2</sub>S concentration decreased by twice and almost remained within the MPC. As for other points the hydrogen sulfide content was nearly stable in both periods.

One of the most important environmental problems of the region is the pollution of the Atyrau air basin, including intense unpleasant odors that are periodically recorded [13]. There are several potential sources of bad-smelling substances in the city, the main of which are: industry, sewage treatment plants and silt sites [14]. Monitoring of atmospheric air quality in the zone of influence of industrial enterprises located in Atyrau, especially for hydrogen sulfide, which is formed during the processing of oil and petroleum products by the Atyrau Oil Refinery, could be an important step towards optimizing the monitoring of the impact of emissions of industrial enterprises. It is necessary to introduce modern technologies and dust and gas cleaning equipment at all enterprises of the region. First of all, this applies to enterprises that have hydrogen sulfide in their emissions [15-17]. Reduction of hydrogen sulfide emissions can also be expected as a result of measures aimed at the reconstruction and overhaul of the sewerage system in Atyrau, which was launched in 2021 and the project is funded by the European Bank for Reconstruction

and Development, with which AOR signed an agreement for \$80 million [18].

### Conclusion

Monitoring of hydrogen sulfide content in Atyrau in winter showed that the month of February is the most polluted, for example, February 4-6 and especially the end of the month after February 21-27, then December, in which December 4-6 and December 17 can be distinguished, and January is the most unpolluted month, except the 31<sup>st</sup> of January. The analysis by observation points shows that the most elevated concentrations are observed at points located near the AOR, these are the Himposelok AOR, Mirny AOR and Reshuffling the AOR. Among the observation points in the city itself, one can distinguish such as NCOC No. 109 (East), NCOC No. 110 (Privokzalny) and NCOC No. 112 (Akimat).

The content of hydrogen sulfide in the atmospheric air creates an increased non-carcinogenic risk to public health in acute and chronic admission, which indicates the need for early environmental measures [19-21]. As part of these studies, elevated levels of hydrogen sulfide in the atmosphere were recorded. The greatest danger to the population is represented by oil products processing facilities located in the immediate vicinity of settlements. Thus, the conducted studies indicate that the ecological situation in the settlements in the area of oil production needs improvement [22-25].

### Conflict of interest

All authors have read and are familiar with the content of the article and have no conflict of interests.

### References

1. Bo Barker Jørgensen, Alyssa J. Findlay and André Pellerin. The Biogeochemical Sulfur Cycle of Marine Sediments. *Front. Microbiol.*, Sec. Microbiological Chemistry and Geomicrobiology 24, no 10 (2019):849. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00849>
2. Kenessary D.U., Kenessariyev U.I., Juszkiec K.T., Amrin M.K., and Erzhanova A.E., eds. Human health cost of hydrogen sulfide air pollution from an oil and gas field. *Ann Agric Environ Med.* 24, no 2 (2017): 213–216. <https://doi.org/10.26444/aaem/74562>
3. Amvrosios G. Georgiadis, Nikolaos D. Charisiou and Maria A. Goula. Removal of Hydrogen Sulfide From Various Industrial Gases: A Review of The Most Promising Absorbing Materials. *Catalysts* 10, no 5 (2020): 521. <https://doi.org/10.3390/catal10050521>
4. Salih, M.Q., Hamadamin, R.R. and Hama, J.R. Emission and exposure of hydrogen sulfide in the air from oil refinery: spatiotemporal field monitoring. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (2022). <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04309-2>
5. Kourtidis, K., Kelesis, A., Petrakakis, M. Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) in urban ambient air. *Atmospheric Environment*, 42, no 32 (2008): 7476-7482, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.05.066>
6. Kainenova, T.S., Orinbasar, R. O., Zhubandykova, Zh. U. and Moldabayeva, M.N. Assessment of natural environmental pollution with waste of Atyrau refinery. *Eurasian Journal of Ecology* 68, no 3 (2021): 83-91. ISSN 2617-7358. <https://doi.org/10.26577/EJE.2021.v68.i3.09>

7. Yessenamanova, M., Yessenamanova, Z., Tlepbergenova, A. and Batyrbayeva, G. Analysis of the content of hydrogen sulfide in the air of the city of Atyrau. International Journal of Sustainable Development and Planning 16, no 3 (2021): 479–483
8. Alimbaev, T., Yermagambetova, K., Kabyltayeva, S., Issayev, A. And Kairat, Zh., eds. Environmental problems of the oil and gas industry in Kazakhstan. E3S Web of Conferences. 215 (2020): 03008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021503008>
9. Mukusheva, G.K., Sarsembiyeva, N.S. Study of emissions of polluting substances from ANPZ to environment and development of recommendations for their decrease. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of social and human sciences 324, no 2 (2019): 225-229. <https://doi.org/10.32014/2019.2224-5294.73>
10. Aiymgul Kerimray, Daulet Assanov, Bulat Kenessov and Ferhat Karaca Trends and health impacts of major urban air pollutants in Kazakhstan. Journal of the Air & Waste Management Association, 70, no 11 (2020): 1148-1164. DOI: 10.1080/10962247.2020.1813837
11. Regulations on stationary observation points and observation points for the state of atmospheric pollution of the state observation network [Polozheniya o stacionarnykh punktah nablyudenij i punktah nablyudenij za sostoyaniem zagryazneniya atmosfery gosudarstvennoj nablyudatel'noj seti]. Kazhydromet Regulatory Legal Acts. August 3, 2021 No. 23836.
12. Adjustment of the draft standards of maximum permissible emissions of pollutants for Atyrau Oil Refinery LLP for 2019-2028 [Korrektirovka proekt normativov predel'no – dopustimyh vybrosov zagrjaznajushhih veshhestv dlja TOO «Atyrauskij neftepererabatyvajushhij zavod» na 2019-2028 goda]. 2018.
13. Kenessary, D., Kenessary, A., Adilgireiuly, Z., Akzholova, N. and Erzhanova A., eds. Air Pollution in Kazakhstan and Its Health Risk Assessment. Ann Glob Health. 85, no 1 (2019): 133. doi: 10.5334/aogh.2535
14. Yessenamanova, M.S., Tekeyeva, A.A., Yessenamanova, Z.S., Tlepbergenova, A.E. Assessment of the impact of indicator air pollutants in Atyrau city on public health. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 548, no 6 (2020): 062018.
15. Elizabeth R. Mathews, Dean Barnett, Steve Petrovsk and Ashley E. Franks. Reviewing microbial electrical systems and bacteriophage biocontrol as targeted novel treatments for reducing hydrogen sulfide emissions in urban sewer systems. Rev Environ Sci Biotechnol 17 (2018): 749–764. <https://doi.org/10.1007/s11157-018-9483-0>
16. Long, Y., Fang, Y., Shen, D. et al. Hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) emission control by aerobic sulfate reduction in landfill. Sci Rep 6 (2016): 38103. <https://doi.org/10.1038/srep38103>
17. Jae Hac Ko, Qiyong Xu and Yong-Chul Jang Emissions and Control of Hydrogen Sulfide at Landfills: A Review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 45 no 19 (2015): 2043-2083, <https://doi.org/10.1080/10643389.2015.1010427>
18. Atyrau Refinery Modernisation Project, Atyrau region, Kazakhstan. Stakeholder Engagement Plan, European Bank for Reconstruction and Development. June 3, 2021.
19. Barman, S. C., Kumar, N., Singh, R., Kisku, G. C. and Khan A. H., eds. Assessment of urban air pollution and it's probable health impact. Journal of Environmental Biology 31 (2010): 913 – 920.
20. Xavier Morelli, Camille Rieux, Josef Cyrys and BertilForsberg, eds. Air pollution, health and social deprivation: a fine-scale risk assessment. Environmental Research. 147 (2016): 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.01.030>
21. Kati Orru, Steven Nordin, Hedi Harzia and Hans Orru. The role of perceived air pollution and health risk perception in health symptoms and disease: A population-based study combined with modelled levels of PM10. International Archives of Occupational and Environmental Health. 91, no 5 (2018): 581–589. <https://doi.org/10.1007/s00420-018-1303-x>
22. Gavin Shaddick, Matthew L Thomas, Heresh Amini and David Broday, eds. Data integration for the assessment of population exposure to ambient air pollution for global burden of disease assessment. Environmental Science & Technology. 52, no 16 (2018): 9069–9078. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02864>
23. Inserra, S., Phifer B., Pierson R. and Campagna D. Community-based exposure estimate for hydrogen sulfide. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 12 (2002): 124 – 129.
24. Samantha, L., Malone Rubright, Linda L. Pearce and Jim Peterson. Environmental Toxicology of Hydrogen Sulfide. Nitric Oxide. 71 (2017): 1–13. doi:10.1016/j.niox.2017.09.011
25. Tariwari, C.N, Angaye, Koru J. Alagoa. Environmental and Health Risk of Hydrogen Sulphide (H<sub>2</sub>S) Levels Around some Dumpsites in the Niger Delta Region: A Case Study of Yenagoa Metropolis. Journal of experimental and clinical toxicology 1, no 3, (2019). <https://doi.org/10.14302/issn.2641-7669.ject-19-3125>

**Ф. Хожанепесова<sup>1\*</sup>** , **А. Дадрасниа<sup>2</sup>** , **А. Серикбаева<sup>1</sup>** ,  
**М. Абдибаттаева<sup>3</sup>**  **А. Мырзабекова<sup>3</sup>** 

<sup>1</sup>НАО «Каспийский университет технологии и инжиниринга имени Ш. Есенова», Казахстан, г. Актау

<sup>2</sup>Университет Вик, Испания, г. Барселона

<sup>3</sup>НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: fariza\_eco@mail.ru

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СОЛЕНОСТИ ПОЧВЫ НА СТЕПЕНЬ ДЕСТРУКЦИИ НЕФТИ СВОБОДНЫМИ И ИММОБИЛИЗОВАННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

В связи с ежегодными увеличивающими объемами добычи и переработки нефти и нефтепродуктов увеличивается вероятность загрязнения экосистем тяжелыми углеводородами. На сегодняшнее время именно биологические методы очистки почвы являются наиболее перспективными методами как с экологической, так и с экономической точки зрения. Основные регионы добычи характеризуются жарким климатом и повышенной соленостью почвы. Известно, эффективность применения микроорганизмов-деструкторов во многом зависит от внешних факторов окружающей среды. Абиотические факторы температуры окружающей среды и солености исходной почвы непосредственно влияют на метаболические процессы бактерий.

Целью данной работы было изучение способности свободных и иммобилизованных на бионосителях микроорганизмов деградировать нефть при разных температурных условиях и при разных концентрациях минеральных солей в почве. Установлено, что с повышением солености степень деструкции снижается. Однако с повышением температуры уровень деструкции сохранялся на том же уровне, что при 5% NaCl. На степень деструкции влияет температурный фактор. Самый высокий результат деструкции показали штаммы, иммобилизованные на рисовой лузге. Тогда как штаммы, иммобилизованные на гречневой шелухе, и свободные клетки при повышении солености и температуры показывают малую степень очистки. Иммобилизация штаммов на твердых органических носителях защищает от внешних воздействий и от колебания температуры окружающей среды.

**Ключевые слова:** биоремедиация, иммобилизация, температура, засоленность, рисовая лузга, шелуха гречихи, микроорганизмы-деструкторы.

F. Khozhanepesova<sup>1\*</sup>, A. Dadrasnia<sup>2</sup>, A. Serikbayeva<sup>1</sup>,  
M. Abdibattayeva<sup>3</sup>, A. Myrzabekova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>NAC "Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov", Kazakhstan, Aktau

<sup>2</sup>University of Vic, Spain, Barcelona

<sup>3</sup>NAC «Al-Farabi Kazakh National University», Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: fariza\_eco@mail.ru

### **Assessment of the influence of ambient temperature and soil salinity on the degree of destruction of oil by free and immobilized microorganisms**

Due to the annual increasing volumes of oil and petroleum products extraction and refining, the probability of ecosystem pollution with heavy hydrocarbons is increasing. At present, it is biological methods of soil purification that are the most promising methods from both an ecological and an economic point of view. The main mining regions are characterized by a hot climate and high salinity of the soil. It is known that the effectiveness of the use of destructive microorganisms largely depends on external environmental factors. Abiotic factors of ambient temperature and salinity of the initial soil directly affect the metabolic processes of bacteria.

The purpose of this work was to study the ability of free and immobilized microorganisms on biological carriers to degrade oil under different temperature conditions and at different concentrations of mineral salts in the soil. It was found that with an increase in salinity, the degree of destruction decreases. However, with an increase in temperature, the level of destruction remained at the same level as at 5% NaCl. The degree of destruction is influenced by the temperature factor. The highest destruction result

was shown by strains immobilized on rice husk. Whereas strains immobilized on buckwheat husks and free cells with increasing salinity and temperature show a low degree of purification. Immobilization of strains on solid organic carriers, protect from external influences and from fluctuations in ambient temperature.

**Key words:** bioremediation, immobilization, temperature, salinity, rice husk, buckwheat husk, destructive microorganisms.

Ф. Хожанепесова<sup>1\*</sup>, А. Дадрасниа<sup>2</sup>, А. Серикбаева<sup>1</sup>,  
М. Абдибаттаева<sup>3</sup>, А. Мырзабекова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>«Ш. Есенов атындағы Қаспий технологиялар және инжиниринг университеті» ҚеАҚ, Қазақстан, Ақтау қ.

<sup>2</sup>Вик университеті, Испания, Барселона қ.

<sup>3</sup>«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» ҚеАҚ, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: fariza\_eco@mail.ru

### Қоршаған орта температурасы мен топырақ тұздылығының еркін және иммобилизацияланған микроорганизмдермен мұнайды ыдырату деңгейіне әсерін бағалау

Мұнай мен мұнай өнімдерін өндіру мен өңдеудің жыл сайынғы көлемінің үлғауына байланысты экокүйелердің ауыр көмірсүтектермен ластану ықтималдығы артып келеді. Қазіргі уақытта топырақты тазартудың биологиялық әдістері экологиялық және экономикалық түрғыдан ең перспектиналы әдістер болып табылады. Өндірістің негізгі аймақтары ыстық, климатпен және топырақтың тұздылығымен сипатталады. Деструктивті микроорганизмдерді қолданудың тиімділігі көбінесе қоршаған ортаның сыртқы факторларына байланысты екені белгілі. Қоршаған орта температурасы және бастапқы топырақтың тұздылығы абиотикалық факторлары бактериялардың метаболикалық процестеріне теріс әсер етеді.

Бұл жұмыстың мақсаты әртүрлі температура жағдайында және топырақтағы минералды тұздардың әртүрлі концентрациясы кезінде еркін және биотасымалдаушыларда иммобилизацияланған микроорганизмдердің мұнайды нашарлату қабілеттің зерттеу болды. Тұздылықтың жоғарылауымен жойылу деңгейі 5% NaCl деңгейінде сақталды. Жою дәрежесіне температура факторы әсер етеді. Жоюдың ең жоғары нәтижесі күріш қабығында иммобилизацияланған штамдар көрсетті. Қарақұмық қабығына иммобилизацияланған штамдар және тұздылық пен температураның жоғарылауымен бос жасушалар тазартудың төмен дәрежесін көрсетеді. Қатты органикалық тасымалдағыштардағы штамдардың иммобилизациясы сыртқы әсерлерден және қоршаған орта температурасының ауытқуынан қорғайды.

**Түйін сөздер:** биоремедиация, иммобилизация, температура, тұздылық, күріш қауызы, қарақұмық қауызы, микроорганизмдер-деструкторлар.

## Введение

Ежегодное увеличение нефтедобычи приводит к загрязнениям обширных территорий как сырой нефтью, так и нефтепродуктами. В результате нарушается естественный обмен веществ, наносится непоправимый ущерб окружающей среде. За последний год объем добычи нефти в Казахстане составляет 87,5 млн тонн, объем переработки – 17,1 млн тонн и объем производства нефтепродуктов – 13,1 млн тонн. Согласно данным, от 1,0 до 18,2 % нефти и нефтепродуктов теряется во время добычи, подготовки к переработке и транспортировки. При добыче основная нефтяная органика выбрасывается в атмосферу, попадает в водные ресурсы 30% и в почву 20%. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу оседают на прибрежных районах и вторично загрязняют воздух и почву.

Сырая нефть состоит из сложных по составу различных алифатических и ароматических соединений. Метод биоремедиации представляет собой привлекательный метод очистки нефтяных загрязнений почвы как мало воздействующий и недорогой метод [1]. Однако успешность применения метода зависит от жизнеспособности введенного углеводородокисляющего штамма. Иммобилизация на биологических носителях является биотехнологическим инструментом для поддержания жизнеспособности штаммов при неблагоприятных условиях окружающей среды и предотвращает потерю свободных клеток при биоремедиации. Для дальнейшего управления и использования иммобилизованных микроорганизмов в полевых натурных работах большое значение имеет деградация нефти при разных условиях окружающей среды, таких как pH, температура, уровень солености почвы. Успеш-

ное использование биоремедиации зависит от данных и параметров, которые задействованы в биоразложении загрязнителей [2, 3].

В данной работе исследовался процесс биоремедиации свободными и иммобилизованными микроорганизмами при различных климатических условиях. Для исследования поведения бактериального сообщества искусственно симулировали разные уровни концентрации солей  $\text{NaCl}$  и  $\text{MgSO}_4$  в почве [1, 4, 5]. Процесс деструкции углеводородов имеет непосредственную зависимость от температуры окружающей среды. На окислительную способность микроорганизма влияют многие факторы, как соленость, рН, температура окружающей среды и др. [6, 7]. При разработке критериев биоремедиации территорий, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, важную роль играет изучение поведения иммобилизованных штаммов микроорганизмов в широком температурном диапазоне. Согласно данным Lin Z. и соавторов [8], температуры в пределах от +6 °C до 30 °C являются наиболее благоприятными температурными режимами для проведения биологической очистки. Целью данного исследования было изучение способности иммобилизованных микроорганизмов к биоремедиации при различных температурных условиях и при присутствии различных концентраций минеральных солей в почве.

Среди существующих методов очистки нефтезагрязненных грунтов биологический метод является наиболее эффективным и менее энергозатратным методом. Современные методы биоремедиации основаны на применении биологически готовых препаратов, состоящих из специализированных микроорганизмов, способных расщеплять углеводороды в составе нефти как единственный источник пищи [9, 10]. Эффективность штамма микроорганизма зависит от его окисляющих свойств и способности противостоять абиотическим факторам окружающей среды. Qin X. и соавторы [11] провели исследование по разложению нефтяных углеводородов и сделали вывод, что степень биодеградации зависит от: 1) оптимальных условий окружающей среды для микроорганизмов; 2) преобладающего типа углеводородов в смеси; 3) а также биодоступности углеводородов для микроорганизмов. Одним из перспективных направлений исследований является изучение и дальнейшее применение адсорбционной иммобилизации клеткой носителями [12]. Носителями для иммобилизации выступают активные или инертные вещества, которые должны обладать хорошими

адсорбционными качествами, а также выступать биостимуляторами деструкции нефти.

Деструкция углеводородов в загрязненной почве зависит от четырех основных условий: присутствие микроорганизмов способных к деструкции нефти, определенные условия окружающей среды, способствующие активной деградации, вид углеводородного загрязнения в почве и биодоступность загрязняющих веществ для деструкции микроорганизмами [13]. Потенциал почвенной микробной системы для деградации углеводородов зависит от размера популяции микроорганизмов, а также от катаболической активности. Микрофлора почвы включает в себя разнообразное количество бактерий, водоросли, грибы, простейшие и актиномицеты, каждый из них обладает различными уровнями деградации углеводородов. Ключевые факторы, влияющие на скорость, с которой микробы разлагают углеводороды, включают доступность загрязняющих веществ для микроорганизмов, обладающих катаболической способностью разлагать их, количество разлагающих микробов, присутствующих в почве, активность разлагающих микроорганизмов и молекулярную структуру загрязнителя [14, 15].

Требуемое количество присутствующих в почве микроорганизмов, необходимых для достижения успешного процесса биодеградации, обычно находится в диапазоне от 10<sup>4</sup> до 10<sup>7</sup> КоE; при этом этот показатель не должен быть ниже 10<sup>3</sup> на грамм почвы. Если этот показатель микроорганизмов на грамм почвы составляет менее 10<sup>3</sup> КоE, то это указывает на то, что концентрации органических или неорганических загрязняющих веществ находятся на токсичном уровне [16].

Активность микроорганизмов в почве зависит от климатических условий (температуры и влажности), рН почвы, наличия питательных веществ и т.д. В умеренном и тропическом климате доступность питательных веществ, влаги и кислорода обычно является основным фактором, ограничивающим разложение искусственных соединений [17]. Однако низкая температура является наиболее важным ограничивающим фактором в северных почвах и полярных регионах [18, 19]. Длительность и эффективность разложения органических веществ зависит от функции температуры. Температура напрямую влияет на диапазон биохимических активностей. Большинство бактерий растут в наилучших условиях, когда температура оптимизирована для данного вида. Температура во многих

природных средах меняется в зависимости от сезона, в то время как наилучшей температурой для роста бактерий является диапазон температур 25-40 °C [20]. Температуры, близкие к замерзанию, замедляют или задерживают рост микробов, и микробы находятся в состоянии застоя. Поскольку ферменты не могут проникать из клеток в холодную среду, следовательно, биоремедиация происходит медленно. Наибольшая активность микробов наблюдается в диапазоне температур 20-33 °C, и большинство микробов могут разлагать углеводороды в этом диапазоне температур [17, 18]. Более быстрая каталитическая активность бактериальных ферментов увеличивается с каждым повышением температуры на 10 °C [21]. Оптимальная температура для биодеградации масла составляет 30-40 °C; большинство бактерий, разлагающих нефть, живут в этом температурном диапазоне. Температура влияет на биологическую деградацию нефти, влияя на сочетание физических и химических свойств нефти, скорость метаболизма углеводородов за счет микроорганизмов и состав микробных сообществ. Низкие температуры могут замедлять вязкость масла, а также сублимацию и испарение нефтяных углеводородов, и скорость разложения обычно снижается с понижением температуры [18, 19]. В другом исследовании было заявлено, что температура влияет на биологическую деградацию и скорость, с которой углеводороды метаболизируются микроорганизмами, сочетание физических и химических характеристик нефти, а также состав/структуру микробного сообщества [22]. Также известно, что при низких температурах вязкость и очистка (испарение) токсичных щелочных цепей и их растворимость снижаются. В результате биодеградация углеводородов замедляется [23]. С повышением температуры скорость метаболизма углеводородов достигает максимума, обычно происходящего при температурах в диапазоне от 30 до 40 °C. При более высоких температурах количество токсичных углеводородов увеличивается. Климатические условия и различные сезоны также влияют на популяцию совместимых микроорганизмов [16, 17]. Термофильные условия могут усиливать разложение углеводородов и могут быть легко осуществлены в биопрессорах путем нагревания почвы или внесения органических веществ. Следовательно, высокие температуры почвы могут увеличить скорость деградации почвы. Разложение углеводородов происходит медленно при температурах ниже 5 °C [24].

**Таблица 1 – Оптимальная температура разложения углеводородов в различных средах**

Среда	Оптимальная температура (°C)
Почвенная среда	30-40
Пресноводная среда	20-30
Морская среда	15-20

## Материалы и методы

В данной работе в качестве сорбентов используются растительные отходы – шелуха гречихи и рисовая лузга. Активными макродеструкторами выступают штаммы микроорганизмов, предоставленные ТОО «Экостандарт»: *Rhodococcus erythreus AT7* и *Dietzia maris 22K*. Данные штаммы были депонированы в Республиканской коллекции микроорганизмов МОН РК под номером В-РКМ-0769 и В-РКМ-0768, соответственно.

Штаммы микроорганизмов культивировали в жидкой среде Ворошиловой-Диановой следующего состава, г/л: NaCl – 10, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 1, MgSO<sub>4</sub> \* 7H<sub>2</sub>O – 0,2, CaCl<sub>2</sub> – 0,01, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 1, с добавлением 1 л дистиллированной воды. Автоклавирование проводили при 1 атм. в течение 15 мин. Обеззараживание сырой нефти и керосина проводили также в автоклаве в герметичных стеклянных ампулах объемом 10 мл, которые были помещены в металлические контейнеры при 1,5 атм. в течение 30 мин. Консорциум был выращен с добавлением автоклавированной сырой нефти (5 мл/л) в качестве единственного источника углерода и энергии в термостате при температуре 28 °C.

Для подготовки носителей 1000 гр. шелухи гречихи (ШГ) и рисовой лузги (РЛ) промывают и помещают в соответствующие стеклянные колбы. Колбы подвергают автоклавированию при 1,5 атм. в течение 30 мин. Иммобилизацию проводили на термостатируемых шейкерах на 20 мин. Микрокосмы подготавливали следующим образом: в почву добавляли 5% нефти, а также 3,5 и 10% NaCl. Для отдельно взятых микрокосмов вносили дополнительно 0,5 и 1% MgSO<sub>4</sub>. Для проведения процесса биоремедиации в микрокосмы добавили штаммы микроорганизмов *Rhodococcus erythreus AT7* и *Dietzia maris 22K*, иммобилизованные на ГШ и РЛ. Микрокосмы были помещены в термостат при температурных диапазонах +4 °C,

+20-22°C, +28 °C на 7 суток. Количественное потребление нефти определяли гравиметрическим методом [9].

## Результаты исследований и обсуждение

Как уже известно, почвы Западного Казахстана отличаются повышенной соленостью и сухим аридными климатическими условиями [23]. Тип засоления – хлоридно-натриевое и сульфатно-магниевое засоление. Связь с этим изучалась особенность биоремедиации иммобилизованных микроорганизмов на бионосителях

в условиях повышенной солености и при разных температурах окружающей среды. Анализ степени деструкции показал, что все исследуемые варианты опытов показали хорошую деструктивную активность при +4 °C, но, как следует заметить, с увеличением солености степень деструкции незначительно снижается (таблица 2). Наибольшее снижение деструкции установлено при свободных клетках микроорганизмов при концентрации соли в 10%. Хорошие результаты деструкции показали штаммы, иммобилизованные на рисовой лузге при +4 °C с присутствием 10% натрий хлора.

**Таблица 2** – Результаты деструкции активных штаммов свободных и иммобилизованных бактерий при различных диапазонах температуры и концентраций NaCl

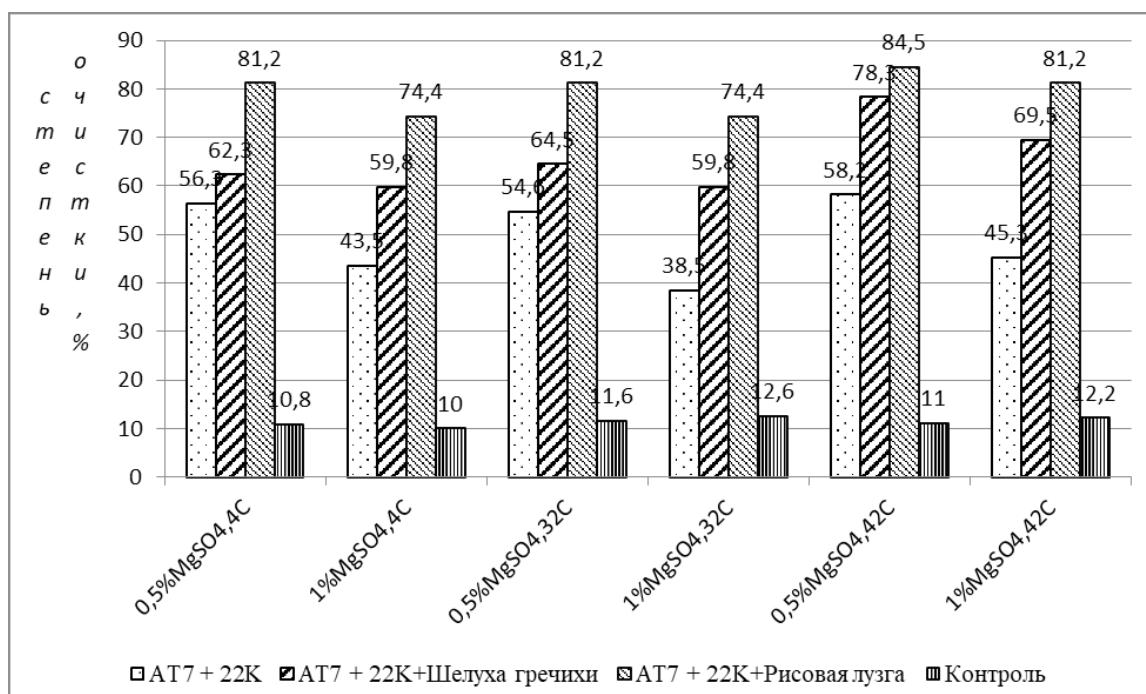
Варианты опытов	Степень деструкции нефти, %		
	3% NaCl	5% NaCl	10% NaCl
	+4 °C		
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K	65,6±1,25	53,6±1,28	37,2±0,95
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K + Шелуха гречихи	83,2±0,60	74,17±0,95	68,0±0,85
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K + Рисовая лузга	83,8±0,74	78,2±1,54	64,0±0,89
Контроль	5,6±0,52	4,3±0,27	3,8±0,18
+32 °C			
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K	71,6±1,25	69,6±1,28	59,2±0,95
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K + Шелуха гречихи	76,2±0,60	73,17±0,95	75,0±0,85
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K + Рисовая лузга	86,3±0,74	80,2±1,54	83,0±0,89
Контроль	8,9±0,52	7,3±0,27	6,8±0,18
+42 °C			
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K	78,6±1,25	48,6±1,28	37,2±0,95
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K + Шелуха гречихи	71,2±0,60	67,17±0,9	54,0±0,85
<i>Rhodococcus erythreus</i> AT7 + <i>Dietzia maris</i> 22K + Рисовая лузга	85,5±0,74	81,3±1,54	78,4±0,89
Контроль	10,7±0,52	8,3±0,27	6,8±0,18

При температуре +32 °C одинаковые степени деструкции показали иммобилизованные микроорганизмы 75,5 и 76,8 при наибольшей концентрации NaCl. В сравнительной оценке отмечено, что увеличение солености негативно влияет на деструкцию нефти свободных клеток. Так, при добавлении 10% NaCl деструкция снизилась до 42,2%. При увеличении температуры до +42 °C деструкция также уменьшилась при применении свободных клеток на 37,2 и повысилась при использовании иммобилизованных клеток до 78,4%.

Во втором варианте исследования в микрокосмы с почвой внесли 0,5 и 1% MgSO<sub>4</sub> и проводили деструкцию при разных температурных условиях. Результаты деструкции приведены в рисунке 1. Показано, что при +42 °C наибольший показатель деструкции показали микроорганизмы, иммобилизованные на рисовой лузге при всех диапазонах температур и объемах магний сульфата. Важно отметить, что концентрация соли не повлияла на способность растя и окислять углеводороды. Также, довольно хороший процент окисления показывали штаммы, адсорб-

ционно прикрепленные к шелухе гречихи, при +4 °C, 0,5% MgSO<sub>4</sub> результат составил 62,3%, однако при повышении температуры процент деструкции увеличивался, что свидетельствует о том, что биологические носители являются естественными защитными оболочками микроорганизмов-деструкторов. В целом, согласно

проведенным экспериментам, можно предположить, что данные виды бактерий справляются с деструкцией нефти при разных концентрациях солей, но иммобилизация их на носителях усиливает их деструктивную способность. При этом на деструктивную способность влиял температурный фактор эксперимента.



**Рисунок 1 – Результаты деструкции активных штаммов свободных и иммобилизованных бактерий при различных диапазонах температуры и концентраций MgSO<sub>4</sub>**

## Заключение

Известно, что климат в нефтедобывающих регионах Казахстана резко континентальный, а почвы характеризуются высоким содержанием солей. Так, было установлено, что с повышением солености степень деструкции снижается. Известно, что наличие солей в почве ухудшает метаболическую активность микробов, тем самым снижая скорость биодеструкции. В частности, было выявлено, что соленость плохо влияет на активность некоторых ферментов, что снижает скорость разложения нефти. Однако с повышением температуры высокий уровень деструкции сохранялся на том же уровне, что и при 5% NaCl. На степень деструкции влиял температурный фактор [19-21]. Увеличение степени окисления микроорганизмами-деструкторами углеводородов может быть

связано с влиянием температуры на структуру клеточных компонентов. Ускорение реакций между белками и липидами зависит от наиболее оптимальной температуры, приводящей к ускорению разложения нефти [23]. Самый высокий результат деструкции показали штаммы, иммобилизованные на рисовой лузге. Тогда как свободные клетки при повышении солености и температуры показали низкие результаты. Использование биологических агентов в качестве носителей повышает устойчивость микроорганизмов к внешним условиям окружающей среды. Иммобилизация штаммов защищает микроорганизмы от колебаний температуры, а также они являются дополнительными источниками полезных веществ. Использование микробной ассоциации также позволит увеличить биодеградационную способность, поскольку данные сообщества более гибкие, чем использование

отдельных видов [25]. Важную роль играет иммобилизация данных штаммов к носителям при адаптации к внешним условиям среды. Результаты исследования данной работы являют-

ся перспективными для дальнейшего изучения биотехнологического потенциала использования иммобилизованных микроорганизмов на сельскохозяйственных отходах.

### Литература

- 1 Alva V. A., Peyton B. M. Phenol and catechol biodegradation by the haloalkaliphile Halomonas campisalis: influence of pH and salinity // Environmental science & technology. – 2003. – Т. 37. – №. 19. – С. 4397-4402.
- 2 Antranikian G., Vargas C. E., Bertoldo C. Extreme environments as a resource for microorganisms and novel biocatalysts // Marine biotechnology I. – 2005. – С. 219-262.
- 3 Bhandari S. et al. Microbial enzymes used in bioremediation // Journal of Chemistry. – 2021. – Т. 2021.
- 4 Bhattacharya M. et al. Evaluation of a microbial consortium for crude oil spill bioremediation and its potential uses in enhanced oil recovery // Biocatalysis and agricultural biotechnology. – 2019. – Т. 18. – С. 101034.
- 5 Dadrasnia A. et al. Bio-enhancement of petroleum hydrocarbon polluted soil using newly isolated bacteria // Polycyclic Aromatic Compounds. – 2020. – Т. 40. – №. 2. – С. 484-493.
- 6 Ebadi A. et al. Effective bioremediation of a petroleum-polluted saline soil by a surfactant-producing Pseudomonas aeruginosa consortium // Journal of advanced research. – 2017. – Т. 8. – №. 6. – С. 627-633.
- 7 Gentili A. R. et al. Bioremediation of crude oil polluted seawater by a hydrocarbon-degrading bacterial strain immobilized on chitin and chitosan flakes // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2006. – Т. 57. – №. 4. – С. 222-228.
- 8 Kumar A. et al. Microbial lipolytic enzymes—promising energy-efficient biocatalysts in bioremediation // Energy. – 2020. – Т. 192. – С. 116674.
- 9 Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом. ПНД Ф 16.1.41-04. – 2004.
- 10 Laothamteep, Nathariga, Kallayane Naloka, and Onruthai Pinyakong. “Bioaugmentation with Zeolite-Immobilized Bacterial Consortium OPK Results in a Bacterial Community Shift and Enhances the Bioremediation of Crude Oil-Polluted Marine Sandy Soil Microcosms.” Environmental Pollution 292 (2022): 118309. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118309>.
- 11 Lin Z. et al. Novel pathway of acephate degradation by the microbial consortium ZQ01 and its potential for environmental bioremediation // Journal of Hazardous Materials. – 2022. – Т. 426. – С. 127841.
- 12 Pacwa-Plociniczak M. et al. The effect of bioaugmentation of petroleum-contaminated soil with Rhodococcus erythropolis strains on removal of petroleum from soil // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2019. – Т. 169. – С. 615-622.
- 13 Pandey A. K. et al. Effect of bioaugmentation and nitrogen supplementation on composting of paddy straw // Biodegradation. – 2009. – Т. 20. – №. 3. – С. 293-306.
- 14 Qin X., Tang J., Li D., Zhang Q. Effect of salinity on the bioremediation of petroleum hydrocarbons in a saline alkaline soil // Lett.Appl. Microbiol. – 2012.-Vol.55 (3). – P. 210-2017.
- 15 Scott M. J., Jones M. N. The biodegradation of surfactants in the environment // Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes. – 2000. – Т. 1508. – №. 1-2. – С. 235-251.
- 16 Sharma P., Melkani U. Effect of bioaugmentation on hydrogen production from organic fraction of municipal solid waste // International journal of hydrogen energy. – 2018. – Т. 43. – №. 15. – С. 7290-7298.
- 17 Singh S. et al. Current advancement and future prospect of biosorbents for bioremediation // Science of the Total Environment. – 2020. – Т. 709. – С. 135895.
- 18 Somu P. et al. Immobilization of enzymes for bioremediation: A future remedial and mitigating strategy // Environmental Research. – 2022. – С. 113411.
- 19 Ward D. M., Brock T. D. Hydrocarbon biodegradation in hypersaline environments // Applied and Environmental Microbiology. – 1978. – Т. 35. – №. 2. – С. 353-359.
- 20 Wu M. et al. Effect of bioaugmentation and biostimulation on hydrocarbon degradation and microbial community composition in petroleum-contaminated loessal soil // Chemosphere. – 2019. – Т. 237. – С. 124456.
- 21 Айткельдиева С. А. и др. Оценка биотехнологического потенциала термотолерантных микроорганизмов для деградации нефти // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2020. – Т. 63. – №. 2. – С. 4-14.
- 22 Баутиста Х. и др. Выделение галотолерантных нефтеокисляющих бактерий-продуцентов биосурфактантов из прибрежного шельфа северной Кубы //I-й Российский Микробиологический конгресс. – 2017. – С. 139-140.
- 23 Коршунова Т. Ю. и др. Бактерии рода Pseudomonas для очистки окружающей среды от нефтяного загрязнения // Экобиотех. – 2020. – Т. 3. – №. 1. – С. 18-32.
- 24 Манкешева О. Т. Экологическое состояние деградированных почв Мангистауской области // Известия ВУЗов (Кыргызстан). – 2014. – №. 1. – С. 22-25.
- 25 Плещакова Е. В., Колесник С. Д. Изучение способности выделенных из буровых шламов микроорганизмов к синтезу биологических поверхностно-активных веществ в условиях повышенной солености среды // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2020. – №. 1 (29). – С. 100-109.

26 Пляцук Л. Д., Аблеева И. Ю. Использование биодеструкторов для снижения содержания нефтепродуктов в почве // Экология и промышленность. – 2018. – №. 1. – С. 69-75.

27 Соколова Д. Ш., Баженова Ю. Ю. Нефтеокисляющие бактерии, образующие поверхностно-активные вещества в условиях высокой солености // Биотехнология: состояние и перспективы развития. – 2015. – С. 261-262.

### References

- 1 "Effective Bioremediation of a Petroleum-Polluted Saline Soil by a Surfactant-Producing *Pseudomonas Aeruginosa* Consortium." 2017. Journal of Advanced Research 8 (6): 627–33. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.06.008>.
- 2 Ajtkel'dieva S. A. «Ocenka biotekhnologicheskogo potenciala termotolerantnyh mikroorganizmov dlja degradacii nefti». Vestnik KazNU. Serija jekologicheskaja 63, no. 2 (2020): 4-14. ( In Russian)
- 3 Alva, Victor A., and Brent M. Peyton. 2003. "Phenol and Catechol Biodegradation by the Haloalkaliphile Halomonas Campalis: Influence of PH and Salinity." Environmental Science & Technology 37 (19): 4397–4402. <https://doi.org/10.1021/es0341844>.
- 4 Antranikian, Garabed, Constantinos E. Vorgias, and Costanzo Bertoldo. 2005. "Extreme Environments as a Resource for Microorganisms and Novel Biocatalysts." Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology 96: 219–62. <https://doi.org/10.1007/b135786>.
- 5 Bautista H. «Vydeleñie galotolerantnyh nefteokislajushhih bakterij-producentov biosurfaktantov iz pribrežhnogo shel'fa severnoj Kuby». Rossijskij Mikrobiologicheskij congress, no 4 (2017), 139-140. ( In Russian)
- 6 Bhandari, Sobika, Darbin Kumar Poudel, Rishab Marahatha, Sonika Dawadi, Karan Khadayat, Sitaram Phuyal, Shreesthi Shrestha, et al. 2021. "Microbial Enzymes Used in Bioremediation." Edited by Cláudia G. Silva. Journal of Chemistry 2021 (February): 1–17. <https://doi.org/10.1155/2021/8849512>.
- 7 Bhattacharya, Munna, Sugata Guchhait, Dipa Biswas, and Rituraj Singh. 2019. «Evaluation Of A Microbial Consortium For Crude Oil Spill Bioremediation And Its Potential Uses In Enhanced Oil Recovery». Biocatalysis And Agricultural Biotechnology 18: 101034. doi:10.1016/j.bcab.2019.101034.
- 8 Dadrasnia, Arezoo, Mohammed Maikudi Usman, Kang Tzin Lim, Fairuz Hanani Farahiyah, Nur Syazwani binti Mohd Rodzhan, Sofwah Hayati Abdul Karim, and Salmah Ismail. 2018. "Bio-Enhancement of Petroleum Hydrocarbon Polluted Soil Using Newly Isolated Bacteria." Polycyclic Aromatic Compounds 40 (2): 484–93. <https://doi.org/10.1080/10406638.2018.1454966>.
- 9 Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probah pochv gravimetricheskim metodom. PND F 16.1.41-04. – 2004.
- 10 Gentili, Alejandro R., María A. Cubitto, Marcela Ferrero, and María S. Rodríguez. "Bioremediation of Crude Oil Polluted Seawater by a Hydrocarbon-Degrading Bacterial Strain Immobilized on Chitin and Chitosan Flakes." International Biodeterioration & Biodegradation 57, no. 4 (2006): 222–28. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2006.02.009>.
- 11 Korshunova, T. Ju., M. D. Bakaeva, E. V. Kuzina, G. F. Rafikova, S. P. Chetverikov, D. V. Chetverikova, and O. N. Loginov. Prikladnaja biohimija i mikrobiologija 57, no. 3 (2021), 211-227. doi:10.31857/s0555109921030089.
- 12 Kumar, Vineet, S. K. Shahi, and Simranjeet Singh. 2018. "Bioremediation: An Eco-Sustainable Approach for Restoration of Contaminated Sites." Microbial Bioprospecting for Sustainable Development, 115–36. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-0053-0\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-0053-0_6).
- 13 Laothamteep, Nathariga, Kallayanee Naloka, and Onruthai Pinyakong. 2022. "Bioaugmentation with Zeolite-Immobilized Bacterial Consortium OPK Results in a Bacterial Community Shift and Enhances the Bioremediation of Crude Oil-Polluted Marine Sandy Soil Microcosms." Environmental Pollution 292 (January): 118309. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118309>.
- 14 Lin, Ziqiu, Shimei Pang, Zhe Zhou, Xiaozhen Wu, Jiayi Li, Yaohua Huang, Wenping Zhang, et al. 2022. "Novel Pathway of Acephate Degradation by the Microbial Consortium ZQ01 and Its Potential for Environmental Bioremediation." Journal of Hazardous Materials 426 (March): 127841. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127841>.
- 15 Mankesheva O. 2014. " Jekologicheskoe sostojanie degradirovannyh pochv Mangistauskoj oblasti". Izvestija VUZov (Kyrgyzstan). 22-25 ( In Russian).
- 16 Pacwa-Płociniczak, Magdalena, Joanna Czapla, Tomasz Płociniczak, and Zofia Piotrowska-Seget. 2019. "The Effect of Bioaugmentation of Petroleum-Contaminated Soil with Rhodococcus Erythropolis Strains on Removal of Petroleum from Soil." Ecotoxicology and Environmental Safety 169 (March): 615–22. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.081>.
- 17 Pandey, Alok Kumar, Sunita Gaind, Arif Ali, and Lata Nain. 2008. "Effect of Bioaugmentation and Nitrogen Supplementation on Composting of Paddy Straw." Biodegradation 20 (3): 293–306. <https://doi.org/10.1007/s10532-008-9221-3>.
- 18 Pleshakova, E. V., and S. D. Kolesnik. 2020. "The study of the ability of micro-organisms isolated from drilling sludge for the synthesis of biological surface-active substances under the conditions of increased salinity medium." University Proceedings. Volga Region. Natural Sciences, no. 1. <https://doi.org/10.21685/2307-9150-2020-1-10>.
- 19 Pljacuk L. D., Ableeva I. Ju. 2018. "Ispol'zovanie biodestruktorov dlja snizhenija soderzhanija nefteproduktov v pochve". Jekologija i promyshlennost'.
- 20 Qin, X., J.C. Tang, D.S. Li, and Q.M. Zhang. 2012. "Effect of Salinity on the Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons in a Saline-Alkaline Soil." Letters in Applied Microbiology 55 (3): 210–17. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765x.2012.03280.x>.

- 21 Scott, Matthew J, and Malcolm N Jones. 2000. "The Biodegradation of Surfactants in the Environment." *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes* 1508 (1-2): 235–51. [https://doi.org/10.1016/s0304-4157\(00\)00013-7](https://doi.org/10.1016/s0304-4157(00)00013-7).
- 22 Sharma, Preeti, and Uma Melkania. 2018. "Effect of Bioaugmentation on Hydrogen Production from Organic Fraction of Municipal Solid Waste." *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (15): 7290–98. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.03.031>.
- 23 Singh, Simranjeet, Vijay Kumar, Shivika Datta, Daljeet Singh Dhanjal, Kankana Sharma, Jastin Samuel, and Joginder Singh. 2020. "Current Advancement and Future Prospect of Biosorbents for Bioremediation." *Science of the Total Environment* 709 (March): 135895. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135895>.
- 24 Sokolova D. Sh., Bazhenova Ju. 2015. "Neftokislajushchie bakterii, obrazujushchie poverhnostno-aktivnye veshhestva v uslovijah vysokoj solenosti". Biotehnologija: sostojanie i perspektivy razvitiya. 261-262 ( In Russian).
- 25 Somu, Prathap, Saranya Narayanasamy, Levin Anbu Gomez, Saravanan Rajendran, Yong Rok Lee, and Balakrishnan Deepanraj. 2022. «Immobilization Of Enzymes For Bioremediation: A Future Remedial And Mitigating Strategy». *Environmental Research*, 113411. doi:10.1016/j.envres.2022.113411.
- 26 Ward, David M., and T. D. Brock. 1978. "Hydrocarbon Biodegradation in Hypersaline Environments." *Applied and Environmental Microbiology* 35 (2): 353–59. <https://doi.org/10.1128/aem.35.2.353-359.1978>.
- 27 Wu, Manli, Jialuo Wu, Xiaohui Zhang, and Xiqiong Ye. 2019. "Effect of Bioaugmentation and Biostimulation on Hydrocarbon Degradation and Microbial Community Composition in Petroleum-Contaminated Loessal Soil." *Chemosphere* 237 (December): 124456. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124456>.

2-бөлім

**ҚОРШАГАН ОРТА ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ  
БИОТАҒА ЖӘНЕ ТҮРФЫНДАР  
ДЕНСАУЛЫҒЫНА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ**

---

Section 2

**ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL  
POLLUTION ON BIOTA AND HEALTH**

---

Раздел 2

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ  
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
НА БИОТУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ**

**I.T. Sultangaliyeva\***  , **R.R. Beisenova** 

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan

\*e-mail: in211187@mail.ru

## ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM CELL PHONES USING THE *DAPHNIA MAGNA* TEST OBJECT

Currently, the problem of electromagnetic safety of the population has acquired social significance and is an urgent issue for the modern development of the Republic of Kazakhstan, as well as for other countries of the world. Environmental exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phones has rapidly increased in the last two decades and this trend is expected to continue. Modern technologies have become a source of electromagnetic pollution generated electromagnetic fields. Due to the increase in technogenic processes and their influence on the Earth's electromagnetic field, the topic of the influence of electromagnetic radiation on living organisms has been increasingly studied. All sources of electromagnetic fields, as a rule, are a source of complex electromagnetic radiation that affects plants, animals, insects and soil flora in the zone of influence of electromagnetic fields.

The effect of the electromagnetic fields emitted from cell phones on living organisms and human health have become one of the most important topics for research because cell phones are widely used all over the world. In many countries, cellular communication occupies a special place among anthropogenic sources of electromagnetic radiation. A cell phone is a small-sized transceiver operating in the 900/1800 MHz range, which refers to damaging environmental factors.

The influence of electromagnetic radiation of cell phones on the abundance of *Daphnia magna* was investigated. Radiation effects are clearly evident in the toxicology study with Samsung Galaxy J7 and Vivo V 20 cell phones. During the experiment, the radiation of these models of cell phones was established, and the abundance under the influence of Vivo V 20 was higher than under the influence of Samsung Galaxy J7, but lower than in the control group.

**Key words:** electromagnetic radiation, electromagnetic fields, cell phone, *Daphnia* culture, amount, hydrobiots.

И.Т. Султангалиева\*, Р.Р. Бейсенова

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

\*e-mail: in211187@mail.ru

### **Ұялы телефондардың электромагниттік сәулеленуінің әсерін *Daphnia magna* сынақ объектісі арқылы бағалау**

Қазіргі уақытта халықтың электромагниттік қауіпсіздік проблемасының әлеуметтік маңыздылығы Қазақстан Республикасының, соңдай-ақ, әлемнің басқа елдерінің қазіргі дамуы үшін өзекті мәселесі болып табылады. Соңғы екі онжылдықта ұялы байланыс жасаған радиожиілікті электромагниттік өрістердің қоршаған ортага әсері артып келеді және бұл үрдіс жалғасады деп күтілуде. Пайда болған электромагниттік өрістерден қазіргі заманы технологиялар электромагниттік ластану көздеріне айналды. Техногендік процестердің қүшесінде және олардың Жердің электромагниттік өріс әсерінен байланысты электромагниттік сәулеленудің тірі организмдерге әсері тақырыбы зерттелуде. Электромагниттік өрістердің барлық көздері, әдетте, электромагниттік өрістердің әсер ету аймағындағы өсімдіктерге, жануарларға, жәндіктерге және топырақ флорасына әсер ететін күрделі электромагниттік сәулелену көзі болып табылады.

Ұялы телефондар шығаратын электромагниттік өрістердің тірі организмдер мен адам денсаулығына әсері зерттеу үшін маңызыды тақырыптардың бірі болды, өйткені ұялы телефондар бүкіл әлемде кеңінен қолданылады. Көптеген елдерде электромагниттік сәулеленудің антропогендік көздерінің арасында ұялы байланыс ерекше орын алады. Ұялы телефон 900/1800 МГц диапазонында жұмыс істейтін шағын габаритті қабылдағыш және ол қоршаған ортандың зақымдайтын факторлардың бірі болып саналады.

Ұялы телефондардан болатын электромагниттік сәулеленуінің *Daphnia magna* санына әсері зерттелді. Электромагниттік сәулеленудің әсері Samsung Galaxy J7 және Vivo V 20 ұялы телефондарының әсерінен токсикологиялық зерттеуде айқын көрінеді. Эксперимент кезінде

ұялы телефондардың осы модельдерінің сәулеленуі анықталды және Vivo V 20 əсер еткен кезде олардың саны Samsung Galaxy J7 əсеріне қарағанда жоғары болғандығы, бірақ бақылау тобымен салыстырғанда төмен болғандығы анықталды.

**Түйін сөздер:** электромагниттік сәулелену, электромагниттік өрістер, ұялы телефон, дафния мәдениеті, популяция саны, гидробионттар.

И.Т. Султангалиева\*, Р.Р. Бейсенова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан

\*e-mail: in211187@mail.ru

### Оценка влияния электромагнитных излучений сотовых телефонов с помощью тест-объекта *Daphnia magna*

В настоящее время проблема электромагнитной безопасности населения приобрела социальную значимость и является актуальным вопросом для современного развития Республики Казахстан, а также для других стран мира. За последние два десятилетия растет воздействие радиочастотных электромагнитных полей, создаваемых мобильной связью, на окружающую среду и ожидается, что эта тенденция сохранится. Современные технологии стали источниками электромагнитного загрязнения, излучающими электромагнитные поля. В связи с усилением техногенных процессов и их влияния на электромагнитное поле Земли все больше изучается тема влияния электромагнитного излучения на живые организмы. Все источники электромагнитных полей, как правило, являются источником комплексного электромагнитного излучения, которое оказывает воздействие на растения, животных, насекомых и почвенную флору в зоне влияния электромагнитных полей.

Влияние электромагнитных полей, излучаемых сотовыми телефонами, на живые организмы и здоровье человека стало одной из самых важных тем для исследований, так как сотовые телефоны широко используются во всем мире. Во многих странах среди антропогенных источников электромагнитных излучений особое место занимает сотовая связь. Сотовый телефон представляет собой малогабаритный приемопередатчик, работающий в диапазоне 900/1800 МГц, который относится к повреждающим факторам внешней среды.

Исследовано влияние электромагнитного излучения сотовых телефонов на численность *Daphnia magna*. Эффекты излучения четко выражены в токсикологическом исследовании воздействия сотовых телефонов Samsung Galaxy J7 и Vivo V 20. В результате эксперимента было выявлено излучение данных моделей сотовых телефонов, при этом влияние Vivo V 20 было выше, чем при воздействии Samsung Galaxy J7, но ниже чем в контрольной группе.

**Ключевые слова:** электромагнитные излучения, электромагнитные поля, сотовый телефон, культура дафний, численность, гидробионты.

## Introduction

Living organisms, both plants and animals, exist under the constant influence of the environment through environmental factors. Sustainable development of each country affects the quality of life and human health, which depends on the state of the environment, the quality of food and drinking water [1-3].

Currently, a large amount of data has been accumulated indicating the adverse effect of electromagnetic fields on biological objects [4-7]. The electromagnetic field, as a factor of production and the environment, is a risk factor for human health [8, 9]. New technologies have dramatically changed the biotechnological environment, thereby bringing EMF sources closer to living objects.

The ecological significance of electromagnetic fields is dramatically increasing in the modern world and is becoming the subject of special study [10].

In 1995, the World Health Organization (WHO) coined the official term "global electromagnetic pollution of the environment." WHO pays special attention to the problem of negative effects of electromagnetic fields. WHO has included the problem of electromagnetic pollution of the environment among the priority problems of mankind [11]. In recent decades, many researchers studied the impact of an environmentally unfavorable environment on the physical development and functional state of the human body. It should be noted that negative factors of anthropogenic impact contribute to a decrease in health resources at the individual and population levels. As it has been argued by some researchers consider data that each ecological situation contributes to the formation of a certain phenotype [12].

Having entered our lives in parallel with rapid developments in technology, electronic devices have facilitated our lives and brought some health problems due to the electromagnetic fields they

emit. Research on the influence of electromagnetic fields on human health is of considerable interest. It must be underlined that the negative factors of anthropogenic impact contribute to a decrease in health resources at the individual and population levels. Among the sources of technology-related impact of electromagnetic radiation on the population, the most common are cell phones [13-15].

In the research of O.V. Vorob'yeva and her co-authors the effects of continuous and amplitude-shift-keying low-intensity EMF of the 10-m range with on-off cycling on fertility, offspring quality, and linear body size was studied in the planktonic crustacean *Daphnia magna*. Single exposure of 1-day-old crustaceans was shown to affect their reproductive characteristics, causing fetal abnormalities in the offspring and the linear dimensions of the body [16].

V. Krylov in his studies used the developing parthenogenetic eggs of *Daphnia magna* as a test system to assess the impact of a number of low-frequency electromagnetic fields with a density of 75  $\mu$ T. Two blocks of EMF acting frequencies were found in the studied series – 45, 110, and 175Hz, and 435 and 500Hz. The developing parthenogenetic eggs of *Daphnia magna* exposed to EMF with the indicated parameters showed an accelerated rate of embryonic development. Females that developed from open eggs showed productivity deterioration in the first brood [17].

In their work El-Maleky and his co-authors revealed an increase in the level of hepcidin with a subsequent deterioration in iron parameters during chronic exposure to EMF of mobile phones. The authors studied the effect of EMF action of phones of different durations on hematological parameters and the level of serum hepcidin in male rats [18].

L. Aleksandrova and her co-worker presented results of the impact of AMF in the immunogenesis organs (thymus, lymphoid formations in the intestine, somatic lymph nodes). It was established that the morphologic changes in the central and peripheral lymph organs of rabbits upon single and repeated (chronic) exposure to anthropogenous electromagnetic fields are of different nature [19].

Tamoyuki Shirai and his colleagues conducted a study in which pregnant rats and their newborn offspring were exposed to communication signals from various electromagnetic radiations. Thirty-six pregnant 10-week-old Sprague-Dawley rats were divided into three groups of 12 rats. They were control and two experimental groups. The entire body of mother rats was exposed to RF-EMF for 20 hours per day from the 7th day of gestation to wean-

ing. The offspring rats were exposed up to 6 of age weeks for 20 hours a day. No deviations from the norm were observed in either females or offspring of F1 exposed to RF EMF, or in offspring of F2 for any of the parameters assessed. As a result, under the conditions of that experiment, the simultaneous exposure of the whole body to eight different EMF communication signals at frequencies from 800 MHz to 5.2 GHz did not have any adverse effect on pregnancy or development of rats [20].

In the studies of Morioka Y and her co-authors, the effect of high-frequency electromagnetic radiation on cells in vitro was examined. Rat's fibroblasts were cultured and exposed to continuous frequency wave from mobile phones for 5 days. The results of their experiments showed an insignificant effect of the EMF of a cell phone with a power of 10 W/m<sup>2</sup> at 800 MHz on cell polypheration and destruction. The results also indicate the possible influence of the electromagnetic wave on cell arrangement and protein synthesis in cells [21].

E. I. Sarapultseva and her colleagues analyzed the result of direct and transgenerational effects of RF-EMF on the model organism of crustaceans *Daphnia magna*. The cytotoxicity of exposure as well as survival, fertility and teratogenic effect of directly exposed daphnids and their progeny across three generations were analyzed. The results of study showed that exposure of RF-EMF at juvenile period can significantly affect the fertility and size of irradiated daphnids and their offspring of the first generation. The decrease in fertility may be associated with a cytotoxic effect on the cells of irradiated animals [22].

Despite the fact that there are various studies devoted to the influence of EMF on living organisms, a lot of aspects are not sufficiently studied. In recent years, attention has been drawn to experiments on aquatic organisms for the toxicological assessment of this physical factor [23, 24]. Currently, much attention is paid to risk assessments and biological effects of electromagnetic radiation in biota. *Daphnia* are one of the most used test objects when studying the influence of external environmental factors on aquatic organisms, especially in toxicological studies.

We have studied the effect of electromagnetic radiation from cell phone on the course of germination of Siberian spruce's seeds and the growth dynamics of seeds' seedlings in the laboratory conditions. For the test version, the cell phone Samsung S3 (SAR 0.34) was used as a permanent source of radiation. as a result of the conducted research, the effect of the stimulating effect of the electromag-

netic radiation of a mobile phone on the growth of seedlings of Siberian spruce has been reliably established [25].

In this work, the aim of this research was to study the effect of electromagnetic radiation of cell phones Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 on the amount of *Daphnia magna*.

### Materials and methods

It is advisable to study the effect of ultra-low doses of various substances on biological objects using a test object such as daphnia. The experiments were carried out on crustaceans of the species *Daphnia magna*. The crustaceans of the species *Daphnia magna* are larger and their use in toxicological experiments is preferable. The indicators of the life activity of crustaceans, which include mortality, fertility, and the anomalies in the offspring, have great importance for researchers. Experiments with daphnia must be carried out in a room free of chemical volatile substances.

In the experiments it was used crustaceans *Daphnia magna* grown at a laboratory under standard conditions. 200 ml of non-chlorinated water was poured separately in 3 beakers with a capacity of 500 ml. From the start of the experiment, 4 specimens of a mature daphnia species were placed

in each container at a temperature of 21±2°C. Each beaker was placed in a separate room, where they were influenced by cell phones. Irradiation with cell phones was carried out from the upper side of the experimental glasses with crustaceans. Cell phones Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 were used as a radiation source.

The experiment took 21 days. From day 3, the results were recorded. In addition, on the day of the tests, the aquatic organisms were fed with cultures of 2 ml of green algae (Chlorella sp).

In the experiment, to identify the effects of radiation, observations were made over the control group, as well as under the influence of Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones. 4 large individuals were seated in 3 glasses: the control group was not irradiated, while the second group was irradiated with a Samsung Galaxy J7 cell phone, and the third group was irradiated with Vivo V20 (table 1). During the experiment, the control group did not receive any dose of electromagnetic radiation, the second group was exposed to the ringing of a Samsung Galaxy J7 cell phone for 10 minutes, every 10 minutes; the third group consisted of daphnia, which were exposed to the ringing of the Vivo V20 cell phone for 10 minutes, every 10 minutes. The total irradiation time of crustaceans was 3 hours in a silent mode [26].

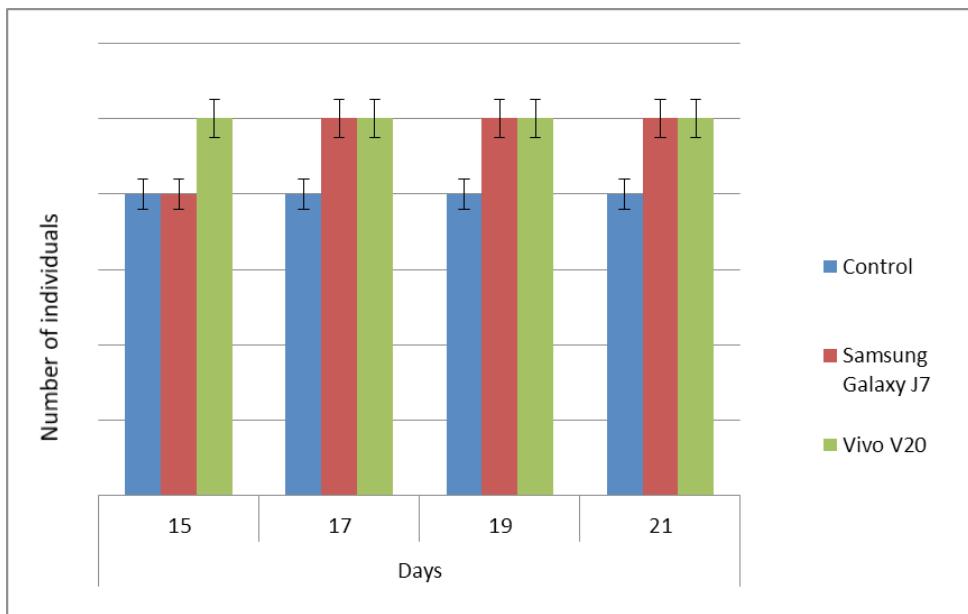
**Table 1** – The scheme of the experiments

Groups	Control group	Under the irradiation of Samsung Galaxy J7	Under the irradiation of Vivo V20
Number of experiments	3	3	3
Number of <i>Daphnia magna</i>	4	4	4
Duration, hours	3 hours	3 hours	3 hours
Exposure	10 minutes	10 minutes	10 minutes
Break	10 minutes	10 minutes	10 minutes
Mode	silent	silent	silent

### Results and Discussion

The results of the survey revealed that under the conditions of this experiment, changes in growth occurred in all groups. During the work, it was found that when exposed to electromagnetic radiation from cell phones Samsung Galaxy J7 and Vivo V20, the development of daphnia does not result in a decrease in their survival.

The experiment showed that large crustaceans, compared with the control group, demonstrated changes in the abundance on the 15th day after exposure to the Vivo V20 phone, and on the 17th day after irradiation with the Samsung Galaxy J7 phone, the difference of a delay of 2 days did not affect the total amount on the 21st day. Thus, during the study, the following values were obtained (Fig. 1).



**Figure 1** – Change in the number of large individuals of *Daphnia magna* after irradiation with Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 phones

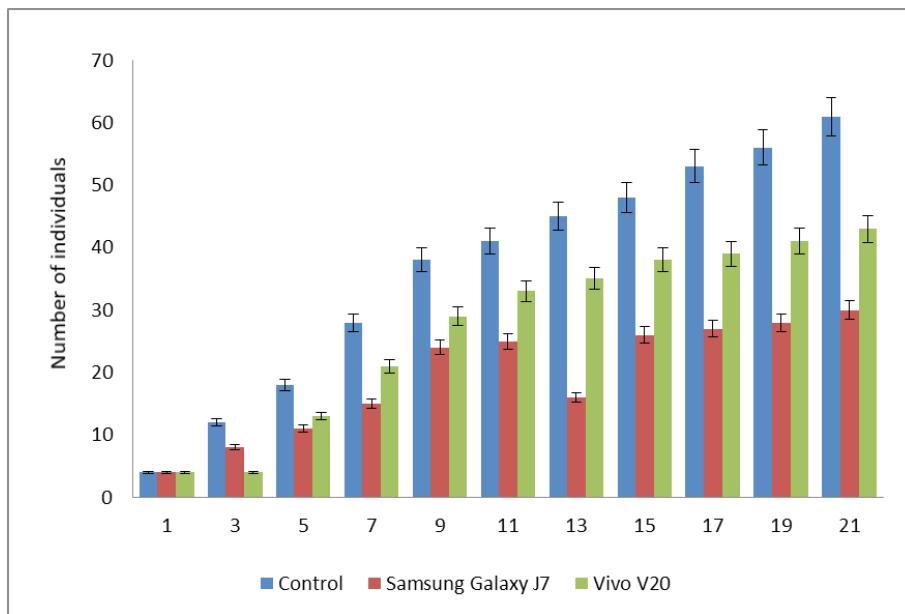
The observed values are changes in the growth of daphnia. At the beginning of the experiment, large crustaceans remained in number, but on the 15th day under the influence of the Vivo V20 cell phone there was an increase. The same happened on the 17th day under the influence of the Samsung Galaxy J7 phone. This indicates that electromagnetic fields contribute to a change in the population of aquatic organisms.

Further in the work, the changes in number of young daphnia exposed to electromagnetic radiation were investigated. Irradiation of young crustaceans under the conditions of this experiment has little effect on their amount: the decrease in growth is higher when exposed to the Samsung Galaxy J7 phone from the control level, and when irradiated with the Vivo V20 model, the decrease was even less. Data on the effect of irradiation on the fertility of daphnia during 21 days of observation is presented in Fig. 2.

The experiment revealed that exposure to the Samsung Galaxy J7 phone resulted in decrease of 33% on the 3rd day, and 41.2% on the 21st day; while a significant decrease of 63% occurred on the 13th day. Also, the crustaceans exposed to the Vivo

V20 showed decrease of 66.7% on the 3rd day, and 29.5% on the 21st day. It was also noted that under the influence of the Samsung Galaxy J7, the number of young crustaceans decreased more than in the control group and the group exposed to the Vivo V20 model.

In the course of the experiment, it was established that the irradiation of the Samsung Galaxy J7 cell phone led to the growth of daphnia on days 2-21, while the irradiation of the Vivo V20 phone resulted in higher growth of daphnia, but both groups showed less growth than the control one. The amount of growth of 2-7 days old crustaceans was 8 under the influence of the Samsung Galaxy J7, while this value in the Vivo V20 group was 6.64. On days 8-13, the amount of growth was 16.3 in the Samsung Galaxy J7 group, and with the Vivo V20 phone, this figure was 8.97. The group of 14-21 days old crustaceans showed the amount of growth of 26.75 under the influence of the Samsung Galaxy J7. In the same age group, the amount of growth was 0.84 under the influence of Vivo V20. A more detailed consideration of the dynamics of the number of young crustaceans is given in table 2.



**Figure 2** – Growth of young *Daphnia magna* under the influence of Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones

**Table 2** – The amount of *Daphnia magna* in an EMF study exposed to Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 cell phones

Age of the irradiated crustaceans	Control group	Under the influence of Samsung Galaxy J7	Under the influence of Vivo V20
1 day old	4±0,01	4±0,03	4±0,05
2-7 days old	19,3±0,035	11,33±0,14*	12,66±0,348*
8-13 days old	41,3±0,14	25±0,408*	32,33±0,125*
14-21 days old	54,5±0,192	27,75±0,603**	53,66±0,553

Note – \* – p< 0,05; \*\* – p< 0,01; \*\*\* – p< 0,001 compared with control species

The results show that electromagnetic radiation has an impact on daphnia abundance, with the Vivo V20 having a higher impact on daphnia growth than the Samsung Galaxy J7. The results of the study showed that the irradiation of cell phones provided the reliable data on its effect on the number of crustaceans *Daphnia magna*. The only minor exception was the group that was exposed to the Vivo V20 phone on days 14-21.

## Conclusion

The literature references show that electromagnetic radiation is manifested when certain parameters of radiation and the physiological state of living objects coincide, which determines its sensitivity to the action of radiation. Thus,

according to the above changes, it can be noted that the results of the experiment with daphnia do not allow us to assert the negative effect of electromagnetic radiation, since under the influence of the Samsung Galaxy J7 and Vivo V20 phones, the growth of daphnia occurred. Based on the results of the growth dynamics of aquatic organisms for 21 days, the influence of the cell phones frequencies on the growth rates of aquatic organisms can be clearly established. All 3 variants demonstrated the increase in the number of crustaceans. However, when exposed to the Samsung Galaxy J7, the number of daphnia was lower. In general, the experiment indicates that one cannot but take into account the effect of electromagnetic radiation on the development of daphnia, as this poses a threat to aquatic organisms.

## References

- 1 Stremikiene, D. "Environmental indicators for the assessment of quality of life". Intellectual economics. 9 no (2015): 67-79.
- 2 Tussupova, K., Berndtsson, R., Bramryd, T., Beisenova, R. "Investigating willingness to pay to improve water supply services: Application of contingent valuation method". Water (Switzerland). 7 no 6 (2015): 3024-3029, doi: 10.3390/w7063024
- 3 Ishchenko, V., Pohrebennyk, V., Borowik, B., Falat, P., Shaikhanova A. "Toxic substances in hazardous household waste". International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. 4 (2018): 223-230.
- 4 Alonso, F., Gilbin, R., Zeman, F.A., Garnier-Laplace, J. "Increased effects of internal alpha irradiation in *Daphnia magna* after chronic exposure over three successive generations". Aquatic Toxicology. 87 no 3(2008): 146-156, doi: 10.1016/j.aquatox.2008.01.015
- 5 Czerwinski, M., Januszkiwicz, L., Vian, A., Lazaro, A. "The influence of bioactive mobile telephony radiation at the level of a plant community – Possible mechanisms and indicators of the effects". Ecological Indicators. 102 (2020):105683, doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105683
- 6 Redlarski, G., Lewczuk, B., Zak, A., Koncicki, A., Krawczuk, M., Piechoki, J., Jakubiuk, K., Tojza, P., Jaworski, J., Ambroziak, D., Skarbek, T., Graolewski, D. "The influence of electromagnetic pollution on living organisms: historical trends and forecasting changes". BioMed Research International. 4 (2015): 1-18, doi: 10.1155/2015/234098
- 7 Sharma, V. P., Singh, H.P., Batish, D.R., Kohl, R.K. "Cell phone radiations affect early growth of *Vigna radiata* (mung bean) through biochemical alterations". Zeitschrift f für Naturforschung. 65 (1-2), (2010): 66-72, doi: 10.1515/znc-2010-1-212
- 8 Alekseev, V. R. "Study of the Biological Dormancy of Aquatic Organisms in Open Space and Space Flight Conditions". Biology Bulletin. 48 no 6 (2021): 641-661, doi: 10.1134/S1062359021060030
- 9 Lewczuk, B., Redlarski, G., Zak, A., Ziolkowska, N., Przybylska-Gornowicz, B., Krawczuk, M. "Influence of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields on the Circadian System: Current Stage of Knowledge". BioMed Research International. (2014): 1-13, doi.org/10.1155/2014/169459.
- 10 Zmyslony, M. "Biological effects and health risk of power frequency electromagnetic fields (neoplasms excluded)". Medycyna Pracy. 59 (2008): 421-428.
- 11 IARC WHO. "Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans". Press Release. 208, no 3 (2011): 6.
- 12 Genius, S. J. "Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation". Public health. 122, no 2 (2008): 113-114.
- 13 Okur, Z.H., Sagir, D. "Effects of Cellular Phone Electromagnetic Field Exposure on the Hippocampi of Rats in Childhood and Adolescence". Neurological Sciences and Neurophysiology. 38, no 2 (2021): 135-142, doi: 10.4103/nsn.nsn\_206\_20
- 14 Linares Gonzales, Y., Linares Fleites, G., Garsia Vargas, S., Martinez Contreras, R., Pena Moreno, R., Morales, L. L. "The effects of oxytetracycline chronic toxicity on the population dynamics of *D. Magna* in the presence of UV-B". Applied Ecology and Environmental Research. 18 no 3 (2020): 4195-1205
- 15 Wall, S., Wang, ZM., Kendig, T., Dobraca, D., Lipsett, M. "Real-world cell phone radiofrequency electromagnetic field exposures". Environmental research. 171 (2019): 581-592.
- 16 Vorob'yeva, O.V., Filenko O.F., Isakova E.F., Yusupov V.I., Zotov K.V., Bagratashvili V.N. "The influence of low-intensity electromagnetic radiation of the 10-meter range on morphological and functional indices on *Daphnia magna straus*". Biophysics. 61 (2016): 996-1001, doi:10.1134/S0006350916060270
- 17 Krylov, V. "Effects of electromagnetic fields on parthenogenic eggs of *Daphnia magna Straus*". Ecotoxicology and Environmental Safety. 79, no 1 (2010): 62-66.
- 18 El-Maleky, N., Ebrahim, ER. "Effects of exposure to electromagnetic field from mobile phone on serum hepcidin and iron status in male albino rats". Electromagnetic Biology and medicine. 38, no 1 (2018): 66-73.
- 19 Aleksandrova, L. I., Kraushkina, N.G., Zagrebin, V.L., Perepelkin, A.I., Muraeva, N.A. "Morfologiya organov immuogeeza pri vozdeistviu electromagnetyu izluchenii [Morphology of immunogenesis when exposed to electromagnetic radiation]". Journal of Volgograd State Medical University 2, no 46 (2013): 32-36
- 20 Shirai, T., Wang, J., Kawabe, M., Wake, K., Watanbe, S-I., Takahashi, S., Fujiwara, S. "No adverse effects detected for simultaneous whole-body exposure to multiple-frequency radiofrequency electromagnetic fields for rats in the intrauterine and pre-nad post-weaning periods". Journal of Radiation Research. 58, no 1 (2017): 48 – 58.
- 21 Morioka, Y., Hashimoto, S., Miyamoto. C., Morita. Y., Sekiyama, T., Sahara, T., Yamasaki, K., Kondo, H., Yamanari, T., Hirano, Y., Otani, H., Imamura, H. "Effect of magnetic field on cells". 8th world multi-conference on systemic cybernetics and informatics. 7 (2004): 177-182.
- 22 Sarapultseva E.I., Uskalova, D.V., Ustenko, K. V., Tikhonov, V. N., Ivanov, I. A., Tikhonov, A.V. "Transgenerational changes in *Daphnia magna* under radio frequency radiation in the juvenile and puberty period". International Journal of Radiation Biology. (2022): 1-10, doi: 10.1080/09553002.2022.2087928
- 23 Bieszke, B., Namiotko, L., Namiotko, T. "Life history traits of a temporary water ostracod *Heterocypris incongruens* (Crustacea, Ostracoda) are affected by power frequency (50 Hz) electromagnetic environmental pollution". European zoological journal. 87 no 1 (2020): 148-155.

24 Malinina, Yu.A., Somov, A. Yu. "The influence of electromagnetic radiation on Daphnia magna (Straus)". Radiatsionnaya Biologiya. Radioekologiya. 43 (2003): 552-554.

25 Sultangaliyeva, I., Beisenova, R., Grigoryew, A. "The influence of electromagnetic radiation from cell phones on the growth of Siberian Spruce seeds' seedlings (*Picea obovata ledeb.*)". Bulletin of Shakarim State University, 2 (2019): 292-295.

26 Sultangaliyeva, I., Beisenova, R., Tazitdinova, R., Abzhalelov, A., Khatunin, M. "The influence of electromagnetic radiation of cell phones on behaviour of animals". Veterinary World. 13, no 3 (2020): 549-555.

### Литература

- 1 Stremikiene D. Environmental indicators for the assessment of quality of life // Intellectual economics. – 2015. – Vol. 9. №1. – P. 67-79.
- 2 Tussupova K., Berndtsson R., Bramryd T., Beisenova R. Investigating willingness to pay to improve water supply services: Application of contingent valuation method // Water (Switzerland). – 2015. – Vol. 7. № 6. – P. 3024-3029, doi: 10.3390/w7063024
- 3 Ishchenko V., Pohrebennik V., Borowik B., Falat P., Shaikhanova A. Toxic substances in hazardous household waste // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. – 2018. – Vol. 4. – P. 223-230.
- 4 Alonso F., Gilbin R., Zeman F.A., Garnier-Laplace J. Increased effects of internal alpha irradiation in *Daphnia magna* after chronic exposure over three successive generations // Aquatic Toxicology. – 2008. – Vol. 87. № 3. – P. 146-156, doi: 10.1016/j.aquatox.2008.01.015
- 5 Czerwinski M., Januszkiwicz L., Vian A., Lazaro A. The influence of bioactive mobile telephony radiation at the level of a plant community – Possible mechanisms and indicators of the effects // Ecological Indicators. – 2020. – Vol. 102. – P.105683, doi: org/10.1016/j.ecolind.2019.105683
- 6 Redlarski G., Lewczuk B., Zak A., Koncicki A., Krawczuk M., Piechoki J., Jakubiuk K., Tojza P., Jaworski J., Ambroziak D., Skarbek T., Graolewski D. The influence of electromagnetic pollution on living organisms: historical trends and forecasting changes // BioMed Research International. – 2015. – Vol. 4. – P. 1-18, doi: 10.1155/2015/234098
- 7 Sharma V. P., Singh H.P., Batish D.R., Kohl R.K. Cell phone radiations affect early growth of *Vigna radiata* (mung bean) through biochemical alterations // Zeitschrift f für Naturforschung. – 2010. – Vol. 65. № 1-2. – P. 66-72, doi: 10.1515/znc-2010-1-212
- 8 Alekseev V. R. Study of the Biological Dormancy of Aquatic Organisms in Open Space and Space Flight Conditions // Biology Bulletin. – 2021. – Vol. 48. № 6. – P. 641-661, doi: 10.1134/S1062359021060030
- 9 Lewczuk B., Redlarski G., Zak A., Ziolkowska N., Przybylska-Gornowicz B., Krawczuk M. Influence of Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields on the Circadian System: Current Stage of Knowledge // BioMed Research International. – 2014. – P. 1-13, doi.org/10.1155/2014/169459.
- 10 Zmyslony M. Biological effects and health risk of power frequency electromagnetic fields (neoplasms excluded) // Medycyna Pracy. – 2008. – Vol. 59. – P. 421-428.
- 11 IARC WHO. Classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans // Press Release. – 2011. – Vol. 208. № 3. – P. 6.
- 12 Genius S. J. Fielding a current idea: exploring the public health impact of electromagnetic radiation // Public health. – 2008. – Vol. 122. № 2. – P.113-114.
- 13 Okur Z.H., Sagir D. Effects of Cellular Phone Electromagnetic Field Exposure on the Hippocampi of Rats in Childhood and Adolescence // Neurological Sciences and Neurophysiology. – 2021. – Vol. 38. № 2. – P. 135-142, doi: 10.4103/nsn.nsn\_206\_20
- 14 Linares Gonzales Y., Linares Fleites G., Garsia Vargas S., Martinez Contreras, R, Pena Moreno, R. Morales, L. L. The effects of oxytetracycline chronic toxicity on the population dynamics of *D. magna* in the presence of UV-B // Applied Ecology and Environmental Research. – 2020. – Vol. 18. № 3. P. 4195-1205.
- 15 Wall S., Wang ZM., Kendig T., Dobraca D., Lipsett M. Real-world cell phone radiofrequency electromagnetic field exposures // Environmental research. – 2019. – Vol. 171. – P. 581-592.
- 16 Vorob'yeva O.V., Filenko O.F., Isakova E.F., Yusupov V.I., Zotov K.V., Bagratashvili V.N. The influence of low-intensity electromagnetic radiation of the 10-meter range on morphological and functional indices on *Daphnia magna straus* // Biophysics. – 2016. – Vol. 61. – P. 996-1001, doi:10.1134/S0006350916060270
- 17 Krylov V. Effects of electromagnetic fields on parthenogenetic eggs of *Daphnia magna* Straus // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2010. – Vol. 79. № 1. P. 62-66.
- 18 El-Maleky N., Ebrahim ER. Effects of exposure to electromagnetic field from mobile phone on serum hepcidin and iron status in male albino rats // Electromagnetic Biology and medicine. – 2018. – Vol. 38. № 1. – P. 66-73.
- 19 Александрова И. Л., Краюшкина Н. Г., Загребин В. Л., Перепелкин А. И., Мураева Н. А. Морфология органов иммуногенеза при воздействии электромагнитных излучений // Вестник ВолгГМУ. – 2013. – Вып. 2. № 46. – С. 32-36
- 20 Shirai T., Wang J., Kawabe M., Wake K., Watanabe S-I., Takahashi S., Fujiwara, S. No adverse effects detected for simultaneous whole-body exposure to multiple-frequency radiofrequency electromagnetic fields for rats in the intrauterine and pre-nad post-weaning periods // Journal of Radiation Research. – 2017. – Vol. 58. № 1. – P. 48 – 58.

- 21 Morioka Y., Hashimoto S., Miyamoto C., Morita Y., Sekiyama T., Sahara T., Yamasaki K., Kondo H., Yamanari T., Hirano Y., Otani H., Imamura H. Effect of magnetic field on cells // 8th world multi-conference on systemic cybernetics and informatics. – 2004. – Vol. 7. – P. 177-182.
- 22 Sarapultseva E.I., Uskalova D.V., Ustenko K. V., Tikhonov V. N., Ivanov I. A., Tikhonov A.V. Transgenerational changes in *Daphnia magna* under radio frequency radiation in the juvenile and puberty period // International Journal of Radiation Biology. – 2022. – P. 1-10, doi: 10.1080/09553002.2022.2087928
- 23 Bieszke B., Namiotko L., Namiotko T. Life history traits of a temporary water ostracod *Heterocypris incongruens* (Crustacea, Ostracoda) are affected by power frequency (50 Hz) electromagnetic environmental pollution // European zoological journal. – 2020. – Vol. 87. № 1. – P. 148-155.
- 24 Malinina Yu.A., Somov A. Yu. The influence of electromagnetic radiation on *Daphnia magna* (Straus) // Radiatsionnaya Biologiya. Radioekologiya. – 2003. – Vol. 43. – P. 552-554.
- 25 Sultangaliyeva I., Beisenova R., Grigoryew A. The influence of electromagnetic radiation from cell phones on the growth of Siberian Spruce seeds' seedlings (*Picea obovata ledeb.*) // Bulletin of Shakarim State University. – 2019. – Vol. 2. – P. 292-295.
- 26 Sultangaliyeva I., Beisenova R., Tazitdinova R., Abzhalelov A., Khanturin M. The influence of electromagnetic radiation of cell phones on behaviour of animals // Veterinary World. – 2020. – Vol. 13. № 3. – P. 549-555.

3-бөлім

**БИОЛОГИЯЛЫҚ**

**АЛУАНТУРЛІЛІКТІ САҚТАУДЫҢ**

**ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРИ**

---

Section 3

**ACTUAL PROBLEMS**

**OF BIODIVERSITY CONSERVATION**

---

Раздел 3

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ**

**СОХРАНЕНИЯ**

**БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ**

**Н. Абдолла<sup>1,2\*</sup>, К.Т. Абидкулова<sup>1</sup>,  
Ә. Үдырыс<sup>1</sup>, Н.М. Мухитдинов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>М.А. Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: nurshata@gmail.com

## **АЛМАТЫ ОБЛЫСЫНЫҢ АГРОБИОСТАНЦИЯ ЖАҒДАЙЫНДА ӨСІРІЛГЕН *LINARIA VULGARIS* MILL ДӘРІЛІК ӨСІМДІГІНІҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМ ЕРЕКШЕЛЕГІ**

Дәрілік өсімдіктер ерте заманнан бері халық медицинасында кеңінен қолданылған. Қазіргі уақытта бұл өсімдіктер деңсаулық сақтау және фармацевтика саласының маңызды құрамдас бөлігіне айналды. Дәрілік қасиеттері бар өсімдік түрлерінің көп болуына байланысты кейбір елдерде дәстүрлі медицинаның кеңінен дамуы байқалды. Қазақстан флорасы да климаттық және географиялық ерекшелігіне қарай ғылыми-практикалық маңызы бар дәрілік өсімдік түріне бай. Солардың бірі, сабынқөктөр тұқымдастына жататын шипалық қасиетімен ерекшеленетін, халық емінде және фармацевтика саласындағы синтетикалық дәрілердің шикізаты ретінде пайдалантын кәдімгі сиякөк (*Linaria vulgaris* Mill) өсімдігі. Қазақстанда *Linaria vulgaris* Mill дәрілік өсімдігі ғылыми тұрғыдан толық зерттелмеген. Сондықтан, Алматы облысының агробиостанция жағдайында өсірілген *Linaria vulgaris* Mill дәрілік өсімдігі зерттеу нысаны ретінде алынып, фитохимиялық ерекшелігіне талдау жасалынды. Осы зерттеу нәтижесінде агробиостанция жағдайында *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің тіршілік күйі толық генерациялық кезеңнен өтетіні және химиялық құрамында амин қышқылдар, флавоноидтар, тері илегіш заттар және көмірсулар сынды биологиялық активті экстрактивті заттардың бар екені анықталды. Бұл мәліметтер *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің ботаникалық сипаттамасын толықтырып, оны интродукциялау және шикізаттық қорын кеңейтуде, медицина, сонымен қоса фармацевтика салаларында жан-жақты пайдалануда маңызды болып санаады.

**Түйін сөздер:** *Linaria vulgaris* Mill, кәдімгі сиякөк, экстракт, дәрілік өсімдіктер.

N. Abdolla<sup>1,2\*</sup>, K.T. Abidkulova<sup>1</sup>, A. Ydyrys<sup>1</sup>, N.M. Mukhittdinov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: nurshata@gmail.com

### **Characteristics of phytochemical composition of *Linaria vulgaris* Mill medicinal plant grown in agrobiostation of Almaty region**

Medicinal plants have been widely used in folk medicine since ancient times. Today, medicinal plants have become an important component of healthcare and pharmaceuticals. Due to a large number of species of plants with medicinal properties, in some countries, there is a wide development of traditional medicine. The flora of Kazakhstan is also rich in species of medicinal plants that have scientific and practical value depending on its climatic and geographical features. One of them, Common toadflax (*Linaria vulgaris* Mill), a plant belonging to the genus Toadflax, is used in folk medicine and as a raw material for synthetic drugs in the pharmaceutical industry. However, no full research has been conducted in Kazakhstan on the medicinal plant *Linaria vulgaris* Mill. Therefore, the analysis of phytochemical features of the medicinal plant *Linaria vulgaris* Mill grown in the conditions of agrobiostation in the Almaty region was carried out. As a result of this study, it was determined that the chemical composition of *Linaria vulgaris* Mill contains biologically active extractives: amino acids, flavonoids, tannins, and carbohydrates. These data complement the botanical characteristics of this plant and are important for its introduction and expansion of raw materials, and its comprehensive use in medicine, as well as in the pharmaceutical industry.

**Key words:** *Linaria vulgaris* Mill, Common Toadflax, extract, medicinal plant.

Н. Абдолла<sup>1,2\*</sup>, К.Т. Абидкулова<sup>1</sup>, А. Үйдырыс<sup>1</sup>, Н.М. Мухитдинов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>РГП «Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхокина» КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: nurshata@gmail.com

### Характеристика фитохимического состава лекарственного растения

*Linaria vulgaris* Mill,  
выращиваемого в агробиостанции Алматинской области

Лекарственные растения широко используются в народной медицине с древних времен. Сегодня лекарственные растения стали важным компонентом здравоохранения и фармацевтики. Благодаря большому количеству видов растений, обладающих лечебными свойствами, в некоторых странах наблюдается широкое развитие народной медицины. Флора Казахстана также богата видами лекарственных растений, имеющих научное и практическое значение в зависимости от ее климато-географических особенностей. К примеру, Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill) – это растение, относящееся к роду Льнянки, используется и в народной медицине, и как сырье для синтетических лекарств в фармацевтической промышленности. Однако, исследований лекарственного растения *Linaria vulgaris* Mill в Казахстане не проводилось. В связи с этим был проведен анализ фитохимических особенностей лекарственного растения *Linaria vulgaris* Mill, выращиваемого в условиях агробиостанции Алматинской области. В результате проведенного исследования установлено, что в химическом составе *Linaria vulgaris* Mill присутствуют биологически активные экстрактивные вещества: аминокислоты, флавоноиды, дубильные вещества, углеводы. Эти данные дополняют ботаническую характеристику этого растения и имеют важное значение для его интродукции и расширения сырьевой базы, всестороннего использования в медицине, а также в фармацевтической промышленности.

**Ключевые слова:** *Linaria vulgaris* Mill, Льнянка обыкновенная, экстракт, лекарственные растения.

### Кіріспе

Мындаған жылдар бойы адамдар ауруларымен құресуде әртүрлі дәрілік өсімдіктерді әртүрлі дәрежеде пайдаланып келеді. Дүниежүзілік жабайы табигат қорының және табигаттың корғау үйімдарының статистикалық мәліметі бойынша шипалық қасиеті бар гүлді өсімдіктердің 50-80 мың түрі кездеседі [1]. Ал Дүниежүзілік денсаулық сақтау үйімінің мәліметі бойынша жер бетіндегі халықтардың 85% дәрілік өсімдіктер негізінде жасалған дәрі-дәрмектерді пайдаланады. Бұл Азия мемлекеттерінде, мысалы Қытай, Жапония, Үндістан сияқты елдерде анық байқалады [2]. Дәрілік өсімдіктердің таралуы әр елдің географиялық орналасуы мен климаттық ерекшелігіне қарай ерекшеленеді.

Евразия құрлығында орналасқан Қазақстанның көн терриориясында (2727 мың км<sup>2</sup>) мұхиттан алыс болуына байланысты алуан түрлі климаттық жағдай қалыптасады, бұл ландшафтың түрлі болуына әсер етіп, өсімдіктер жабынының түрлік құрамын байытады [3]. Қазақстанның флорасында жоғары сатыдағы өсімдіктердің 6000-га жуық түрі кездеседі, олардың ішінен 500 түрі дәрілік өсімдіктер ретінде сипатталады [4]. Дегенмен, осы шипалық қасиеті бар өсімдіктердің ресми медицинада тек 50-ге жуық түрі және халық медицинасын-

да 200-дей түрі ғана қолданылады [5]. Жалпы Қазақстанның кез келген зонасынан құнды дәрілік өсімдіктерді кездестіруге болады.

Халық медицина саласы дәрілік өсімдіктерді анықтаудың және оларды сипаттаудың негізгі көзі болып табылады. Осындай халық арасында шипалық қасиетімен ерекшеленетін өсімдіктердің бір түрі, экстрактың және вегетативті мүшелерін медицинада асқазан ішек ауруларына, ішті, несепті, от айдайтын дәрі ретінде пайдаланатын *Linaria vulgaris* Mill өсімдігі [6, 7]. *Linaria vulgaris* Mill дәрілік өсімдігі жабық тұқымдылар бөлімі (*Magnoliophyta*), қос жарнақтылар класы (*Dicotyledoneae*), астра тәрізділер клас тармағы (*Asteridae*), сабынкөк гүлдер қатары (*Scrophulariales*), сабынкөктер тұқымдасы (*Scrophulariaceae Juss*), *Linaria* туысина жататын түр. *Linaria vulgaris* Mill өсімдігі ботаникалық жағынан жіпше тәрізді тамыры бар көпжылдық, қосжынысты, қос жарнақты өсімдік ретінде сипатталады. Сабактары түзу, жапырағы ланцет немесе таспа пішінді болып келеді, гүл күлтесі сары түсті, биіктігі 30–70 см. Тіршілік ортасы әртүрлі, негізінен құмды далада, құмдақ жерде, орман жағасында, қарағайлы орманда, шалғынды, тасты таулар баурайында, өзен аңгарларында өседі [8]. Дүние жүзінде өсімдіктің бұл түрі Ресейдің европалық бөлігінде, батыс сібірінде, қызыл шығыста, Укра-

ина, Беларус территорияларында кең тараған [9]. Ал Қазақстанда *Linaria vulgaris* Mill өсімдігін Тобыл, Есіл өзендерінің бойында, Семей, Қекшетаудың қарагайлы орманында, Каспий ойпатында, Актөбе, Торғай, Сарыарқаның батыс бөлігінде, Ұлытау, Қарқаралы, Зайсан, Балқаш, Алакөл, Алтай, Тарбағатай, Жонғар, Кетпен, Теріскей Алатауында, Солтүстік Қазақстан аумағынан кездестіруге болады [10, 11].

*Linaria vulgaris* Mill емдік өсімдік ретінде халықтар арасында ежелден кеңінен қолданылады. Оны адамдар несеп айдағыш, терлеткіш, ішек құрттарына қарсы және өт айдағыш, іш жүргізетін құрал ретінде т.б. мақсаттарға пайдаланған. Осы өсімдіктің тұндырмасы асқазанның жұмысын жақсартады және ішектерде, өсірессе, метеоризм кезінде газдарды жояды, қабыну процесстерін төмендетеді немесе тоқтатады [7, 12]. Ал фармацевтика үшін *Linaria vulgaris* Mill өсімдігі синтетикалық дәрілердің шикізат көзі болып табылады. Оның фитохимиялық құрамына кіретін алколойдтар (пеганин т.б.) қан қысымы төмендету қасиетіне ие. Ал флавоноидтары азын-аулақ қан қысымды жогарылатады, сонымен бірге, бұлшық еттің тонусы мен жүректің электр белсенделіктерін жогарылата отырып күшайте алады [13, 14]. Осы өсімдік негізінде алынған дәрілік препараттар қан қысымын және ырғақты реттеу, сонымен бірге ішектердің тонусын және оның перистальтикасын жогарылату мақсатында қолданылады [15]. Қазақстан аумағындағы *Linaria vulgaris* Mill өсімдігіне қатысты ғылыми зерттеулер толық жүргізілмеген. Сондықтан, бұл түрді зерттеу медицина мен фармацевтика үшін маңызды саналады.

Осыған дейінгі зерттеу жұмысында Алматы облысының агробиостанция жағдайында өсірілген *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің онтоморфогенездік ерекшеліктеріне зерттеу жасалған [16]. Бұл зерттеудің мақсаты Алматы облысының агробиостанция жағдайында өсірілген *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің фитохимиялық құрамына талдау жасау болып табылды. Зерттеуде алынған сандық және сапалық мәліметтер осы өсімдіктің ботаникалық сипаттамасын толықтырып, оны медицинада, оның ішінде фармацевтика саласында жан-жақты пайдалануға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, дәрілік өсімдіктердің жойылуының алдын алу, тиімді пайдалану және қорын сақтау үшін маңызды мәліметтерді береді.

## Зерттеудің материалы мен әдістері

**Зерттеу нысанасы және материалы:** Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, агробиостанцияда аумағында өсірілген *Linaria vulgaris* Mill өсімдігі. Химиялық реактивтер: Қағазды хроматографияға арналған еріткіштер жүйесі: 1) Бутанол: сірке қышқылы: су (БСС), 2) 6%-тік сірке қышқылы. Қағазды хроматографияға арналған айқындағыштар: 1) Алюминий хлориді (1%-ті алюминий хлоридінің этанолдағы ерітіндісі, флавоноидтарды айқындау үшін қолданылады); 2) Диазотталған п-нитроанилин (ДЗПНА); 3) о-толуидин айқындағышы (96%-дық 10 мл этанолда 0.4 г салицил қышқылын және 0.5 мл о-толуидинді ерітеді, бұл көмірсуларды айқындау үшін қолданылады); 4) Нингидринді реактив (нингидриннің ацетондағы 5%-дық ерітіндісі, амин қышқылдарды айқындау үшін қолданылады); 5) Ванилийнді реактив (тұз қышқылындағы 1%-дық ванилин ерітіндісі, тері илегіш заттарды айқындау үшін пайдаланылады); 6) Аммиак буы (флавоноидтарды айқындау үшін) [17].

*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатының ылғалдылығын анықтау. 1г кептірілген және ұнтақталған *Linaria vulgaris* Mill биомассасын 100-105°C температурада арнайы кептіру құралында тұрақты салмаққа жеткенге дейін құрғатылды, алынған массаның ылғалдығы төмендегі формула бойынша анықталды:

$$X = \frac{(A - B) \times 100}{A} . \quad (1)$$

А – алынған *Linaria vulgaris* Mill шикізат салмағы (г);

В – кептірілгеннен кейінгі *Linaria vulgaris* Mill салмағы (г).

*Linaria vulgaris* Mill құрамындағы экстрактивті заттардың мөлшерін бағалау. 0.2 г ұнтақталған *Linaria vulgaris* Mill шикізатты 50 мл колбадағы 30 мл 80% спирт ерітіндісіне салынып салмағы өлшенеді және бөлме температурасында бір сағат сақталады. Кейіннен экстракты екі сағат бойы арнайы зертханалық су моншасында жай қыздырады. Суытылған ерітіндінің аузын жауып салмағын өлшейді. Жоғалған салмақ 80% спирт ерітіндісімен толықтырылды. Алынған ерітіндінің жақсы араластырып қағаз сүзгі арқылы 50 мл колбага құяды. 15 мл сүзілген ерітіндіден құрғақ фарфор чашкаға құйып, *Linaria vulgaris* Mill ерітіндісі зертханалық су моншада буландырылды. Алынған қалдық 100-105°C

тұрақты массаға дейін құрғатылады. *Linaria vulgaris* Mill құрамындағы экстрактивті заттардың пайыздық құрамы төмендегі формуламен есептелінді:

$$X = \frac{M_2 \times 200 \times 100}{M_1 \times (100 - W)} \quad (2)$$

$M_1$  – *Linaria vulgaris* Mill шикізаттың салмағы (г);

$M_2$  – *Linaria vulgaris* Mill құрғақ затының салмағы (г);

$W$  – *Linaria vulgaris* Mill шикізатын кептіру кезіндегі жоғалған масса (%).

*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаты құрамындағы амин қышқылдарын фотометриялық әдіс арқылы сараптау. Калибрлі график түрғызу үшін стандарт ретінде амин қышқылтының жасанды қоспасы қолданылды. Өсімдік құрамындағы амин қышқылдарын анықтауға нингидрин реактиві пайдаланылды: 4 г нингидрин, 150 мл диоксан, 50 мл ацетат буфері (рН=5.0) және 76 мг қалайы хлориді.

*Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің 1 г шикізатты (нақтылы мөлшер өлшемі) альнып, 20 мл суда 24 сағатқа қалдырылады. Сосын өсімдік экстракті сүзіліп, 10 мл нингидрин реактиві 10 мл өсімдік экстрактіне қосылып, 80-85 °C зертханалық сулы моншасында 15 минут қыздырылды және сұтылды. Кейіннен реакциялық коспадан 2 мл ерітінді алынып, сумен 50 мл-ге дейін сұйытылды. Алынған ерітіндінің тығыздығы ФЭК-те 540 нм де өлшенді. Абсолютті құрғақ *Linaria vulgaris* Mill шикізаттағы амин қышқылтының пайыздық құрамын төмендегі формула бойынша есептелді:

$$X = \frac{C \times 50 \times 25 \times 100}{V \times 10 \times W}. \quad (3)$$

$W$  – *Linaria vulgaris* Mill шикізаттың салмағы (г);

$C$  – реакциялық қоспаның оптикалық тығыздығы;

$V$  – алынған *Linaria vulgaris* Mill экстрактінің көлемі (мл).

*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаттың құрамынан көмірсуларды сандық анықтау. Калибрлі график түрғызу үшін стандарт ретінде бірнеше көмірсулардың стандартты жасанды қоспасы қолданылды. 2 г ұнтақталған *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатты 100 мл колбаға салынып, оған 70-80 мл ыстық су құйылып 1 сағат бойы қайнатылды. Ерітінді сұтылды үстінен 5 мл 10% қорғасын ацетат ерітіндісі қосылады және көлемі сумен 100 мл-ге дейін жеткізіледі және алынған ерітінді сүзіледі. Осы қоспадан

10 мл альып, 100 мл этанолмен центрифугалау арқылы тұндырылды. Пайда болған тұнба 25 мл сумен ерітілді. Осы экстракттан 1 мл альып, оған 1 мл 5%-ды фенол және 5 мл концентрлі құқыртқышқылы қосылып толық араластырылып 490 нм оптикалық тығыздығы анықталды. Ал, салыстырмалы ерітінді ретінде 1 мл спиртке 1 мл 5%-ды фенол және 5 мл концентрлі құқыртқышқылы пайдаланылды. *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаттың құрамынан көмірсуларды сандық анықтау төмендегі формула мен есептелді:

$$X = \frac{D \times 25 \times 100}{490 \times 1 \times 2 \times (100 - W)} \quad (4)$$

$D$  – экстракттан нықталатын *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаттың заттың оптикалық тығыздығы;

$490$  – толқын ұзындығы;

$W$  – *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатының (ылғалдылығы) жоғалу массасы.

*Linaria vulgaris* Mill шикізат құрамынан иленгіш заттарды перманганатты тәсілмен анықтау. Ұнтақталған *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатының 2 г мөлшері 125 мл конустық колбаға салынып, үстінен кайнаған 90 °C судан 65 мл қосады да, кері тоқазытқыш көмегімен 30 мин. бойы зертханалық су моншасында қыздырылды. Сосын, алынған ерітінді сұтылды 200-250 мл конустық колбаға мақта арқылы сүзіліп құйылады. Осы дайын ерітіндіден 62 мл альып, 125 мл су, 6.25 мл индигоқышқылы қосылған колбаға құйылады, осы қоспаны калий перманганаты ерітіндісімен (0.02 моль/л) титрлейді (сары-жасыл түс пайда болғанша). Бақылау ретінде алынған тәжірибеде 1 мл калий перманганаты ерітіндісіне танинге есептегендеге 0.004157 тери илегіш заттар тиісті келеді.

*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатының құрамындағы иленгіш заттардың мөлшері төмендегі формула бойынша есептелді:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times 0.004157 \times 6.25 \times 100 \times 100}{M \times 6.25 \times (100 - W)}. \quad (5)$$

$V_1$  – құрамында *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаты бар ерітіндін титрлеуге кеткен калий перманганаты ерітіндісінің (0.02 моль/л) көлемі (мл);

$V_2$  – бақылау тәжірибесінде титрлеуге жұмысалған калий перманганатының (0.02 моль/л) көлемі (мл);

$M$  – зерттеуге алынған *Linaria vulgaris* Mill шикізат массасы (г);

$W$  – *Linaria vulgaris* Mill шикізатын кептіру кезіндегі жоғалған масса (%).

Кверцетин бойынша *Linaria vulgaris* Mill өсімдік құрамындағы флавоноидтардың сандық мөлшерін анықтау. 1 г ұнтақталған *Linaria vulgaris* Mill шикізатты 1% HCl бар 30 мл 90%-ды сулы спирт ерітіндісіне салынды (150 мл колба қолданылды). Сосын кері тоңазытқышқа қосып, 30 мин. зертханалық сулы моншасында колба қайнатылды. Суытылғаннан кейін экстракт қағаз сүзгі арқылы 100 мл колбага құйылады, қалған бөлігі 90% спиртпен белгіге дейін жеткізіледі (А ерітіндісі). А ерітіндісінен 2 мл алынып, 25 мл колбага құяды және оған 95%-дық спирттегі алюминий хлоридінің 1%-дық ерітіндісінен 1 мл қосады, қалған бөлігі спиртпен 20 мл-ге жеткіземіз. Алынған ерітіндінің оптикалық тығыздығын 430 нм де анықталады. Абсолютті құрғақ *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаттағы флавоноидтардың мөлшері тәмендегі формула арқылы есептейді:

$$X = \frac{D \times 25 \times 100 \times 100}{764.6 \times 2 \times M \times (100 - W)}. \quad (6)$$

D – дайындалған ерітіндінің оптикалық тығыздығы;

M – алынған *Linaria vulgaris* Mill шикізатының салмағы (g);

W – *Linaria vulgaris* Mill шикізатын кептіру кезіндегі жоғалған масса (%).

764,6 – 430 нм толқын ұзындығында алюминий хлоридінің қатысуындағы кверцетин кешенінің жұтылу мәні.

### Зерттеу нәтижелері және талқылау

Агробиостанциялық жағдайда өсірілген *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің биомассасы жиналды. Қазіргі уақыттағы денсаулық сақтау саласындағы мәліметке сүйенсек, фармацевтика саласында синтетикалық дәрілердің 80% шығу тегі өсімдіктерден алынады [2]. Бұл шикізатқа өсірепе, дәрілік өсімдіктерге сұраныстың артуына, онтрофагендік, техногендік факторлардың табиғатқа зиянды әсерінің күшеюіне әкелді. Статистикалық мәліметтерге сүйенсек, әлемде табиғи дәрілік өсімдіктердің ішінде 15000-ға жуық түріне жойылу қаупі төніп түр және олардың жабайы ресурстарының 20% адам популяциясы мен өсімдіктердің тұтынудын өсүіне байланысты қазірдің өзінде жоғалып барады [1]. Бұл қауіп ондаған жылдар бойы белгілі болғанымен, дүние жүзінде түрлердің жылдам жоғалуы және тіршілік ету ортасының жойылуы, дәрілік өсімдіктердің жойылу қаупін арттырыды. Бұл адамзат алдындағы өзекті мәселенің бірі. Қазір

пайдалы өсімдіктердің қорын сақтап қалудың әртүрлі шаралары қарастырылады. Олардың бірі – өсімдіктерді агробиостанциялық жағдайда өсіру арқылы түрлерді сақтап қалуы. Сондықтан, агробиостанциялық жағдайдағы *Linaria Vulgaris* Mill дәрілік өсімдігінің ерекшелігін зерттеу бойынша алынған мәліметтер, өсімдіктерді қорғау саласындағы жұмыстарға өз үлесін қосуы мүмкін.

Жүргізілген жұмыстың нәтижесінде, *Linaria Vulgaris* Mill өсімдігін бақылау оның тіршілігі өскіндік (p), ювенильдік (j), имматурлық (im), жас вегетативтік (v), генеративтік (g) тіршілік күйлерден өтетіні және оның бәрі бір вегетациялық кезеңде өтетіні айқындалды. Алайда, *Linaria Vulgaris* Mill көпжылдық өсімдік болса да, келесі жылында ол толық осы вегетациялық фазаны қайталап өседі. Фитохимиялық бағалауга генеративтік тіршілік күйге (g) жеткен өсімдік пайдаланылды. Бұл *Linaria Vulgaris* Mill өсімдіктің вегетативті мүшелерінің толық дамып, сабак вегетативті мүшелерінде жанама сабактары болмашы тарамдауы пайда болды. Сабағында кезектесіп орналасқан сыйықтыланцетті жапырақтары толық қалыптасты. Сабақтан 6-7 сабақ бұтақталып, олардың орташа биіктігі 15-40 см болды, жіппе тәрізді бір тамыр 10-16 см, ал екінші реттік жанама тамырлары 4-5 см-ге тереңdedі. Гүл қауашығы ұзын, эллипс пішінді, күлтепенің екі ерні бір-біріне өте жақын, жемісі – қорапша, тұқымдары ортасында болды. Шілде айының соңынан тамыз айының басына дейін гүлдейді, тамыз айының соны қыркүйек айының басында жеміс береді. Генеративтік тіршілік күйі 40-50 күнге созылады (1-сурет).

Осы толық вегетациялық кезеңнен өткен *Linaria Vulgaris* Mill өсімдігі жиналды және күннің тікелей түсүнен қорғалған 20-25 температуралық орында кептірілді және ылғалдығы анықталды. *Linaria vulgaris* Mill шикізаттың ылғалдылығы, ол өсімдіктің массасының тұрақты массага дейін кептіргенде анықталатын, тұрақсыз заттар әсерінен болатын массаның өзгеруін білдіреді [18]. Осы шикізаттың ылғалдылығы  $7,19 \pm 2,1\%$  болды. Бұл кәдімгі сияқтап өсімдігінің құрамында тұрақсыз заттардың мөлшерінің бар екенін көрсетеді.

Экстрактивті заттар – өсімдік объектілерін сүмен немесе белгілі бір еріткіштермен экстракциялау арқылы алынатын тәмен молекулалы органикалық заттар. Экстракцияланған заттар өсімдік құрамындағы белсенді биологиялық заттардың мөлшерін көрсетеді. Бұл заттар әртүрлі органикалық қосылыстар болуы және

еріткіштерге байланысты өзгеруі мүмкін. Ал *Linaria vulgaris* Mill шикізатының құрамындағы экстрактивті заттарды анықтау кезінде 80% этил спирті пайдаланылды, бұл көп қолданылатын еріткіштердің бірі. Зерттеу нәтижесінде *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізаттагы экстрактивті заттардың мөлшері  $15,3 \pm 3,2\%$  болатыны анықталды.

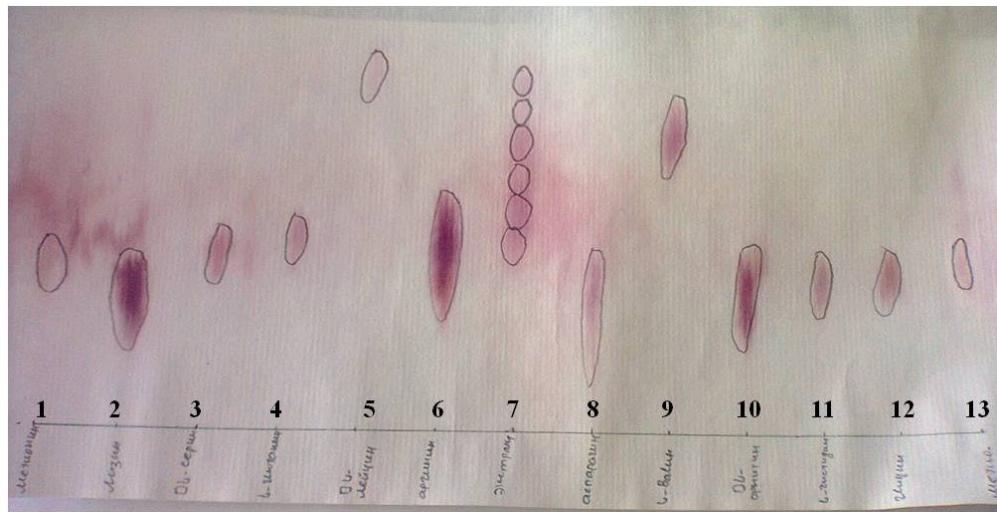


1-сурет – *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің генеративтік тіршілік күйі

*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатында амин қышқылдарының бары сапалық анықталды. Кәдімгі сиякөк шикізатының құрамындағы амин қышқылдарын анықтау үшін біз зерттеуге адам организмі үшін маңыздылығы жоғары бірнеше амин қышылдар түріне талдау жасалды. Бұл үшін шикізатының 50% сулы-спирт экстракты дайындалды, оны бір жүйелі қағазды хроматографияға көмірсуладың стандартты метчиктерімен қатар тамызамыз да, хроматографияны БСС жүйесіне қойып, экстракттың хроматография бойымен көтерілуін күтеміз, сосын хроматографияны алып кептіреміз де, бұл хроматограмманы *o*-толуидин (0.4 г салицил қышқылы мен 0.5 мл *o*-толуидиннің 96%-дық 10 мл этанолдағы ерітіндісі) айқындағышымен өндеп, кептіріп, 5 минут 105°С температурада қызырады, сол кезде хроматографияда көмірсуладың әр түрлі түстері пайда болады. Шыққан түстер белгілі стандартты көмірсу үлгілерімен салыстыру арқылы анықталды (3-сурет), сосын экстрактта шыққан көмірсуладың  $R_f$  мәндерін есептедік, пайда болған түстер мен  $R_f$  мәндеріне сәйкес шикізат құрамында тек глюкоза бар екені айқындалды (2-кесте). Көмірсулар өсімдіктерде ең көп тараған заттар. Олар фотосинтезінегізгі өнімдері және тыныс алудың негізгі субстраты болып табылады. Олар тамырларда, түйнектерде, тұқымдарда көп мөлшерде жиналып, кейін коректік заттар ретінде пайдаланылады. Адамның тамактануында көмірсуладың рөлі зор. Олар ең қолжетімді энергетикалық материалды білдіреді, яғни калориялардың негізгі көзі.

та шыққан амин қышқылдарының  $R_f$  мәндерін есептедік, пайда болған түстер мен  $R_f$  мәндерінен қандай амин қышқылы екені болжалды (1-кесте). Анықталған аргинин, метионин, глютамин, валин, аланин, лейцин амин қышқылдары организмде маңызды функцияны атқарды. Бұл *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің дәрілік сипатын толықтыра түседі. Амин қышқылдары тіршілік үшін маңызды синтез заттары, олар өсімдіктердің барлық мүшелерінде кездеседі, кез келген биологиялық молекуланың іргелі негізін құрайтын қарапайым органикалық қосылыстар және олар организм метаболизмінің қалыпты өтуінің маңызды құрылымдық белгі болып табылады. Адам денсаулығы үшін аминқышқылдары жаңа жасушаларды құруға және зақымдалған ұлпаларды қалпына келтіруге, бұлшық еттер мен шеміршек қанқасын нығайтуға қажетті құрылыш материалы болып табылады. Олар сондай-ақ денелердің және ферменттердің өндірісіне ықпал етеді [19].

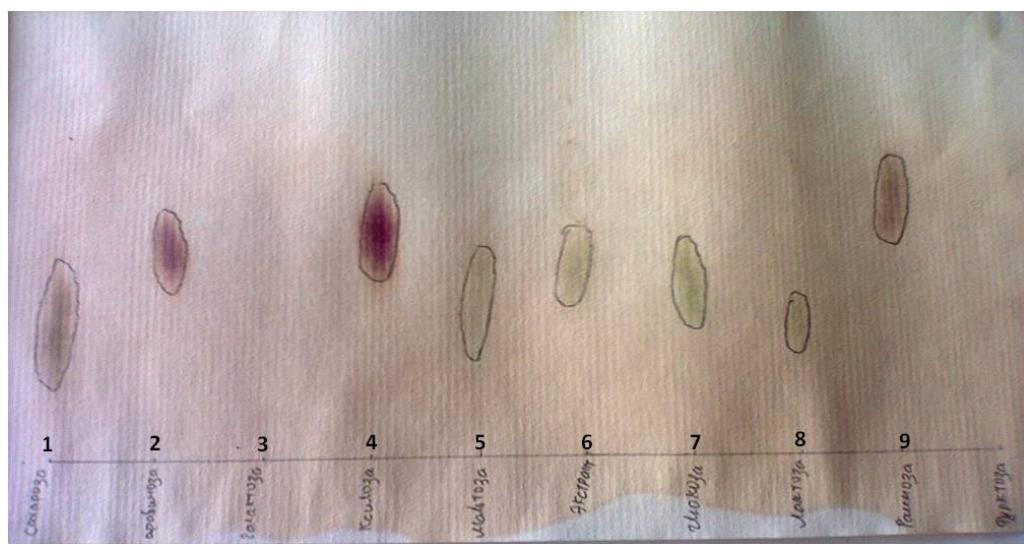
*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатында глюкоза бары анықталды. *Linaria vulgaris* Mill шикізатының құрамындағы көмірсулады анықтау үшін өсімдік шикізатының 50% сулы-спирт экстрактін алып, оны бір жүйелі қағазды хроматографияға көмірсуладың стандартты метчиктерімен қатар тамызамыз да, хроматографияны БСС жүйесіне қойып, экстракттың хроматография бойымен көтерілуін күтеміз, сосын хроматографияны алып кептіреміз де, бұл хроматограмманы *o*-толуидин (0.4 г салицил қышқылы мен 0.5 мл *o*-толуидиннің 96%-дық 10 мл этанолдағы ерітіндісі) айқындағышымен өндеп, кептіріп, 5 минут 105°С температурада қызырады, сол кезде хроматографияда көмірсуладың әр түрлі түстері пайда болады. Шыққан түстер белгілі стандартты көмірсу үлгілерімен салыстыру арқылы анықталды (3-сурет), сосын экстрактта шыққан көмірсуладың  $R_f$  мәндерін есептедік, пайда болған түстер мен  $R_f$  мәндеріне сәйкес шикізат құрамында тек глюкоза бар екені айқындалды (2-кесте). Көмірсулар өсімдіктерде ең көп тараған заттар. Олар фотосинтезінегізгі өнімдері және тыныс алудың негізгі субстраты болып табылады. Олар тамырларда, түйнектерде, тұқымдарда көп мөлшерде жиналып, кейін коректік заттар ретінде пайдаланылады. Адамның тамактануында көмірсуладың рөлі зор. Олар ең қолжетімді энергетикалық материалды білдіреді, яғни калориялардың негізгі көзі.



**2-сурет – *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатындағы амин қышқылдар бір жүйелі қағазды хроматографиясы**

**1-кесте – *Linaria vulgaris* Mill шикізатта анықталған амин қышқылдардың  $R_f$  мәндері**

Амин қышқылы	Үлгі	Стандарт амин қышқылдар, $R_f$	8-Өсімдік шикізатындағы амин қышқылдар, $R_f$
6-Аргинин		0,29	0,3
1-Метионин		0,34	0,36
4-Глютамин		0,41	0,41
9-Валин		0,50	0,49
3-Серин		0,37	0,35
5-Лейцин		0,61	0,60



**3-сурет – *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатындағы көмірсулардың бір жүйелі қағазды хроматографиясы**

**2-кесте** – *Linaria vulgaris* Mill шикізатта анықталған көмірсулардың  $R_f$  мәндері

Көмірсулар	Үлгі	Стандарт көмірсулар, $R_f$	6-Өсімдік шикізатындағы көмірсулар, $R_f$
1-Сахороза		0,23	-
2-Арабиноза		0,35	-
4-Ксилоза		0,37	-
5-Мальтоза		0,26	-
7-Глюкоза		0,28	0,29
8-Лактоза		0,21	-
9-Рамноза		0,43	-

*Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатында иленгіш заттар бар. *Linaria vulgaris* Mill шикізатының құрамындағы иленгіш заттарды анықтау үшін өсімдік шикізатының 50% сулы-спирт экстрактынан 1 мл сынауыққа құйып, үстіне 0,5 мл тұз қышқылындағы 1%-дық ванилин ерітіндісін құйғанда қара көк тұс пайда болды, біз бұдан конденсирленген тері илегіш заттар бар екені болжалды (4-сурет), ұнтақталған шикізаттың құрамындағы оның мөлшері 0,5% құрайтыны перманганатты тәсілмен анықталды.

Өсімдік табигаты полифенолды болатын, илегіш қасиеті бар органикалық заттардан тұрады. Практикалық тұрғыдан қарағанда барлық өсімдіктер құрамында гидролизденетін, конденсацияланған немесе аралас иленгіш заттар болады. Олар таниндер деп те аталып,

белоктардың функционалдық топтарымен күшті химиялық байланыс түзе алғатын фенолды қосылыстар тобы, медицинада тұтқыр заттар ретінде қолданылады [20].

Агробиостанциялық жағдайда өсірілген *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің құрамында флавоноидтар бар. Кәдімгі сиякөк шикізатының құрамындағы флавоноидтарды анықтау үшін өсімдік шикізатының 50% сулы-спирт экстрактінен 5 мл сынаулық құралына құйып, үстіне 3 мл алюминий хлоридінің 96% этанолдағы алюминий хлоридінің 1%-дық ерітіндісін құйғанда сары тұс пайда болды, біз бұдан флавоноидтар бар екенін біле аламыз (5-сурет). Сонымен қатар ұнтақталған шикізаттың құрамында оның мөлшері 1,06% құрайтыны Кверцетин бойынша анықталды.



**4-сурет** – *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатындағы иленгіш заттардың сапалық анализі



**5-сурет** – *Linaria vulgaris* Mill өсімдік шикізатындағы флавоноидтардың анализі

Флавоноидтар өсімдіктердің әртүрлі мүшеслерінде кездесетін, фенолдық құрылымы өзгермелі болатын өсімдіктің қайталама метаболиттерінің класына жататын табиги өнімдердің маңызды класы болып табылады. Қазіргі уақытта flavonoидтар әртүрлі тағамдық, фармацевтикалық және косметикалық қолданыстарда таптырмас компонент ретінде қарастырылады. Бұл олардың антиоксиданттық, қабынуға қарсы, антимутагендік және антиканцерогендік қасиеттеріне және олардың жасушалық ферменттердің негізгі қызметін модуляциялау қабілетіне байланысты. Олардың өсімдіктердің құрамында болуы, оларды қатерлі ісік, Альцгеймер ауруы (АД), атеросклероз және т.б. сияқты әртүрлі аурулармен байланысты әр түрлі қолайлы биохимиялық және антиоксиданттық әсерлері бар потенциалды препараттар ретінде пайдалануга мүмкіндік береді [21].

## Қорытынды

Алматы облысының агробиостанциялық жағдайында өсірілген *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің химиялық құрамындағы биологиялық активті заттардың мөлшерін сандық және сапалық талдау кезінде экстрактивті заттардың – 15,3%, амин қышқылдар – 1,37%, flavonoидтар

– 1,06%, тері илегіш заттар – 0,5%, көмірсулар, оның ішінде глюкозаның 0,29 % болатыны анықталды. Бұл алынған мәліметтер, бұган дейін әдебиеттерде сипатталған *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің фитохимиялық ерекшелігіне негізінен сәйкес келеді. Зерттеу жұмысының нәтижелері еліміздегі өсетін *Linaria vulgaris* Mill өсімдігінің ботаникалық және фитохимиялық сипаттамасын толықтырып, бұл өсімдікті қорғау, жерсіндіру мен шикізаттық базасын кеңейтуде өз үлесін қосады. Сонымен катар, маңызды биологиялық белсенді заттардың өсімдік құрамында анықталуы, оны реңми мәденина мен фармацевтика саласында қолданылу мүмкіндігін кеңейтеді.

## Мұдделер қақтығысы

Барлық авторлар мақала мәтінімен таныс және оларда мұдделер қақтығысының жоқтығын растайды.

## Қаржыландыру

Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі қаржыландыратын OR11465447 ғылыми зерттеу бағдарламасы аясында жүргізілді.

## Әдебиеттер

- Chen S.-L., Yu H., Luo H.-M., Wu Q., Li C.-F., Steinmetz A. Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress, and prospects // Chin. Med. – 2016. – Vol. 11. – № 1. – P. 37.
- Fitzgerald M., Heinrich M., Booker A. Medicinal Plant Analysis: A Historical and Regional Discussion of Emergent Complex Techniques // Front. Pharmacol. – 2020. – Vol. 10.
- Арыстангалиев С. А., Рамазанов Е. Р. Қазақстан өсімдіктері. – Алматы: Қазақ ССР-ның Ғылым баспасы, 1977. – 284 6.
- Мухитдинов Н. М., Мамурова А. Т. Дәрілік өсімдіктер. – Алматы: Дәүір, 2013. – 399 б.
- Мухитдинов Н. М., Паршина Г. Н. Лекарственные растения. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 308 с.
- Махлаук В.П. Лекарственные растения в народной медицине России. – Приволжск: Приволжское книжное издательство, 1992. – 478 с.
- Linaria vulgaris* Yellow Toadflax, Butter and eggs PFAF Plant Database [Electronic resource]. URL: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Linaria+vulgaris> (accessed: 30.03.2022).
- Елькипа, О. В. Морфологическая характеристика льнянки обыкновенной // Вестник Пермской государственной фармацевтической академии. – Пермь, 2012. – №9. – С. 168-169.
- Льнянка обыкновенная – Википедия [Electronic resource]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Льнянка\\_обыкновенная](https://ru.wikipedia.org/wiki/Льнянка_обыкновенная) (accessed: 29.03.2022).
- Грибы Казахстана – Статьи: Льнянка обыкновенная [Electronic resource]. URL: [http://fungi.su/articles.php?article\\_id=1738](http://fungi.su/articles.php?article_id=1738) (accessed: 29.03.2022).
- Shtephan G. Wild medical plants in the phytocenoses of the northern Kazakhstan // Med. Heal. Sci. Journal. – 2012. – Vol. 13. – P. 128–133.
- Linaria vulgaris* – Butter-and-Eggs [Electronic resource]. URL: [https://eflora.neocities.org/Linaria\\_vulgaris.html](https://eflora.neocities.org/Linaria_vulgaris.html) (accessed: 08.04.2022).

- 13 Mottaghipisheh J., Taghrir H., Dehsheikh A.B., Zomorodian K., Irajie C., Sourestani M.M., Iraji A. Linarin, a glycosylated flavonoid, with potential therapeutic attributes: A comprehensive review // Pharmaceuticals. MDPI, – 2021. – Vol. 14. – № 11. – P.1104.
- 14 Ullah A., Munir S., Badshah S.L., Khan N., Ghani L., Poulsom B.G., Emwas A.H., Jarekko M. Important Flavonoids and Their Role as a Therapeutic Agent // Molecules. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), – 2020. – Vol. 25. – № 22.
- 15 Cheriet T., Mancini I., Seghiri R., Benayache F., Benayache S. Chemical constituents and biological activities of the genus *Linaria* (Scrophulariaceae) // Nat. Prod. Res. Taylor and Francis Ltd., – 2015. – Vol. 29. – № 17. – P. 1589–1613.
- 16 Мухитдинов Н. М., Абидкулова К. Т., Курбатова Н. В., Абдолла Н. Рост и развитие *Linaria vulgaris* Mill при выращивании в культуре // Вестник КазНУ. Серия биологии. – 2011. – Т. 56. – № 6. – С. 117–119.
- 17 Андреева В. Ю., Калинкина Г. И. Исследование химического состава надземной части манжетки обыкновенной *Alchemilla vulgaris* l.s.l // Химия растительного сырья. – 2000. – № 2. – С. 78–85.
- 18 ОФС.1.5.3.0007.15 Определение влажности лекарственного растительного сырья | Фармакопея.рф [Electronic resource]. URL: <https://pharmacopoeia.ru/ofc-1-5-3-0007-15-opredelenie-vlazhnosti-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya/> (accessed: 28.04.2022).
- 19 Kumar, V., Sharma, A., Kohli, S. K., Yadav, P., Bali, S., Bakshi, P., Parihar, R. D., Yuan, H., Yan, D., He, Y., Wang, J., Yang, Y., Bhardwaj, R., Thukral, A. K. Amino acids distribution in economical important plants: a review // Biotechnol. Res. Innov. – 2019. – Vol. 3. – № 2. – P. 197–207.
- 20 Tong Z., He W., Fan X., Guo A. Biological Function of Plant Tannin and Its Application in Animal Health // Front. Vet. Sci. Frontiers Media S.A., – 2022. – Vol. 8. – P. 1597.
- 21 Panche A. N., Diwan A. D., Chandra S. R. Flavonoids: an overview. // J. Nutr. Sci. – 2016. – Vol. 5. – P. e47.

### References

- 1 Chen S.-L., Yu H., Luo H.-M., Wu Q., Li C.-F., Steinmetz A. Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress, and prospects. Chinese Medicine 11, no1 (2016): 37. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0108-7>.
- 2 Fitzgerald, Martin, Michael Heinrich, and Anthony Booker. Medicinal Plant Analysis: A Historical and Regional Discussion of Emergent Complex Techniques. Frontiers in Pharmacology 10, (2020). <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01480>.
- 3 Arystangaliev S.A, Ramazanov E.R. Qazaqstan osimdirikteri [Plants of Kazakhstan]. Almaty: Science Publishing House of the Kazakh SSR, 1977 [In Kazakh].
- 4 Mukhitdinov N.M., Mamurova A.T. Darilik osimdirikter [Medicinal plants]. Almaty: Daur, 2013 [In Kazakh].
- 5 Mukhitdinov NM, Parshina GN Lekarstvennyye rasteniya [Medicinal plants]. Almaty: Kazakh University, 2002 [In Russian].
- 6 Makhlaik V.P. Lekarstvennyye rasteniya v narodnoy meditsine [Medicinal plants in folk medicine]. Russia: Privilzhskoe book publishing house, 1992 [In Russian].
- 7 *Linaria vulgaris* Yellow Toadflax, Butter and eggs PFAF Plant Database (Electronic resource). URL: <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Linaria+vulgaris>. (accessed: 30.03.2022).
- 8 Elkipa O.V. Morfologicheskaya kharakteristika l'nyanki obyknovennoy [Morphological characteristics of the toadflax]. Bulletin of the Perm State Pharmaceutical Academy, no 9 (2012): 168-169. [In Russian].
- 9 L'nyanka obyknovennaya [Yellow Toadflax] (Electronic resource). URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Льнянка\\_обыкновенная](https://ru.wikipedia.org/wiki/Льнянка_обыкновенная). (accessed: 29.03.2022).
- 10 Griby Kazakhstana – Stat'i: L'nyanka obyknovennaya [Mushrooms of Kazakhstan – Articles: Toadflax]. (Electronic resource). URL: [http://fungi.su/articles.php?article\\_id=1738](http://fungi.su/articles.php?article_id=1738). (accessed: 29.03.2022).
- 11 Shtephan G. Wild medical plants in the phytocenoses of the northern Kazakhstan. Med. Heal. Sci. Journal 13, (2012):128–133.
- 12 *Linaria vulgaris* – Butter-and-Eggs. (Electronic resource). URL: [https://eflora.neocities.org/Linaria\\_vulgaris.html](https://eflora.neocities.org/Linaria_vulgaris.html). (accessed: 08.04.2022).
- 13 Mottaghipisheh J., Taghrir H., Dehsheikh A.B., Zomorodian K., Irajie C., Sourestani M.M., Iraji A. Linarin, a glycosylated flavonoid, with potential therapeutic attributes: A comprehensive review. Pharmaceuticals 14, no 11 (2021): 1104. <https://doi.org/10.3390/PH14111104/S1>.
- 14 Ullah A., Munir S., Badshah S.L., Khan N., Ghani L., Poulsom B.G., Emwas A.H., Jarekko M. Important Flavonoids and Their Role as a Therapeutic Agent. Molecules 25, no 22 (2020). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25225243>.
- 15 Cheriet, Thamere, Ines Mancini, Ramdane Seghiri, Fadila Benayache, and Samir Benayache.. Chemical Constituents and Biological Activities of the Genus *Linaria* (Scrophulariaceae)." Natural Product Research 29, no 17 (2015): 1589–1613. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.999243>.

- 16 Mukhitdinov N.M., Abidkulova K.T., Kurbatova N.V. Abdolla N. Rost i razvitiye *Linaria uvgaris* Mill pri vyrashchivaniï v kul'ture [Growth and development of *Linaria uvgaris* Mill when grown in culture]. Vestnik KazNU. Biology Series 56, no 6 (2011):117–119. [In Russian].
- 17 Andreeva V. Yu., Kalinkina G. I. Issledovaniye khimicheskogo sostava nadzemnoy chasti manzhetki obyknovennoy *Alchemilla vulgaris* l.s.l [Investigation of the chemical composition of the aerial part of the common mantle *Alchemilla vulgaris* l.s.l]. Chemistry of plant raw materials, no 2 (2000): 78–85. [In Russian].
- 18 OFS.1.5.3.0007.15 Opredeleniye vlazhnosti lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya | Farmakopeya.rf [OFS.1.5.3.0007.15 Determination of moisture content of medicinal plant materials | Pharmacopoeia.rf ] (Electronic resource). URL: <https://pharmacopoeia.ru/ofc-1-5-3-0007-15-opredelenie-vlazhnosti-lekarstvennogo-rastitelnogo-syrya/>. (accessed: 28.04.2022).
- 19 Kumar, V., Sharma, A., Kohli, S. K., Yadav, P., Bali, S., Bakshi, P., Parihar, R. D., Yuan, H., Yan, D., He, Y., Wang, J., Yang, Y., Bhardwaj, R., Thukral, A. K. Amino acids distribution in economical important plants: a review. Biotechnol. Res. Innov. 3, no 2 (2019): 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.06.004>.
- 20 Tong Z., He W., Fan X., Guo A. Biological Function of Plant Tannin and Its Application in Animal Health. Front. Vet. Sci. 8, (2022): 1597. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.803657>.
- 21 Panche, A. N., A. D. Diwan, and S. R. Chandra. 2016. Flavonoids: An Overview. Journal of Nutritional Science 5, (2016): e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>.

**Қ.Қ. Құлымбет<sup>1,2\*</sup>, Н.М. Мухитдинов<sup>1</sup>, А.К. Калыбаева<sup>1,2</sup>,**  
**А.Б. Садуахас<sup>2</sup>, А.А. Тастанбекова<sup>1</sup>, К.М. Тыныбаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимияғының зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

## **СИРЕК, ДӘРІЛІК *ADONIS TIANCHANICA* (ADOLF) LIPSCH. ТҮРІНІҢ ТАРАЛУ АЙМАҒЫНДАҒЫ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙДЫҢ ӨЗГЕРІСТЕРІНЕ МОНИТОРИНГ**

Мақалада сирек, дәрілік *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf). түрінің таралған аймақтарындағы климаттық өзгерістерді геоакпараттық жүйелер (ГАЖ) әдісінің көмегімен мониторинг жүргізілген. Түр таралған аймақтар: популяция 1 – Кеген асуы, популяция 2 – Жонғар Алатауы (Текели), популяция 3 – Теріскей Алатауы. Мақалада климаттық сипаттайтын 19 түрлі мәліметтер базасы қарастырылған және барлық дереккорлар базасына сілтеме берілген.

Дереккорлар базасының екеуін салыстыру үшін CHELSA 2.1 (CA) мен WorldClim v1, v2 (WC) таңдағап алынды. Деректер базасының сипаттамасында кеңістіктік ақпарат (деректердің рұқсаттылығы мен кеңістіктік масштабы), кезеңдер (қамтылатын кезеңдер мен деректер жиілігі), негізгі маңызды климаттық ақпараттар (температура, жауын-шашын) есепке алынды. Деректер жиынтығы айлар бойынша қол жетімді болғанда, салыстыру үшін ұзақ мерзімді орташа мәндер есептелді (1980-1999, 2000-2018 жж.). Карталар санын азайту үшін тек жылдық мәндер салыстырылды.

Орташа ауа температурасы және жауын-шашынның түсү мәлшері бойынша осы кезеңдерден (1980-1999, 2000-2018 жж.) 2 мәліметтер база бойынша 16 карта құрылды, оларда келтірілген мәліметтер салыстырылды және баға берілді. Ауа температурасы бойынша – орташа және орташа максималды, айырмашылықтардың пайыздық, көрсеткіштері, максималды, минималды температуралар жайлар ақпараттар берілді. Жауын-шашын мәлшері бойынша 1980-1999, 2000-2018 жж. аралығындағы – орташа жауын-шашынның түсү мәлшерінің мәндері келтірілді.

Мұндай салыстыру дереккорды тексеру емес екенін айта кетуіміз керек. Эксперттік білімге сәйкес тиісті үлестірімі бар айнымылаларды ғана салыстырып, ұсына аламыз және басқалардан айтарлықтай ерекшеленетін мәліметтер базасынан аулақ бола аламыз (мысалы, температура үшін WorldClim v2).

**Түйін сөздер:** *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf), эндем, популяция, климат, Жонғар Алатауы, Теріскей Алатауы, температура, жауын-шашын.

K.K. Kulymbet<sup>1,2\*</sup>, N.M. Mukhitdinov<sup>1</sup>, A.K. Kalybayeva<sup>2</sup>,  
 А.Б. Садуахас<sup>2</sup>, А.А. Тастанбекова<sup>1</sup>, К.М. Тұнубайева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

### **Monitoring of natural and climate changes in the distribution area of the rare medicinal species *Adonis Tianschanica* Lipsch (Adolf)**

The article monitors climatic changes in the distribution zones of the rare, medicinal species *Adonis tianschanica* Lipsch using the GIS method. Distribution areas of the species: population 1 – Kegen Pass, population 2 – Dzungarian Alatau (Tekeli), population 3 – Terskei Alatau. The article discusses 19 different databases describing the climate, and provides a link to all databases.

To compare the two databases, CHELSA 2.1 (CA) and WorldClim v1, v2 (WC) were selected. The description of the database took into account spatial resolution (data tolerance and spatial scale), periods (covered periods and frequency of data), the main important climatic information (temperature, precipitation). When the data set was available by month, long-term averages were calculated for comparison (1980-1999, 2000-2018). To reduce the number of maps, only annual values were compared.

According to the average temperature and the amount of precipitation for these periods (1980-1999, 2000-2018), 16 maps were compiled for 2 databases in which the data were compared and evaluated.

According to the air temperature – the average and maximum average, information is given about the percentage of differences, maximum, minimum temperatures. According to the amount of precipitation 1980-1999, 2000-2018, information on precipitation on average for the period is provided.

We have to say that such a comparison is not a database check. According to expert knowledge, we can compare and represent only variables with the appropriate distribution and avoid databases that differ significantly from others (for example, WorldClim v2 for temperature).

**Key words:** *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf), endem, population, climate, Dzungarian Alatau, Terskey Alatau, temperature, precipitation.

К.К. Кұлымбет<sup>1,2\*</sup>, Н.М. Мухитдинов<sup>1</sup>, А.К. Калыбаева<sup>2</sup>,  
А.Б. Садуахас<sup>2</sup>, А.А. Тастанбекова<sup>1</sup>, К.М. Тыныбаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский научно-исследовательский институт почвоведения  
и агрохимии имени У.У. Успанова, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: qulymbet.qanat@gmail.com

### Мониторинг климатических изменений в ареале распространения редкого лекарственного вида *Adonis Tianschanica* Lipsch (Adolf)

В статье проведен мониторинг климатических изменений в зонах распространения редкого лекарственного вида *Adonis tianschanica* Lipsch с помощью метода ГИС. Ареалы распространения вида: популяция 1 – перевал Кеген, популяция 2 – Джунгарский Алатау (Текели), популяция 3 – Терской Алатау. В статье рассмотрены 19 различных баз данных, описывающих климат, и приведена ссылка на все базы данных.

Для сравнения двух баз данных выбраны CHELSA 2.1 (CA) и WorldClim v1, v2 (WC). В описании базы данных учитывались пространственное разрешение (допустимость и пространственный масштаб данных), периоды (охватываемые периоды и частота данных), основная важная климатическая информация (температура, осадки). Когда набор данных был доступен по месяцам, для сравнения были рассчитаны долгосрочные средние значения (1980-1999, 2000-2018 гг.). Для уменьшения количества карт сравнивались только годовые значения.

По средней температуре воздуха и количеству выпадения осадков за эти периоды (1980-1999, 2000-2018 гг.) составлено 16 карт по 2 базам данных, в которых сравнивались и оценивались приведенные данные. По температуре воздуха – средняя и максимальная средняя, даны сведения о процентах различий, максимальных, минимальных температурах. По количеству осадков 1980-1999, 2000-2018 гг. приведена информация о выпадении осадков в среднем за период.

Мы должны сказать, что такое сравнение не является проверкой базы данных. В соответствии с экспертными знаниями мы можем сравнивать и представлять только переменные с соответствующим распределением и избегать баз данных, которые значительно отличаются от других (например, WorldClim v2 для температуры).

**Ключевые слова:** *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf), популяция, климат, Джунгарский Алатау, Терской Алатау, температура, осадки.

## Кіріспе

Сонғы уақытта әлем жұртшылығының әкожүйелер мен олардың жеке компоненттерінің климаттың өзгеруіне реакциясын зерттеуге деңгей қызығушылығы жер шарының көптеген аймақтарында болып жатқан жылынудың салдарын бағалау және осы процестердің жалғасуымен биосфера дағы мүмкін болатын өзгерістердің ғаламдық моделін жасау қажеттілігі тууда.

Тау әкожүйелері Орталық Азиядағы климатты реттеуде маңызды рөл атқарады. Өткен ғасырда климаттың өзгеруі осы әкожүйелерге айтарлықтай әсер етті, бұл тек таулы жерлерде немесе олардың жанында тұратын адамдарға ғана емес, сонымен бірге бүкіл аймаққа әсер етеді [1].

Биік таулы аймақтардың әкожүйелері мен қауымдастықтары климаттың өзгеруіне өте сезімтал, өйткені олар экстремалды климаттың және топырак-жер жағдайында өседі, ал термиялық градиенттер мен олармен анықталған өсімдік аймақтарының шекаралары бір-бірінен өте қысқа қашықтықта орналасқан. Сондықтан температураның 3°C-ка көтерілуі климаттың шекаралардың жүзделген метрге көтерілуіне әкелуі мүмкін, бұл жеке өсімдіктер белдеулерінің орташа енінен асып түседі және биотадағы маңызды өзгерістерді анықтайды, бұл көптеген таулы түрлердің, өсіресе аласа таулардың шындарымен шектелген әкожүйелердің жойылуына әкелуі мүмкін [2].

Солтүстік Тянь-Шань – Кетментау, Іле Алатауы, Қынгей Алатау, Теріскей Алатауының

солтүстік беткейлері, Талас Алатауы мен Қаратауды қамтитын үлкен тау жүйесі. Құнгей Алатауының Қазақстанға оның шығыс бөлігінің солтүстік беткейлері ғана кіреді. Жотаның орташа биіктігі теңіз деңгейінен 3500 м-ден аспайды және тек жекелеген шыңдар 4500 м және одан жоғарыға, ал ен төменгі нүктелері 1600 м биіктікке жетеді.

Климаттық жағдайларға абсолютті биіктік, экспозиция және беткейлердің көлбеуі үлкен әсер етеді. Ауаның орташа жылдық температурасы  $5-6^{\circ}\text{C}$ ; шілдедегі орташа температура  $+15^{\circ}\text{C}$ ; қысқы кезеңде орташа температура  $-5^{\circ}\text{C}$ -ке тең [3].

Құнгей мен Теріскей Алатауында кейде тамызда қар жауып, қатты суытады. Тіпті мамыр-маусым айларында да аяз жиі болады. Нағыз жаз шілдеде ғана келеді. Көп жауын-шашын мамыр айында түседі.

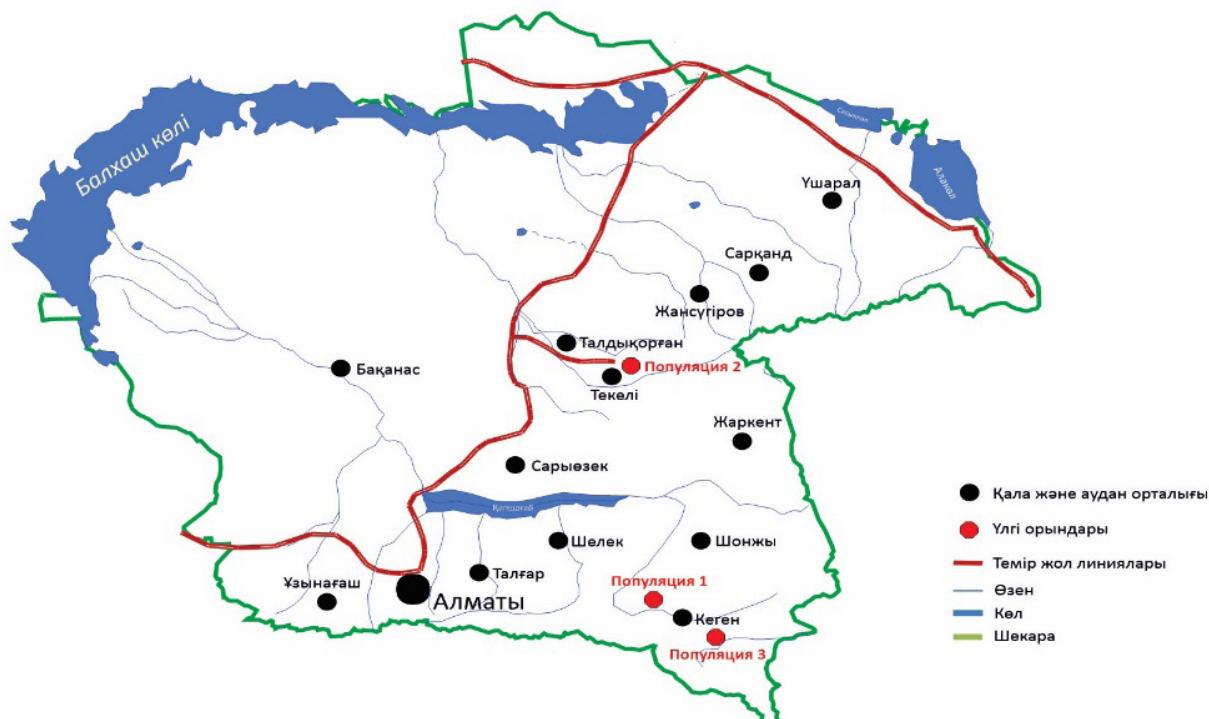
Іле Алатауының солтүстік беткейінде тіпті қыс айларының өзінде жылы күндер жиі болады. Құндіз қар ериді, түнде шалшықтарды мұз базып қалады. Ауа-райының мұндай күрт өзгеруі тау жынысына деструктивті әсер етеді.

Жонғар Алатауының солтүстік макробеткейлер ылғалды солтүстік-батыстағы ауа ағымдары үшін ашиқ және скринингтік тосқауыл әсерін атқарады, сондықтан ылғалды климат пен ерекшеленеді (жауын-шашының жылдық мөлшері – 400-500 мм) [4-5].

Рельефтің, климаттың, аналық жыныстардың және топырактың алуан түрлілігі Солтүстік Тянь-Шань өсімдіктерінде үлкен өзгергіштік тудырады. Зерттеушілер Л. Грибанов, И. Лагов [6] Солтүстік Тянь-Шань өсімдіктерінің бірегейлігін атап өтті. Авторлар мұндай ерекшелікі мал жаюмен, орман өрттерімен және қар көшкінінің әрекетімен түсіндіреді.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде *A. tianschanica* түрінің популяцияларындағы климаттық өзгерістер алынды. Алматы облысы бойынша 3 популяциясы анықталды: Кеген асуы (популяция 1), Текелі, Жонғар Алатауы (популяция 2), Теріскей Алатау (популяция 3) (1-сурет).



1-сурет – Алматы облысындағы *Adonis tianschanica* Lipsch (Adolf). түрінің зерттелген аймактары

*A. tianschanica* түрінің таралу аймағындағы соңғы 40 жылдағы климаттық жағдайы мен өзгерістеріне геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) әдісін қолдана отырып мониторинг жүргізді.

Үшіліми әдебиеттердегі зерттеулерді қолдана отырып, біз әлемдік масштабта қол жетімді ГАЖ дерекқорларын түгендедік және олар әртүрлі критерийлерге сәйкес бағаланды:

- 1) Қолданыстағы климаттық параметрлер;
- 2) Кеңістіктік рұқсаттылығы (resolution);
- 3) Кезеңдер. Бұл мәліметтер базасында жауын-шашиң, орташа температура және қар, ылғалдылық секілді климаттық параметрлер болуы керек. Жоғары кеңістіктік рұқсаттылық бізге нақты ақпарат береді, сондықтан аймақтық кеңістіктік өзгерістерді сипаттайтын ақпаратты табу өте маңызды. Біз таңдалған мәліметтер базасын 25 км-ге дейін кеңістіктік рұқсаттылықпен шектедік. Мұндағы мақсатымыз, кеңістіктік рұқсаттылықтың дәлдігі қаншалықты төмен болса (км), ондағы деректердің дұрыс болу ықтималдылығы артады.

Бізді ұзақ уақыт бойы айлық уақыт ауқымында қол жетімді мәліметтер жиынтығы қызықтырды. Барлық осы мәліметтер жиынтығы

бағаланды, бірақ мүмкін болғанынша, біз деректерді айлар бойынша іздедік.

Деректер жиынтығы айлар бойынша қол жетімді болған кезде, салыстыру үшін ұзақ мерзімді орташа мәндерді есептедік (1980-1999, 2000-2018 жж.). Карталар санын азайту үшін тек жылдық мәндер салыстырылды.

ArcGIS *spatial analyst* құралдарын қолдана отырып таңдалған климаттық мәліметтер базасы және ол жерден Алматы облысының территориясын қып алу, салыстыру және зерттелетін аумақтық климаттық ерекшеліктері бақыланды.

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Біз климатты сипаттайтын 19 түрлі мәліметтер базасын қарастырық (1-кесте). 1-кестеде қол жетімді параметрлері мен сілтемелері бар мәліметтер базасы көрсетілген. Деректер базасында сипаттамасында кеңістіктік ақпарат (деректердің рұқсаттылығы мен кеңістіктік масштабы), период (қамтылатын кезеңдер мен деректер жиілігі), негізгі маңызды климаттық ақпараттар (*температура, жауын-шашиң*) есепке алынды.

1-кесте – Климатты қалыптастыру компоненттері туралы ГАЖ мәліметтер жиынтығы [7-22]

Деректер жиынтығы	Кеңістік		Кезеңдер			Климаттық критерий					Әдебиеттер	
	Дәлд.	Масш.	Жылдар	Жиілік	Тип	Температура			ЖШ	Қ		
						max	min	ортa				
1 <a href="#">CHELSA 2.1</a>	1 км	GL	1979-2018	Ай	A	*	*	*	*	*	(Karger et al. 2017)	
2 <a href="#">CHELSAcruts</a>	1 км	GL	1901-2016	Ай	A	*	*		*	*	(Karger et al. 2017)	
3 <a href="#">CM SAF</a>	25 км	GL	1983-2005	Ай	A					*	(Pfeifroth et al. 2019)	
4 <a href="#">CPC-Global</a>	50 км	GL	1981-2010	Күн	O					*	(Xie et al. 2007)	
5 <a href="#">CRU TS v4.02</a>	50 км	GL	1901-2017	Ай	A	*	*	*	*	*	(Harris et al. 2014)	
6 <a href="#">ERA-Interim</a>	80 км	GL	1979-2010	Ай	O				*	*	(Berrisford et al. 2011)	
7 <a href="#">GHCN-M v3</a>	500км	GL	1880-2019	Ай	O	*	*	*	*	*	(Lawrimore et al. 2011)	
8 <a href="#">Global-AEZ</a>	50 км	GL	1961-1990	Ай	O	*	*	*	*	*	(Fischer and Heilig 1997)	
9 <a href="#">GI-Aridity/ETO</a>	1 км	GL	1970-2000	Ай	O						(Trabucco and Zomer 2018)	
10 <a href="#">GI-Aridity/PET</a>	1 км	GL	1950-2000	Ай	O						(Trabucco and Zomer 2018)	
11 <a href="#">Global-SWB</a>	1 км	GL	1950-2000	Ай	O				*		(Trabucco and Zomer 2019)	
12 <a href="#">GPCC/FD_M</a>	25 км	GL	1891-2016	Ай	O				*		(Rudolf 2018)	
13 <a href="#">ISCCP D</a>	30 км	GL	1983-2006	Ай	A						(Schiffer and Rossow 1983)	
14 <a href="#">NCEP/NCAR</a>	210км	GL	1948-2019	Күн	O	*	*	*	*	*	(Kalnay et al. 1996)	
15 <a href="#">PRECL</a>	50 км	GL	1948–2019	Ай	O				*		(Chen et al. 2002)	

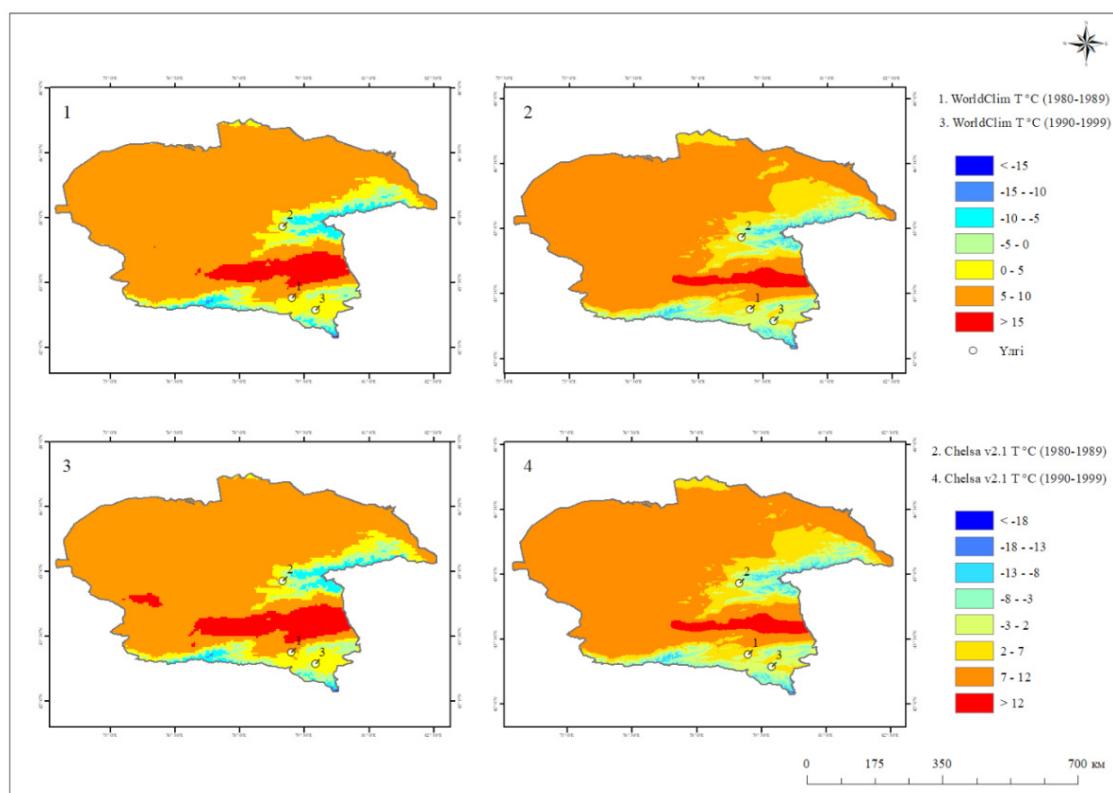
Деректер жиынтығы	Кеңістік		Кезеңдер			Климаттық критерий				Әдебиеттер	
	Дәлд.	Масш.	Жылдар	Жиілік	Тип	Температура			ЖШ	К	
						max	min	орта			
16 <a href="#">TerraClimate</a>	4 км	Gl	1958-2015	Жыл	Ж	*	*	*	*		(Abatzoglou et al. 2018)
17 <a href="#">UDEL data</a>	50 км	GL	1900-2017	Ай	O	*	*	*	*		(Menne et al. 2012)
18 <a href="#">WorldClim v1</a>	25 км	GL	1960-2018	Ай	O	*	*	*	*		(Hijmans et al. 2005)
19 <a href="#">WorldClim v2</a>	25 км	GL	1970-2018	Ай	O	*	*	*	*		(Fick and Hijmans 2017)

Ескерту: Дәлд. – деректер дәлдігі; Масш. – масштаб: GL – әлемдік масштаб, Жылдар – қол жетімді жылдар; Жиілік – деректер жиілігі; Тип: А – бір айлық деректер, О – орташа деректер, Ж – жылдық деректер; ЖШ – жауын-шашын; К – қар

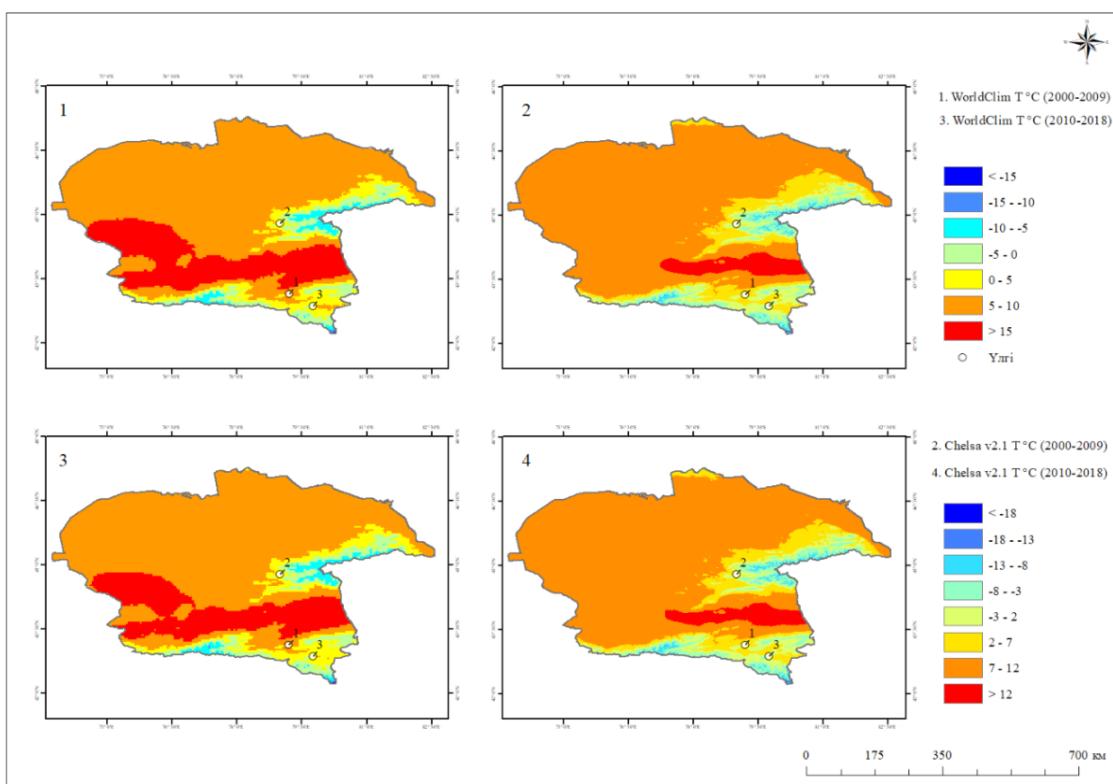
Анықталған 19 дерекқорлар базасының екеуін салыстыру үшін CHELSA 2.1 (CA) мен WorldClim v1, v2(WC) таңдарап алынды. Онда бізге қажетті параметрлер, кеңістіктік рұқсаттылығы (25 км-ге дейін) және тиісті кезеңдер қол жетімді болды.

Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы орташа ауа температурасының ( $t_{\text{avg}}$ ) жылдық көрсеткіштерін салыстыру.

Осы кезеңде климаттың өзгеруі туралы мәліметтер базасы арасындағы  $T^{\circ}\text{C}$  айырмашылықтарды бағалау үшін 8 карта құрылды (2, 3-сурет).



2-сурет – Алматы облысындағы  $T^{\circ}\text{C}$  (1980-1999 жж.) орташа жылдық температурасын *WorldClim v2* және *CHELSA v2.1* деректер базасымен салыстыру



**3-сурет** – Алматы облысындағы  $T^{\circ}\text{C}$  (2000-2018 жж.) орташа жылдық температурасын *WorldClim* v2 және *CHELSA* v2.1 деректер базасымен салыстыру

*CHELSA* 2.1 1979 жылдан бастап жыл сайын айлар туралы ақпаратта ие және максималды, минималды және орташа температурага ие. *CHELSA* 2.1 мәліметтер базасының құрылымына байланысты біз 1980-2018 жылдар (39 жыл 12 ай бойынша) аралығындағы орташа жылдық температураны есептеу үшін 468 карта жүктедік.

*WorldClim* v2 1970 жылдан бастап әр жыл үшін айлар туралы ақпаратта ие және тек максималды және минималды температурага ие болғандықтан, біз максималды және минималды температураны есептеу арқылы орташа температураны алдық.

1980-1999 және 2000-2018 жылдар аралығындағы орташа айлық температураны есептеу үшін (1980 – 2018) Біз  $T_{\min}$  және  $T_{\max}$  936 карта жүктеге арқылы есептедік. Нактырақ, әрбір жылдардағы 12 ай бойынша максимум және минимум мәліметтері жүктелінді.

Орташа және орташа максималды мән арасындағы қатынастар 2-кестеде көлтірілген. Кестеде әрбір 10 жылдықтар бойынша ауа температурасы қарастырылған. Сонымен қатар, орташа мән мен орташа максималды айырмашылықпен

қоса олардың арасындағы айырмашылықтардың пайыздық көрсеткіштері де көрсетілген. Максималды орташа мән – бұл әрбір 10 жыл ішіндегі орташа ауа температурасының максималды көрсеткіші.

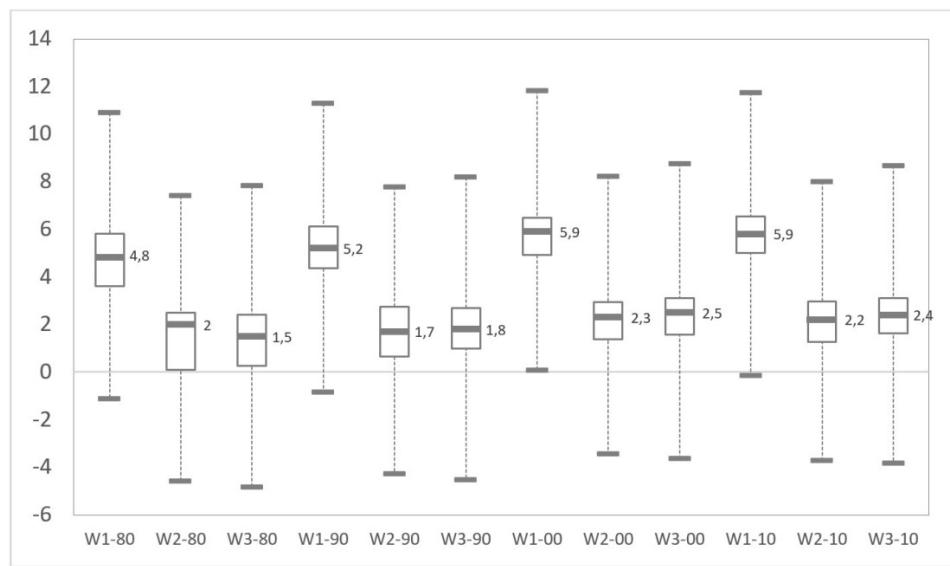
*WorldClim* v2 деректер базасындағы біз алған 1980...2018 жж. бойынша климаттық көрсеткіштер төменде көрсетілген (4-сурет).

*WorldClim* деректері бойынша популяция 1 – W1, популяция 2 – W2, популяция 3 – W3 ретінде шифрленген және жылдардың да бастапқы сандары ғана көрсетілген, мысалы: W1-80-*WorldClim* 1980-1989 жж., дәл осы ретпен басқалары да орналастырылған. Кеген асуы бойынша (W1) ауа температурасының жылынуы көрінеді. Нактырақ, Кеген асуы бойынша 1980-2018 жж. аралығында орташа ауа температурасының  $+1,1^{\circ}\text{C}$  дейін көтерілуі байқалады. Дәл осы ретпен Жонғар Алатауы (W2) бойынша да ауа температурасы  $+0,2^{\circ}\text{C}$  артқан. Теріскей Алатауы (W3) ауа температурасының өзгеруі  $+0,9^{\circ}\text{C}$  көрсетеді.

Максималды ауа температурасы бойынша, W1:  $+10,89^{\circ}\text{C} - +11,73^{\circ}\text{C}$ , W2:  $+7,4^{\circ}\text{C} - +8^{\circ}\text{C}$ , W3:  $+7,81^{\circ}\text{C} - +8,66^{\circ}\text{C}$  дейін артқан.

**2-кесте** – 1980-1989, 2000-2009 жылдардағы (жасыл) және 1990-1999, 2010-2018 жылдардағы (көк) деректер базалары арасындағы ауа температурасының орташа айырмашылықтары

Деректер базасы	Максималды орташа айырмашылық		Орташа айырмашылық		Айырмашылықтардың пайыздық көрсеткіші	
	1980-1989	1990-1999	1980-1989	1990-1999	1980-1989	1990-1999
CHELSA v2.1	1. 1,86	1. 2,18	1. 1,05	1. 1,15	1. 44%	1. 47%
	2. 1,21	2. 1,54	2. 0,42	2. 0,61	2. 65%	2. 60%
	3. 0,73	3. 0,91	3. -0,31	3. -0,06	3. 57%	3. 93%
WorldClim v2	1. 5,80	1. 6,13	1. 4,80	1. 5,20	1. 17%	1. 15%
	2. 2,50	2. 2,75	2. 2,00	2. 1,70	2. 20%	2. 38%
	3. 2,40	3. 2,70	3. 1,50	3. 1,80	3. 37%	3. 33%
2000-2009		2010-2018	2000-2009	2010-2018	2000-2009	2010-2018
CHELSA v2.1	1. 2,35	1. 1,82	1. 1,60	1. 1,40	1. 32%	1. 23%
	2. 1,30	2. 2,13	2. 0,85	2. 0,89	2. 35%	2. 58%
	3. 0,77	3. 1,33	3. 0,18	3. 0,25	3. 76%	3. 81%
WorldClim v2	1. 6,47	1. 6,53	1. 5,90	1. 5,90	1. 9%	1. 9%
	2. 2,95	2. 2,98	2. 2,30	2. 2,20	2. 22%	2. 26%
	3. 3,11	3. 3,12	3. 2,50	3. 2,40	3. 20%	3. 23%



(Ескерту: – жоғарысызық орташа максималды температура, төменгісзық орташа минималды және ортанғы сзыық орташа температура, – максималды температура, – минималды температура)

**4-сурет** – 1980-2018 жылдардағы *WorldClim v2* базасы бойынша Алматы облысындағы орташа ауа температурасы

Ал минималды ауа температурасы: W1: -1,14°C – -0,17°C, W2: -4,58°C – -3,72°C, W3: -4,84°C – -3,84°C дейін өзгерген. Нактырақ, W1: +0,9°C, W2: +0,8°C, W3: +1°C көтерілуі байқалған.

*CHELSA v2.1* деректер базасы бойынша 1980-2018 жылдардағы климаттық өзгерістер

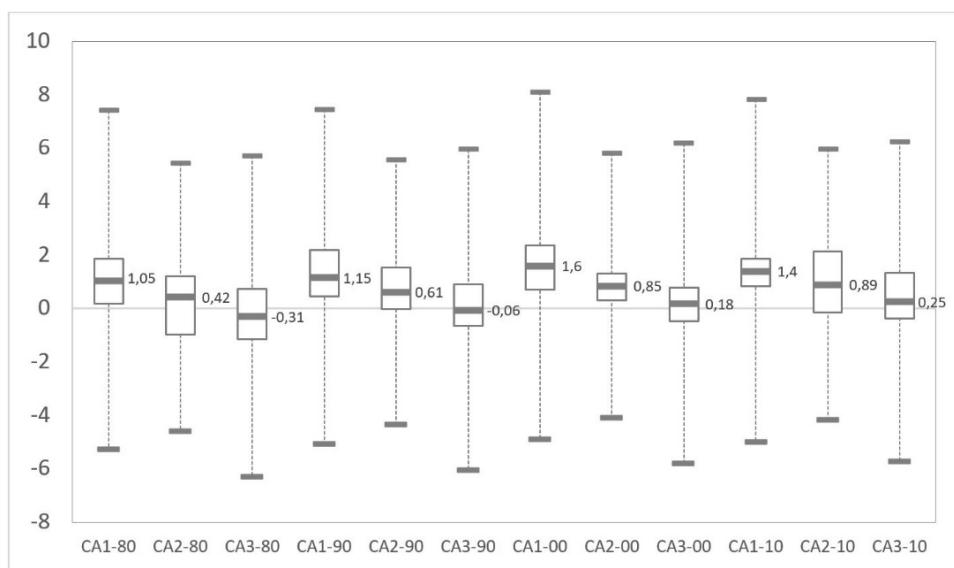
(5-сурет). *CHELSA v2.1* деректері бойынша популация 1 – CA1, популация 2 – CA2, популяция 3 – CA3 ретінде қысқартылды. Кеген асуы (CA1) бойынша 1980-2018 жж. аралығында орташа ауа температурасының +0,55°C дейін көтерілуі байқалды. Дәл осы ретпен Жонғар Алатауы (CA2) бойынша да ауа температура-

сы  $+0,47^{\circ}\text{C}$  дейін 2010-2018 жылдары артқан. Терісқе Алатауы (CA3) ая температурасының өзгеруі  $+0,56^{\circ}\text{C}$  көрсетеді. Барлық  $T_{\text{опта}}$  туралы ақпараттар 1980-1989 жылдармен салыстырылды.

Максималды ая температурасы бойынша CA1:  $+6,94^{\circ}\text{C} - +7,42^{\circ}\text{C}$ , CA2:  $+5,42^{\circ}\text{C} - +6,29^{\circ}\text{C}$ , CA3:  $+5,21^{\circ}\text{C} - +5,95^{\circ}\text{C}$  дейін артқан. Минималды ая температурасы: CA1:  $-5,82^{\circ}\text{C} - -5,34^{\circ}\text{C}$ , CA2:  $-4,62^{\circ}\text{C} - -4,06^{\circ}\text{C}$ , CA3:  $-7,05^{\circ}\text{C}$

$-6,41^{\circ}\text{C}$  дейін өзгерген. Нактырақ, CA1:  $+0,48^{\circ}\text{C}$ , CA2:  $+0,56^{\circ}\text{C}$ , CA3:  $+0,64^{\circ}\text{C}$  дейін көтерілген.

*CHELSA* деректер базасы Алматы облысы үшін іріктең таңдалған базаның бірі және біз олар Алматы облысы бойынша метеорологиялық станциялардың негұрлым қолайлы жиынтығын пайдаланады деп болжай аламыз және олар басқа да әлемдік дереккөрларға қарағанда анағұрлым өзекті деректерді ұсына алады.



(Ескерту: – жоғары сызық орташа максималды температура, төмөнгі сызық орташа минималды және ортаңғы сызық орташа температура, – максималды температура, – минималды температура)

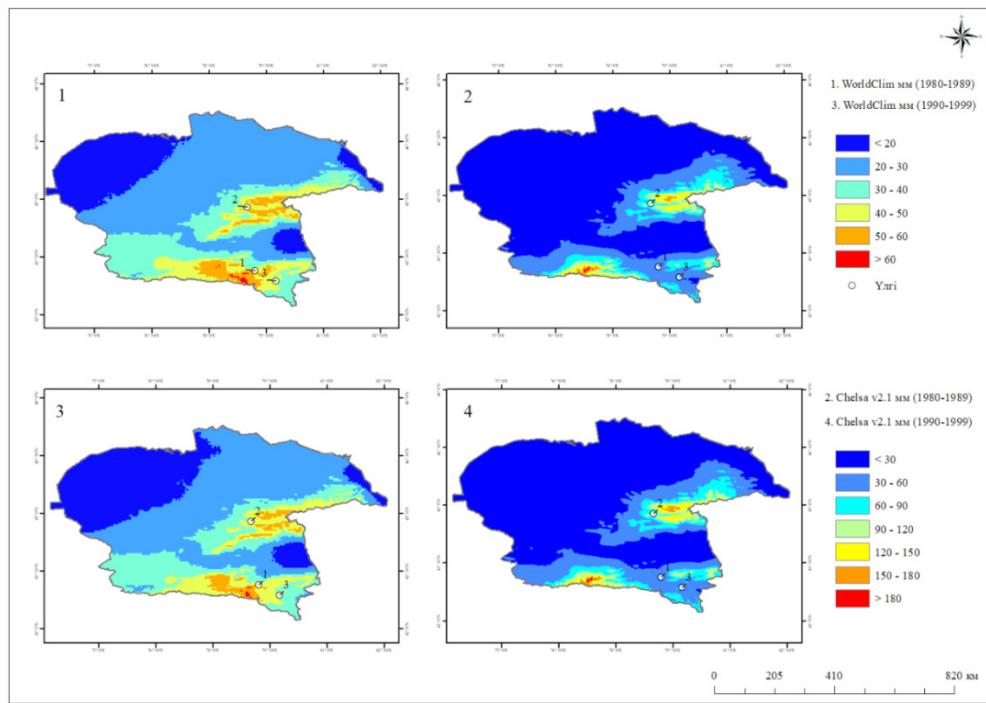
5-сурет – 1980-2018 жылдардағы *CHELSA v2.1* базасы бойынша  
Алматы облысындағы орташа ая температурасы

Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы әр түрлі дереккөздер бойынша жауын-шашынның жылдық көрсеткіштерін салыстыру.

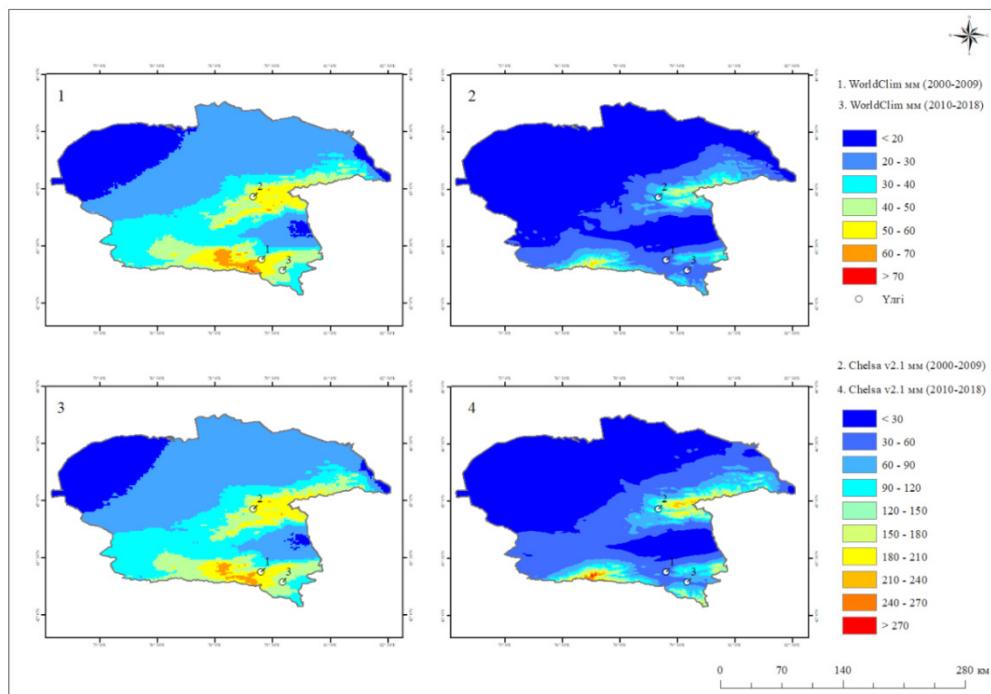
Егер температура үздіксіз шама болса, онда жауын-шашын дискретті құбылыс. Сондықтан біз температуралы талдау кезіндегідей, қарастырылып отырған аймақтың аумағы үшін біркелкілікті ала алмадық. Алматы облысы бойынша жылдық жауын-шашын мөлшері 1980...1999 және 2000...2018 жылдар кезеңінде салыстырылды. Біз 8 картаны салыстырып, олардың айырмашылықтарын бағаладық (6, 7-сурет). *CHELSA v2.1* *WorldClim v2*-ге қарғанда жауын-шашынның жоғары мәнін көрсетті.

*WorldClim v2* жазық жерлерде жақсы сәйкестікті көрсетті, бірақ таулы аймақта *CHELSA v2.1* айтартықтай жоғары мәндерді көрсетеді.

*CHELSA v2.1* дереккөры басқалармен салыстырганда маңызды айырмашылықтарды көрсетті, таудағы айырмашылықтар 200 мм-ден асуы мүмкін. 6-7 суретте біз *WorldClim v2* үшін ең аз орташа айырмашылық табылғанын байқаймыз. Бұл 3-кестеде дәлірек расталған. Жалпы, *CHELSA v2.1* осы уақыт шкаласымен салыстыру үшін басқалардан айтартықтай ерекшеленетін мәндерді көрсетті, кем дегенде *CHELSA v2.1* жауын-шашынның климаттық көрсеткішіне жақын болды (3-кесте).



6-сурет – *WorldClim v2* және *Chelsa v2.1* деректер базасынан Алматы облысындағы жылдық (1980-1999 жж.) жауын-шашын мөлшерін салыстыру



7-сурет – *WorldClim v2* және *CHELSEA v2.1* деректер базасынан Алматы облысындағы жылдық (2000-2018 жж.) жауын-шашын мөлшерін салыстыру

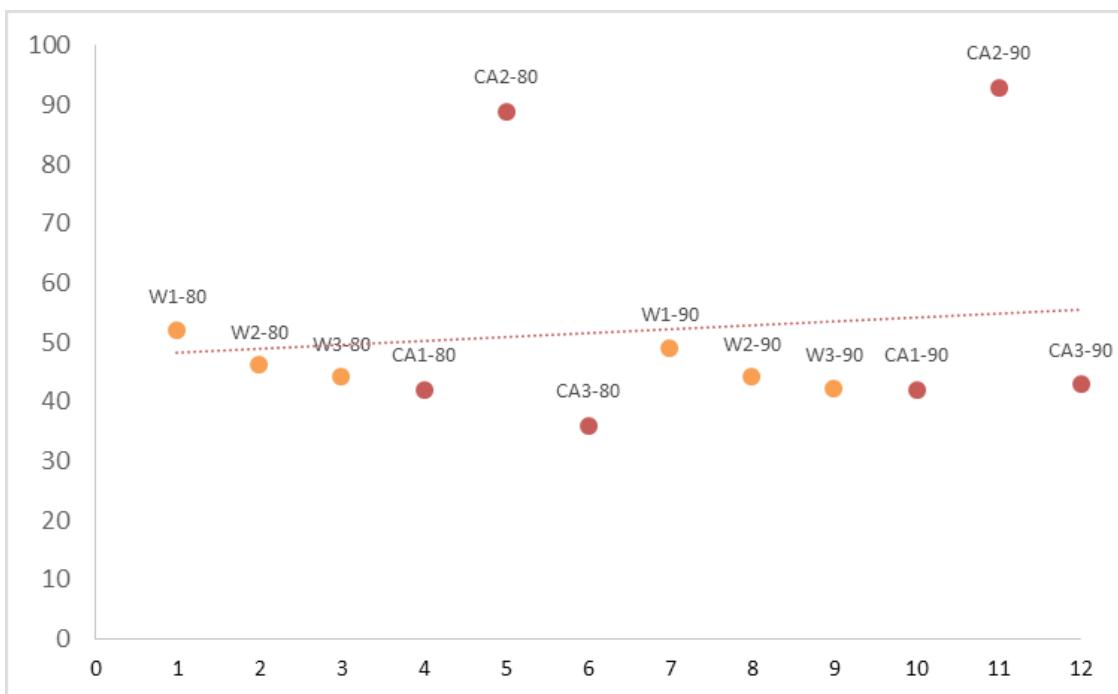
**3-кесте – 1980...2018 жылдардағы *WorldClim v2* және *CHELSA v2.1* деректер базалары арасындағы орташа жауыншашынның тұсу мөлшері**

Деректер базасы	Орташа жауын-шашынның тұсу мөлшері			
	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2018
CHELSA v2.1	1. 42	1. 42	1. 43	1. 52
	2. 89	2. 93	2. 84	2. 110
	3. 36	3. 43	3. 48	3. 65
WorldClim v2	1. 52	1. 49	1. 57	1. 55
	2. 46	2. 44	2. 50	2. 50
	3. 44	3. 42	3. 48	3. 48

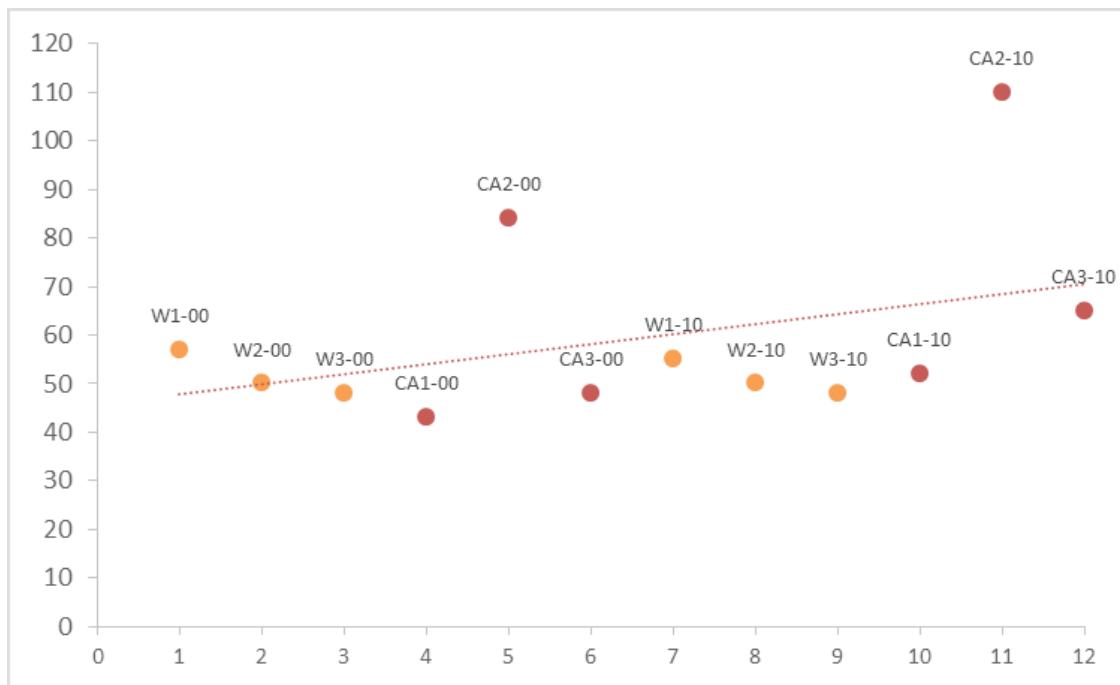
*WorldClim v2* жауын-шашыны Алматы таулы аймағындағы басқа деректер базасымен салыстырғанда (*CHELSA*) төмен мәндермен сипатталды (6, 7-сурет).

Айта кету керек, *WorldClim v2* жазық аймактарда жақын климаттық көрсеткіштерді көрсетеді.

Мұндай салыстыру дерекқорды тексеру емес екенін есте ұстауымыз керек. Біз сараптамалық білімге сәйкес тиісті үлестірімі бар айнымалыларды ғана салыстыра ұсынып және басқалардан айтартылтай ерекшеленетін мәліметтер базасынан аулақ бола аламыз (мысалы, температура үшін *WorldClim v2*).



**8-сурет – 1980-1999 жылдар аралығындағы Алматы облысы бойынша жауын-шашынның тұсу мөлшері**



9-сурет – 2000-2018 жылдар аралығындағы Алматы облысы бойынша жауын-шашының түсү мөлшері

## Корытынды

*Adonis tianschanica* сирек кездесетін өсімдік түрінің популяциясының табиғи-климаттық өзгерістері туралы мәлімет олардың өмір сүру перспективаларын нақтылауға қажет. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесі *Adonis tianschanica* түрінің үш популяциясының табиғи-климаттық өзгеріс жағдайларына мониторинг. Бұл жұмыста климатты сипаттайтын 19 әртүрлі дереккөр базалары қарастырылған. Оның ішінде *Chelsa* және *WorldClim* әлемдік масштабтағы дереккөрлар салыстырылды.

1. Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы орташа ауа температурасының жылдық көрсеткіштері 2 деректер базалары бойынша салыстырылды (*Chelsa*, *WorldClim*). Осы кезеңде климаттың өзгеруі туралы деректер базасы арасындағы температуралар айырмашылықтарды бағалау үшін 8 карта құрылды. Корытындысында, орташа температуралардан бөлек, минималды және максималды

температуралар, максималды орташа, минималды орташа температуралар туралы да мәліметтер алдынды.

2. Алматы облысы бойынша 1980-2018 жылдардағы әр түрлі дереккөздер бойынша жауын-шашының жылдық көрсеткіштері салыстырылды. Алматы облысы бойынша жылдық жауын-шашын мөлшері 1980-1999 және 2000-2018 жылдар кезеңінде салыстырылды. Бұл үшін де 8 карта құрылыш, олар салыстырылды және айырмашылықтары бағаланды. *Chelsa*, *WorldClim*-ге қарағанда жауын-шашының жоғары мәнін көрсетеді.

Біз Алматы облысы үшін температура, жауын-шашын туралы ең жақсы деректер көзін анықтау үшін 2 дереккөрды салыстырдық. Температураға келетін болсақ, біз Алматы облысы үшін *CHELSA v2.1* ұсынамыз, өйткені онда кеңістіктік рұқсаттылығы 1 км құрайды және *WorldClim v2* қарағанда дәлірек мәндер көрінеді. Сондай-ақ Алматы облысында жауын-шашын үшін *CHELSA v2.1* пайдалануға болады.

### Әдебиеттер

- 1 Диких А. Н. Глобальное потепление климата, его проявление на Тянь-Шане и реакция ледников. – М., 1997. – Вып. 83. – С. 135-139.
- 2 Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 490-505.
- 3 Гуриков Д. Е. Заилийский Алатау. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – С. 219-255.
- 4 Глазовская М. А. К истории развития современных природных ландшафтов внутреннего Тянь-Шаня. Географические исследования в Тянь-Шане. – М., 1953. – С. 74-78.
- 5 Жандаев М. Ж. Природа Заилийского Алатау. – Алма-Ата: Казахстан, 1978. – С. 154-160.
- 6 Лагов И. А., Грибанов Л. Н., Чабан Л. С. Ель Шренка или Тянь-Шанская // Леса СССР. Ин-т леса и древесины им. Сукачева АМ СССР, Сиб.отд. «Наука». – М., 1970. – С. 34.
- 7 Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, P., Kessler. – M.: Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas // Scientific Data 170122. – 2017. – №4. – P.10-20.
- 8 Pfeifroth, Uwe; Kothe, Steffen; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer; Fuchs, Petra; Kaiser, Johannes; Werscheck, Martin: Surface Radiation Data Set – Heliosat (SARAH) – Edition 2.1 // Satellite Application Facility on Climate Monitoring. – 2019. – P.20-62. DOI:10.5676/EUM\_SAF\_CM/SARAH/V002\_01
- 9 Xie, Pingping, Mingyue Chen, Song Yang, Akiyo Yatagai, Tadahiro Hayasaka, Yoshihiro Fukushima, and Changming Liu. A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia // Journal of Hydrometeorology. – 2017. – № 8 (3). – P.607–626.
- 10 Harris, I., P. D. Jones, T. J. Osborn, and D. H. Lister. Updated High-Resolution Grids of Monthly Climatic Observations – the CRU TS3.10 Dataset. // International Journal of Climatology. – 2014. №34 (3): P.623–642.
- 11 Berrisford, P., D. P. Dee, P. Poli, R. Brugge, Mark Fielding, Manuel Fuentes, P. W. Källberg, S. Kobayashi, S. Uppala, and Adrian Simmons. // The ERA-Interim Archive Version 2.0. – 2011.
- 12 Lawrimore, Jay H., Matthew J. Menne, Byron E. Gleason, Claude N. Williams, David B. Wuertz, Russell S. Vose, and Jared Rennie. An Overview of the Global Historical Climatology Network Monthly Mean Temperature Data Set, Version 3 // Journal of Geophysical Research: Atmospheres 116 (D19). – 2011.
- 13 Fischer, and Heilig. GAEZ Global Agro-Ecological Zones // Model Documentation. – 1997.
- 14 Trabucco, Antonio, and Robert J Zomer. Global Aridity Index and Potential Evapo Transpiration (ET0) Climate Database V2 // Scientific Data. – 2018.
- 15 Rudolf, Bruno. The Global Precipitation Climatology Centre // Global Precipitation Climatology Centre at Deutscher Wetterdienst. – 2018. – № 17. P.60-102.
- 16 Schiffer, and Rossow. The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) // Advances in Space Research – 1987. – Vol. 7. – P.137–145.
- 17 Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, et al. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project // Bulletin of the American Meteorological Society. – 1996. – № 77(3). – P.437–471.
- 18 Chen, Mingyue, Pingping Xie, John E. Janowiak, and Phillip A. Arkin. Global Land Precipitation: A 50-Yr Monthly Analysis Based on Gauge Observations // Journal of Hydrometeorology. – 2002. – №3(3). P.249–266.
- 19 Abatzoglou, John T., Solomon Z. Dobrowski, Sean A. Parks, and Katherine C. Hegewisch. “TerraClimate, a High-Resolution Global Dataset of Monthly Climate and Climatic Water Balance from 1958–2015 // Scientific Data. –2018. – №5. – P.170-191.
- 20 Menne, Matthew J., Imke Durre, Russell S. Vose, Byron E. Gleason, and Tamara G. Houston. An Overview of the Global Historical Climatology Network-Daily Database // Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. – 2012. – №29 (7). – P.897–910.
- 21 Hijmans, Robert J., Susan E. Cameron, Juan L. Parra, Peter G. Jones, and Andy Jarvis. Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas // International Journal of Climatology. – 2005. – №25 (15). –P.1965–1978.
- 22 Fick, Stephen E., and Robert J. Hijmans. WorldClim 2: New 1-Km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas // International Journal of Climatology. – 2017. – №37 (12). – P. 4302–4315.

### References

- 1 Dikih A.N. “Global’noe poteplenie klimata, ego projavlenie na Tjan’-Shane i reakcija lednikov [Global climate warming, its manifestation in the Tien Shan and the response of glaciers]”. MSI. Vol. 83 (1997): 135-139. (In Russian)
- 2 Respublika Kazahstan. “Prirodnye uslovija i resursy [Republic of Kazakhstan. Natural conditions and resources]”. Almaty, (2006): 490-505. (In Russian)
- 3 Gurikov D.E. “Zailijskij Alatau [Zailiisky Alatau]”. Almaty: Kainar, (1981): 219-255. (In Russian)
- 4 Glazovskaja M.A. “K istorii razvitiya sovremennych prirodnyh landshaftov vnutrennego Tjan’-Shanja. Geograficheskie issledovaniya v Tjan’-Shane [To the history of development of modern natural landscapes of the inner Tien Shan. Geographical studies in Tien-Shan]”. M. (1953): 74-78. (In Russian)
- 5 Zhandaev M. Zh. “Priroda Zailijskogo Alatau [Nature of Zailiisky Alatau]”. Almaty: Kazakhstan, (1978): 154-160. (In Russian)
- 6 Lagov I.A., Gribanov L.N., Chaban L.S. “El’ Shrenka ili Tjan’-Shanskaja [Schrenk or Tien Shan spruce]”. Forests of the USSR. A.M. Sukachev Institute of Forest and Wood of the USSR, Siberian department “Science”, M. (1970): 34. (In Russian)
- 7 Karger, D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, P., Kessler, M. “Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas.” Scientific Data 170122. no 4 (2017): 10-20.

- 8 Pfeifroth, Uwe; Kothe, Steffen; Trentmann, Jörg; Hollmann, Rainer; Fuchs, Petra; Kaiser, Johannes; Werscheck, Martin. "Surface Radiation Data Set – Heliosat (SARAH) – Edition 2.1." Satellite Application Facility on Climate Monitoring. (2019): 20-62.
- 9 Xie, Pingping, Mingyue Chen, Song Yang, Akiyo Yatagai, Tadahiro Hayasaka, Yoshihiro Fukushima, and Changming Liu. "A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia." *Journal of Hydrometeorology*. no 8(3) (2017). 607–626.
- 10 Harris, I., P. D. Jones, T. J. Osborn, and D. H. Lister. "Updated High-Resolution Grids of Monthly Climatic Observations – the CRU TS3.10 Dataset." *International Journal of Climatology*. no 34(3) 2014: 623–642.
- 11 Berrisford, P., D. P. Dee, P. Poli, R. Brugge, Mark Fielding, Manuel Fuentes, P. W. Kållberg, S. Kobayashi, S. Uppala, and Adrian Simmons. "The ERA-Interim Archive Version 2.0." (2011).
- 12 Lawrimore, Jay H., Matthew J. Menne, Byron E. Gleason, Claude N. Williams, David B. Wuertz, Russell S. Vose, and Jared Rennie. "An Overview of the Global Historical Climatology Network Monthly Mean Temperature Data Set, Version 3." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. no 116 (D19) (2011).
- 13 Fischer, and Heilig. "GAEZ Global Agro-Ecological Zones." Model Documentation (1997).
- 14 Trabucco, Antonio, and Robert J Zomer. "Global Aridity Index and Potential Evapo Transpiration (ET0) Climate Database V2." *Scientific Data* (2018).
- 15 Rudolf, Bruno. "The Global Precipitation Climatology Centre." Global Precipitation Climatology Centre at Deutscher Wetterdienst. no 17 (2018): 60-102.
- 16 Schiffer, and Rossow. "The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP)." *Advances in Space Research*. Vol. 7 (1987): 137–145.
- 17 Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, et al. "The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project." *Bulletin of the American Meteorological Society*. no 77(3) (1996): 437–471.
- 18 Chen, Mingyue, Pingping Xie, John E. Janowiak, and Phillip A. Arkin. "Global Land Precipitation: A 50-Yr Monthly Analysis Based on Gauge Observations." *Journal of Hydrometeorology*. no 3(3) (2002): 249–266.
- 19 Abatzoglou, John T., Solomon Z. Dobrowski, Sean A. Parks, and Katherine C. Hegewisch. "TerraClimate, a High-Resolution Global Dataset of Monthly Climate and Climatic Water Balance from 1958–2015." *Scientific Data*. no 5 (2018): 170-191.
- 20 Menne, Matthew J., Imke Durre, Russell S. Vose, Byron E. Gleason, and Tamara G. Houston. "An Overview of the Global Historical Climatology Network-Daily Database." *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. no 29(7) (2012): 897–910.
- 21 Hijmans, Robert J., Susan E. Cameron, Juan L. Parra, Peter G. Jones, and Andy Jarvis. "Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas." *International Journal of Climatology*. – no 25(15) (2005): 1965–1978.
- 22 Fick, Stephen E., and Robert J. Hijmans. WorldClim 2: "New 1-Km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas." *International Journal of Climatology*. no 37(12) (2017): 4302–4315.

Г.Б. Кегенова 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы  
e-mail: gkegenova78@gmail.com

## МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДВУХ ПОПУЛЯЦИЙ РЕЧНОЙ АББОТИНЫ *ABBOTTINA RIVULARIS* (BASILEWSKI, 1855) В БАССЕЙНЕ Р.ИЛЕ (БАЛХАШСКИЙ БАССЕЙН, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)

В результате намеренной и случайной интродукции чужеродных видов рыб в большинстве водоемов Южного и Юго-Восточного Казахстана произошло существенное изменение состава ихтиофауны. Чужеродные, малоценные виды рыб стали многочисленными во многих малых водоемах бассейна. В 2019–2021 гг. было проведено изучение распространения речной абботины *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) в нескольких малых водоемах бассейна р. Иле. Цель исследований: изучение морфобиологической характеристики двух популяций речной абботины в бассейне р. Иле и оценка их состояния. Биологический и морфологический анализы выборок проведены по наиболее распространенной схеме. Изучена изменчивость 33 пластических и 7 счетных признаков двух выборок. Для оценки условий существования использовали показатель флюктуирующей асимметрии. В результате проведенных морфометрических измерений рыб из 20 показателей пластических промеров установлены достоверные изменения по 9 (45%) пластическим признакам по сравнению с материнским водоемом. У рыб увеличилась антедорсальное расстояние (aD) на 6%, длина основания спинного плавника (ID) на 25%, высота спинного плавника (hD) на 6,3%, длина анального плавника (IA) на 51,4%, длина грудного плавника (IP) на 10,8%, длина брюшного плавника (IV) увеличилась на 18%. Длина головы (c) увеличилась на 11,2%, наибольшая высота тела (H) уменьшилась на 5,3%, наименьшая высота тела (h) увеличилась на 26,4%. Несмотря на значительные нарушения гомеостаза в развитии, рыбы в прудах достигают больших размеров. Баканасская оросительная ирригационная система может являться поставщиком молоди речной абботины для р. Иле. Размерно-весовые показатели исследованных популяций речной абботины из двух выборок показали более низкие значения при сравнении с аналогичными данными из р. Иссык (1975) и материнским водоемом р. Амур (1956).

**Ключевые слова:** акклиматизация, чужеродный вид, речная абботина, Балхаш-Илийский бассейн, малые водоемы, морфометрическая характеристика, флюктуирующая асимметрия.

G.B. Kegenova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty  
e-mail: gkegenova78@gmail.com

### Distribution and morphobiological characteristics of the chinese false gudgeon *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) in the Ile river basin (Balkhash basin, Republic of Kazakhstan)

As a result of intentional and accidental introduction of alien fish species in most reservoirs of Southern and South-Eastern Kazakhstan, there was a significant change in the composition of the ichthyofauna. Alien low-value fish species have become numerous in many small reservoirs of the basin. In 2019–2021, the distribution of the river abbottina *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855) was studied in several small reservoirs of the Ile River basin. The purpose of the research: to study the morphobiological characteristics of two populations of river abbotina in the basin of the Ile and give an assessment of their condition. Biological and morphological analyses of samples were carried out according to the most common scheme. The variability of 33 plastic and 7 counting features of two samples was studied. An indicator of fluctuating asymmetry was used to assess the conditions of existence. As a result of morphometric measurements of fish, out of 20 indicators of plastic measurements, significant changes were found in 9 (45%) plastic signs compared to the mother reservoir. In fish, the antedorsal distance (aD) increased by 6%, the length of the dorsal fin base (ID) by 25%, the height of the dorsal fin (hD) by 6.3%, the length of the anal fin (IA) by 51.4%, the length of the pectoral fins (IP) by 10.8%, the length of the

ventral fin (IV) increased by 18%. The length of the head (c) increased by 11.2%, the highest body height (H) decreased by 5.3%, the lowest body height (h) increased by 26.4%. Despite significant violations of homeostasis in development, fish in ponds reach large sizes. The Bakanas irrigation system can be a supplier of juvenile river abbotina for the Ile River. The size and weight indicators of the studied populations of the river abbotina from two samples showed lower values when compared with similar data from the Issyk River (1975) and the mother reservoir of the Amur River (1956).

**Key words:** acclimatization, alien species, river abbotina, Balkhash – Ili basin, small reservoirs, morphometric characteristics, fluctuating asymmetry.

Г.Б. Кегенова

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.  
e-mail: gkegenova78@gmail.com

**Iле өзені бассейніндегі (Балқаш бассейні, Қазақстан Республикасы)**

***Abbottina rivularis* (Basilewski, 1855) өзен аботинасының екі популяциясының морфобиологиялық сипаттамасы және жай-қүйін бағалау**

Оңтүстік және Оңтүстік-Шығыс Қазақстан суқоймаларының көпшілігінде бөтен текті балық түрлерін әдейі және кездейсоқ енгізу нәтижесінде ихтиофауна құрамында елеулі өзгерістер болды. Бассейннің көптеген кіші суқоймаларында бөтен құнды балық түрлері көп болды. 2019-2021 жылдары өзен бассейнінің бірнеше кіші суқоймаларында *Abbottina rivularis* (Basilewski, 1855) балығының таралуы зерттелді. Зерттеудің мақсаты: Iле өзенінің бассейніндегі өзен аботинасының екі популяциясының морфобиологиялық сипаттамасын зерттеу және олардың жағдайын бағалау. Үлгілерді биологиялық және морфологиялық, талдау ең көп тараған схема бойынша жүргізілді. Екі үлгінің 33 пластикалық және 7 есептік белгілерінің өзгергіштігі зерттелді. Тіршілік ету жағдайларын бағалау үшін тербелмелі асимметрия индикаторы қолданылды. Балықтардың морфометриялық өлшеулерінің нәтижесінде пластикалық, өлшеулердің 20 көрсеткішінің ішінде аналық, суқоймасымен салыстырында 9 (45%) пластикалық, белгілер бойынша сенімді өзгерістер анықталды. Балықтарда антедоральды қашықтық (aD) 6%-ға, арқа қанатының негізінің ұзындығы (lD) 25%-ға, арқа қанатының биектігі (hD) 6,3%-ға, аналь қанатының ұзындығы (IA) 51,4%-ға, кеуде қанатының ұзындығы (IP) 10,8%-ға, кеуде қанатының ұзындығы (IV) 18%-ға артты, бастың ұзындығы (c) – 11,2%-ға өсті, дененің ең жоғары биектігі (H) – 5,3%-ға төмендеді, дененің ең төменгі биектігі (h) – 26,4%-ға өсті. Тоғандарда балықтың гомеостазының едәүір бұзылуына қарамастан, олардың ұзындық-салмақтық көрсеткіштері үлкен мөлшерге жетеді. Бақанас суару жүйесі Iле өзеніне аботина шабактарын жеткізуши бола алады. Екі сынамадан алынған өзен аботинасының зерттелген популяциясының өлшемдік-салмақтық көрсеткіштері Есік өзенінен (1975) және Амур өзенінің аналық, суқоймасынан (1956) алынған үқсас деректермен салыстырында неғұрлым төмен мәнддерді көрсетті.

**Түйін сөздер:** жерсіндіру, бөтен түр, өзен аботинасы, Балқаш-Іле бассейні, шағын су айдындары, морфометриялық сипаттамасы, флюктуациялық асимметрия.

## Введение

Изучение состояния современной ихтиофауны малых водоемов Балхашского бассейна является важной составной частью в решении проблем по сохранению видового разнообразия аборигенной ихтиофауны и устойчивого использования биоресурсов малых и крупных водоемов Балхашского бассейна. Несмотря на то, что биологические инвазии в настоящее время считаются одной из главных угроз естественному биологическому разнообразию и благополучию природных экосистем [1], разнообразию и состоянию популяций инвазивных видов рыб не уделяется должного внимания.

Речная аботина – инвазивный вид, является чужеродным вселенцем для водоемов Казахстана,

на, промыслового значения не имеет. В период 1956-1958 гг. при акклиматизации растительноядных рыб из водоемов КНР данный вид был занесен случайно в прудовые хозяйства Казахстана и Средней Азии. Для Балхашского бассейна основным рассадником сорных видов рыб являлся Алматинское прудовое хозяйство [2-5], для Аральского бассейна – Аккурганский рыбопитомник [6-9]. Также этот вид обнаружен в реках Сарысу, Талас и Чу. По мнению В.П. Митрофанова, возможно, речная аботина образует гибридные формы с туркестанским пескарем [10].

Вид относится к отряду Карпообразных (*Cypriniformes*), семейству карповых (*Cyprinidae*), виду *Abbottina Rivularis* (Basilewski, 1855). Ранее аботина относилась

к виду *Pseudogobio rivularis* – амурский лжепескарь [11], однако согласно последним сводкам, этот вид относится к роду *Abbottina*. В связи с уточнением родовой принадлежности (род Абботины) русское название вида амурский лжепескарь – *Pseudogobio rivularis* было заменено на речная абботина – *Abbottina rivularis* [12]. По мнению некоторых исследователей, возможно, что японская и континентальная формы абботины являются отдельными подвидами [11].

Цель исследования – изучить современное распространение и морфологическую изменчивость речной абботины в бассейне р. Иле.

## **Материалы и методы исследования**

Изучение современного распространения речной абботины проводили в период с 2017 по 2021 г. в различных водоемах бассейна р. Иле, в горной, предгорной и равнинной зонах рек Самсы, Каскелен, Малая Алматинка, Большая

Алматинка, Бес-Агаш, Иссык, Тургень, Лавар, Чилик, Чарын, Усек, Борохудзир, Иле, выше и ниже Капшагайского водохранилища. Для изучения морфометрических и биологических показателей использовали материал, отловленный из ирригационного канала вблизи пос. Баканас (рис. 1) и пруда Капшагайского нересто-выростного хозяйства.

Отлов рыб проводился с помощью малькового бредня с ячейй 4 мм и рыболовного сачка с ячейй 5 мм. Ихтиологический материал для исследований фиксировался в 4%-ном формалине, дальнейшая обработка выполнена в лаборатории кафедры биоразнообразия и биоресурсов КазНУ им. аль-Фараби. Ихтиологический материал подвергали полному морфометрическому и биологическому анализу по традиционным ихтиологическим методикам (табл. 1) [13]. Для оценки уровня стабильности развития популяционно-биологических показателей рыб использовали метод флуктуирующей асимметрии (ФА) по Захарову [14-15].



### **Рисунок 1 – Районы сбора ихтиологического материала:**

1 – перекресток каналов ниже г. Баканас;

2 – пруд Капшагайского нересто-выростного хозяйства

**Таблица 1 – Информация о местах сбора ихтиологического материала**

№	Название места облова рыб	Координаты пунктов отлова	Дата сбора материала	Биологический анализ	Морфологический анализ
1	Перекресток каналов ниже г. Баканас	44°49'39"N 76°15'53"E	12.10.2019	27	27
2	Капшагайское нересто-выростное хозяйство	43°42'56"N 77°23'19"E	14.10.2021	16	16
	Всего:			43	43

Всего проанализированы 43 экземпляра рыб по 33 пластическим и 7 меристическим признаком. Большинство пластических показателей вычислено в процентах к длине тела, а ширина лба, диаметр глаза, заглазничный отдел головы, высота головы – в процентах к длине головы.

Для обозначения *пластических признаков* использованы следующие символы: aD – антедорсальное расстояние (расстояние от рыла до спинного плавника (D)); pD – постдорсальное расстояние (расстояние до анального плавника (aA)), aP – антепектральное расстояние (расстояние от рыла до грудного плавника (P)); aV – антевентральное расстояние (расстояние от конца грудного до начала брюшного плавника (V)); aA – антеанальное расстояние (расстояние от конца брюшного плавника до начала анального плавника (A)); lс – длина хвостового плавника (C); Н – наибольшая высота тела; h – наименьшая высота тела; с – длина головы; ao – длина рыла; о – диаметр глаза горизонтальный; op – заглазничное расстояние; md – длина нижней челюсти; mx – длина верхней челюсти; hco – высота головы через глаз; hc – высота головы у затылка; io – межглазничное расстояние; ширина рта, ID – длина спинного плавника; hD – высота спинного плавника; lA – длина анального плавника, hD – высота анального плавника; lP – длина грудных плавников; lV – длина брюшных плавников; Cs – длина верхней лопасти хвоста; Ct – длина средних лучей хвоста; Ci – длина нижней лопасти хвоста.

Название рыбы приводится в соответствии с Kottelat M. (2007) [16] и информационно-поисковой системой Fish Base [17].

Статистическую обработку проводили по общепринятой методике (Лакин, 1990) [18] с использованием компьютерной программы *MS Excel* и Руководству по биологической статистике [19]. Для обозначения статистических показателей использованы символы: min – минимальное значение, max – максимальное значение, M – среднее значение,  $\pm m$  – ошибка среднего,  $\pm s$  – стандартное отклонение, CV – коэффициент вариации. Значимость различий оценивалась с помощью критериев подвидового различия CD [20] и Mdiff [13]. Для оценки достоверности различий использован критерий Стьюдента (Tst) с уровнем значимости 95% ( $p < 0,05$ ).

## Результаты исследования и их обсуждение

*Abbottina Rivularis* (Basilewsky, 1855) распространена от бассейна реки Амур и рек бассейна

Японского моря на юг до Меконга, обитает в водоемах Китая, на полуострове Кореи и в Японии. Как и многие представители амурской ихтиофауны, речная абботина – теплолюбивая рыба. Оптимальная температура для роста и развития рыбы находится в пределах 23 – 28 °С [21]. Вид обитает на мелководьях с тихим течением и в стоячих водах, встречается на мелководьях у берегов водоема и в прудах [22]. В настоящее время речная абботина встречается во всех малых водоемах, прудах, равнинных реках, где есть умеренное течение воды и температура воды – до 23-25 °С.

В естественных водоемах исследуемый вид широко распространен в бассейнах рек Иле, Ка-скелен, на равнинных участках рек Большая и Малая Алматинка, также отмечены эпизодические поимки данного вида в реке Есентай на территории города Алматы [23]. В искусственных водоемах, в прудах речная абботина является массовым, многочисленным сорным видом. Распространена во всех прудовых хозяйствах Балхашского бассейна [24].

Речная абботина как новый вид в водоемах Балхаш-Илийского бассейна была замечена еще в 1968 году. Первоначальные сведения о биологии вида и его морфологической изменчивости собраны и описаны в 5-томной сводке «Рыбы Казахстана» на примере популяции рыб из Балхаш-Илийского бассейна. В работе Баимбетова А.А. и Митрофанова В.П. был описан амурский лжепескарь из реки Иссык (басс. р. Или). Авторы отмечают, что после акклиматизации у рыб изменились параметры как высота тела, хвостовой стебель, усики и парные плавники, уменьшились длина головы и высота непарных плавников [25]. По данным Мельникова В.А., в р. Или речная абботина попадала через Акделинский массив орошения, где вид активно размножался и по сбросным каналам попадал в русловую часть реки [26]. В настоящее время, как и 50 лет назад, речная абботина остается наиболее многочисленной в Баканской системе орошения.

Внешний вид рыбы соответствует ранее приведенному описанию [27-29]. Форма тела у речной абботины удлиненная, покрыта среднего размера чешуй, окраска тела рыбы похожа на обыкновенного пескаря, у основания хвостового плавника имеется яркая черная точка. Одним из систематических признаков речной абботины является наличие у рыб темных пятен на теле и полос на хвосте (табл. 2).

По бокам у рыб насчитываются от 7 до 9 темных пятен, расположенных в один ряд.

Спинной и хвостовой плавники пестрые из-за полос. Количество расположенных в ряд полос на хвосте варьирует от 2.50 до 6.50. По форме

рыла в исследованной выборке были представлены особи с удлиненным и укороченным рылом (рис. 2-3).

**Таблица 2 – Качественные данные пятен и полос на теле речной абботины**

Признаки	Место отлова: перекресток каналов ниже г. Баканас, 2019				
	Статистические показатели				
	Min – max	M±m	±s	s2	CV, %
число пятен на теле	7-9	7.44±0.56	0.64	0.41	8.60
число полос на хвосте	2.50-6.50	3.61±0.60	0.87	0.76	24.08



**Рисунок 2 – Внешний вид речной абботины из Капшагайского нересто-выростного хозяйства**



**Рисунок 3 – Речная абботина с укороченным рылом**

У исследованных рыб из Капшагайского НВХ было просчитано количество надглазничных (CSO), подглазничных гениопор (CIO), поры на предкрыше (COP) и нижней челюсти (CMD). Полученные данные представлены в таблице 3. У речной абботины гениопоры расположены вокруг глаз, на преджаберной крышке и нижней челюсти (рис. 4).

Известно, что гениопоры выполняют роль сенсорных каналов, с помощью которых рыба свободно ориентируется в пространстве [30], в литературных источниках сведения о количественных данных гениопор у речной абботины

нами не обнаружены. В наших исследованиях число сенсорных каналов у рыб варьирует вокруг глаза от 4 до 9, а на предкрышке и нижней челюсти – от 3 до 8 (табл.3).

У исследуемого вида глаза расположены высоко, а рыло перед ноздрями круто опускается вниз. Форма расположения рта – нижнее, губы толстые, нижняя губа не прерванная, состоит из трех лопастей. Имеются короткие усики светлого цвета (рис. 5). В описаниях Лебедева В.Д. (1969) и Веселова Е.А. (1977) отмечается, что длина усиков равна диаметру зрачка у рыб, а цвет усиков темный [28-29].

**Таблица 3 – Количественная характеристика гениопор у речной абботины**

Показатели	Количество гениопор у рыб (n=16)			
	CSO	CIO	CMD	COP
Min-max	4-7	5-9	3-6	6-8
M ± m	6.69 ± 0.51	6.69 ± 0.81	4.19 ± 0.43	6.75 ± 0.47
CV, %	11.86	15.17	15.64	8.55



**Рисунок 4 – Расположение подглазничных гениопор речной абботины**



**Рисунок 5 – Форма расположения рта речной абботины**

Биологические показатели речной абботины приводятся для двух популяций рыб: из канала Баканасской оросительной системы и выростного пруда Капшагайского нересто-выростного хо-

зяйства. В таблицах 4-5 представлены обобщенные сведения по изменчивости биологических показателей речной абботины в пространственно-временном аспекте.

**Таблица 4 – Сравнительная характеристика биологических показателей речной абботины из канала Баканас (дата сбора: октябрь, 2019 г.)**

Показатели	Перекресток каналов, ниже г. Баканас (2019) n=27			Баканасская оросительная система (1984) [32]		р. Амур. (Никольский, 1956) [31]	
	Статистические показатели						
	min-max	M ± m	CV, %	min-max	M ± m	Min-max	M ± m
Общая длина тела (L), мм	34-66.5	42.1 ± 5.1	17.9	37-68	41.9	45-89	-
Длина тела рыб от рыла до хвостового плавника (l), мм	26.0-52.5	33.0 ± 3.9	17.9	-	-		
Общая масса рыб (Q), г	0.3-2.0	0.6 ± 0.2	61.0	0.9-1.6	1.3		
Коэффициент упитанности по Фультону (F)	1.2-2.5	1.6 ± 0.2	18.3	-	-		

**Таблица 5 – Биологические показатели речной абботины из Капшагайского нересто-выростного хозяйства (дата сбора: октябрь, 2021 г.)**

Показатели	Статистические показатели (n=16)			
	min-max	M ± m	CV, %	C, дисперсия
Общая длина тела (L), мм	64-90	78.56±6.67	10.00	61.73
Длина тела рыб от рыла до хвостового плавника (l), мм	51-74	63.00 ± 6.13	11,49	52.40
Общая масса рыб (Q), г	2.22-6.60	4.43 ± 1.07	29.23	1.68
Коэффициент упитанности по Фультону (F)	1.49-2.04	1.74 ± 0.11	7.88	0.02

Максимальные размеры (l) популяции речной абботины в сборах из Баканасского оросительного канала достигли 52.5 мм, а из выростного пруда Капшагайского нересто-выростного хозяйства – 74 мм с максимальной массой тела (Q) 2 г и 6.6 г соответственно, что ниже со сравниваемыми данными из материнского водоема р. Амур [31].

В Баканасской оросительной системе упитанность исследованных рыб по Фультону в среднем составила 1.62, что находится в пределах известных нам значений (для Баканасской оросительной сети – 1.7-1.8 по Фультону). В Капшагайском нересто-выростном хозяйстве коэффициент упитанности рыб в среднем достигла 1.74 и оказалась выше известных данных, где коэффициент упитанности рыб в предыдущих исследованиях для Капшагайского водохранилища в среднем составлял от 1.3 до 1.5 [32].

При сравнении средних значений общей длины тела (L) между выборками из оросительного канала Баканас 2019 года и материалом 1984 года [32] различий не выявлено.

В сборах из выростного пруда Капшагайского нересто-выростного хозяйства попадались сравнительно крупные особи речной абботины, что, возможно, объясняется осенним периодом сбора материала, когда рыбы достигают максимальных показателей массы тела благодаря дополнительному кормлению искусственными кормами промышленных видов рыб в прудах.

Для оценки уровня стабильности развития популяционно-биологических показателей рыб из Капшагайского НВХ использовали метод флюктуирующей асимметрии (ФА) по пятибалльной шкале оценки отклонений состояния организма по величине интегрального показателя стабильности развития рыб (табл. 6).

**Таблица 6** – Пятибалльная шкала оценки стабильности развития для рыб [15]

Балл	Величина показателя стабильности развития
1 (чисто)	<0,30
2 (относительно чисто)	0,30-0,34
3 (загрязнение)	0,35-0,39
4 (грязно)	0,40-0,44
5 (высокое загрязнение)	>0,44

Стабильность развития организма оценивалась по шести билатеральным счетным признакам: сеймосенсорные системы головы: CSO – число надглазничных пор, CIO – число подглазничных пор, CMD – число пор нижней челюсти, COP – число пор на преджаберной крышке, число чешуй в боковой линии (ll), число лучей в грудных (P) плавниках (табл. 7).

**Таблица 7** – Оценка уровня стабильности развития биологических показателей речной абботины методом ФА (Капшагайское НВХ, октябрь, 2021)

Показатели:	Статистические показатели					
	Min-max	M ± m	± s	CV, %	C, дисперсия	n
ll <sub>L</sub>	32-39	35.44 ± 2.51	2.78	7.85	7.73	16
ll <sub>R</sub>	33-39	36.50 ± 1.56	1.86	5.10	3.47	16
CSO <sub>L</sub>	4-7	6.69 ± 0.51	0.79	11.86	0.63	16
CSO <sub>R</sub>	4-8	6.63 ± 0.64	0.89	13.36	0.78	16
CIO <sub>L</sub>	4-8	6.69 ± 0.81	1.01	15.17	1.03	16
CIO <sub>R</sub>	5-8	6.69 ± 0.55	0.70	10.53	0.50	16
CMD <sub>L</sub>	3-6	4.19 ± 0.43	0.66	15.64	0.43	16
CMD <sub>R</sub>	3-5	4.00 ± 0.38	0.63	15.81	0.40	16
COP <sub>L</sub>	6-8	6.75 ± 0.47	0.58	8.55	0.33	16
COP <sub>R</sub>	6-7	6.38 ± 0.47	0.50	7.84	0.25	16
P <sub>L</sub>	10-13	11.44 ± 0.69	0.81	7.12	0.66	16
P <sub>R</sub>	10-12	10.94 ± 0.59	0.77	7.06	0.60	16
As	0.17-0.83	0.42 ± 0.12	0.16	38.64	0.03	16

ll – число чешуй в боковой линии; CSO – число надглазничных пор; CIO – число подглазничных пор; CMD – число пор нижней челюсти, COP – число пор на преджаберной крышке; P – число лучей в грудных плавниках; L и R – левые и правые стороны

По результатам проведенных исследований значение ФА для популяции рыб из пруда Капшагайского НВХ составило в среднем 0.42, что говорит о достаточно грязной, загруженной водной среде, и оценивается на 4 балла.

Сравнительная морфометрическая характеристика популяции речной абботины из Баканасской оросительной системы приведена в таблице 8.

Оценка достоверности различий пластических признаков приведена в таблице 9. Значимость различий оценивалась с помощью критериев подвидового различия CD и Mdiff. Для оценки достоверности различий использован критерий Стьюдента (Tst).

**Таблица 8 – Сравнительный морфометрический анализ речной абботины**

Призна- ки	Место отлова: перекресток каналов ниже г. Баканас, 2019					Литературные данные			
	Статистические показатели					р. Иссык (1975) [33]		р. Амур (1956) [31]	
	min-max	M±m	±s	s2	CV	min- max	M± m	min- max	M
<i>в % от длины тела, l</i>									
aD	40.91-60.63	49.42±2.97	3.97	15.76	8.04	43.5-49.3	46.56±0.25	43-50	46.6
pD	31.22-46.91	40.8±3.25	4.04	16.36	9.91	35.8-46.3	41.33±0.29	-	-
aP	21.43-32.12	27.2±2.20	2.71	7.33	9.96	-	-	-	-
aV	31.30-55.41	49.8±3.54	5.46	29.86	10.97	-	-	-	-
aA	71.01-83.72	78.4±2.28	2.85	8.11	3.63	-	-	-	-
lca	8.41-33.33	24.00±6.92	7.91	62.55	32.92	-	-	-	-
lD	9.22-27.62	18.03±3.06	4.29	18.38	23.83	14.00-19.20	15.94±0.18	10-18	14.4
hD	14.31-30.00	23.52±3.81	4.57	20.91	19.44	17.31-29.62	20.93±0.42	18-26	22.1
lA	4.12-17.20	10.60±2.25	3.15	9.92	29.65	5.41-8.90	6.97±0.12	4-10	7.0
hA	6.32-23.11	15.94±3.55	4.40	19.40	27.71	11.12-19.51	14.37±0.28	12-19	15.6
lP	13.70-32.71	23.53±3.02	3.99	15.95	17.00	20.70-26.90	22.93±0.20	17-25	21.2
IV	14.51-25.83	18.32±2.62	3.09	9.53	16.86	15.71-19.20	17.19±0.15	12-19	15.5
Cs	22.52-38.51	30.40±2.88	3.87	14.95	12.71	-	-	-	-
Ci	17.31-34.50	27.21±2.85	3.87	15.00	14.24	-	-	-	-
Cm	16.11-29.62	21.93±2.88	3.68	13.55	16.79	-	-	-	-
c	22.81-40.43	29.81±2.84	3.85	14.86	12.93	23.00-29.00	25.63±0.20	23-31	26.8
H	10.61-21.40	17.82±1.80	2.53	6.38	14.17	20.30-27.00	23.48±0.21	15-23	18.8
hca	2.93-17.72	10.22±2.42	3.31	10.96	32.34	-	-	-	-
h	6.41-15.44	11.00±1.69	2.14	4.57	19.35	8.52-11.70	10.03±0.12	6-11	8.7
<i>в % от длины головы, c</i>									
ao	38.90-66.00	52.31±5.63	7.41	54.90	14.17	-	-	-	-
o	22.21-42.21	30.51±3.47	5.06	25.61	16.57	-	-	-	-
op	33.32-48.80	41.50±4.30	4.99	24.87	12.02	-	-	-	-
hop	38.13-66.71	52.00±9.83	10.73	115.14	20.65	-	-	-	-
hco	40.00-66.72	52.32±4.61	6.18	38.22	11.82	-	-	-	-
hc	35.32-59.80	44.41±6.77	7.77	60.41	17.50	-	-	-	-
lmx	23.51-33.30	28.60±2.52	3.15	9.94	11.03	-	-	-	-
lmd	18.83-35.61	23.22±3.95	5.40	29.18	23.26	-	-	-	-
io	23.50-55.61	29.81±5.78	8.59	73.80	28.80	-	-	-	-
ширина рта	25.00-40.02	31.52±3.32	4.14	17.16	13.15	-	-	-	-

В результате проведенных морфометрических измерений рыб из 20 показателей пластических промеров тулowiща установлены изменения по 9 (45%) пластическим признакам по сравнению с материнским водоемом: у рыб увеличилось антедорсальное расстояние (aD) на 6%, длина основания спинного плавника (lD) на

25%, высота спинного плавника (hD) на 6,3%, длина анального плавника (lA) на 51,4%, длина грудного плавников (lP) на 10,8%, длина брюшного плавника (IV) увеличилась на 18%. Длина головы (c) увеличилась на 11,2%, наибольшая высота тела (H) уменьшилась на 5,3%, наименьшая высота тела (h) увеличилась на 26,4%.

**Таблица 9** – Оценка достоверности различий морфологических признаков речной абботины

Признаки	Tst	p	Mdiff	CD
aD	3.70	0.001	0.95	0.65
pD	0.66	>0.05	0.16	0.12
lD	2.47	0.05		0.45
hD	2.93	0.01	0.67	0.50
lA	6.02	0.001	1.62	1.10
hA	1.80	>0.05		0.32
lP	0.72	>0.05	0.19	0.13
IV	1.89	>0.05	1.50	0.34
lc	5.63	0.001	1.47	1.01
ao	2.14	0.05	0.59	0.39
o	10.12	0.001	2.56	<b>1.86</b>
op	4.56	0.001	1.42	0.82
hc	4.19	0.001	0.98	0.74
H	31.43	0.001	<b>3.12</b>	<b>1.99</b>
hca	0.60	>0.05	0.60	0.11

Со времен случайной акклиматизации речной абботины в водоемы республики прошло уже более 50 лет. За такое длительное время можно судить о произошедших морфологических изменениях в новом для вида ареале.

В результате проведенных исследований установлено широкое распространение речной абботины во всех типах водоемах Балхаш-Илийского бассейна. Как один из широко распространенных сорных видов изучаемый вид встречается в малых реках, крупных озерах, водохранилищах и искусственных прудах [34]. Внешний вид рыбы соответствует ранее приведенному описанию. Значения размерно-весовых показателей исследованных популяций речной абботины из двух выборок были более низкими по сравнению с ранее исследованными выборками из р. Иссык (1975) и материнского водоема р. Амур (1956). При сравнении биологических показателей между популяциями из Баканской оросительной системы из разного временного

промежутка существенные различия не выявлены.

При оценке уровня стабильности развития биологических показателей речной абботины из пруда была установлена высокая загрязненность водной среды Капшагайского нересто-выростного хозяйства. Водная среда данного хозяйства, согласно шкале, оценивается на 4 балла как «грязная».

По проведенным анализам морфометрических измерений рыб из 20 показателей пластических промеров тулowiща установлены достоверные изменения по 9 (45%) пластическим признакам по сравнению с материнским водоемом.

### Заключение

По результатам проведенных исследований можно считать, что речная абботина адаптировалась под разные условия обитания, что

позволяет судить о ее высокой пластичности. В литературных источниках отсутствуют сведения о встречаемости абботины в питании хищных рыб ввиду схожести спектра питания с ценными промысловыми видами рыб, считается нежелательным видом в ихтиофауне как в р. Амур, так и в водоемах случайного вселения

[4-5, 22, 31, 35-36]. Данный вид, являясь сорным видом в прудах, может наносить ущерб прудовым хозяйствам. Детальное изучение биологии и экологии вида позволит ограничивать численность рыб в водоемах и правильно подбирать методы борьбы в прудовых хозяйствах.

### Литература

- 1 Harrison I., Abell R., Darwall W., Thieme M.L., Tickner D., Timboe I. The freshwater biodiversity crisis// Science – 21 Dec 2018 • Vol 362, Issue 6421 • p. 1369 • DOI: 10.1126/science.aav 9242
- 2 Дукравец Г.М., Митрофанов В.П. История акклиматизации рыб в Казахстане // Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Қылым, 1992. Т. 5. – С. 13-14.
- 3 Глуховцев Н.В., Дукравец Г.М., Карпов В.Е., Митрофанов В.П. Об изучении непромысловых рыб, акклиматизированных в Балхаш-Илийском бассейне // Известия АН КазССР, сер. Биол. Вып. 3 (14), 1987. – С. 8-15.
- 4 Селезнев В.В. Малоценные и сорные виды рыб китайского комплекса в Капчагайском водохранилище // Рыбные ресурсы водоемов и их использование. – Алма-Ата: Кайнар, 1974. Вып. 8. – С. 143-148.
- 5 Мельников В.А. Использование рыб для борьбы с комарами в аридной зоне Казахстане: Дисс... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1977. – 173 с.
- 6 Макеева А.П. Особенности развития некоторых сорных рыб, завезенных в Среднюю Азию // Биол. Основы рыбн. х-ва респ. Ср. Азии и Казахстана: Тез. докл. конф. Ташкент; Фергана: ИЗИП АН УзбССР, 1972. – С. 211-212.
- 7 Салихов Т.В. Рыбы амурского комплекса в бассейне реки Сырдарьи // Биол. основы рыбного х-ва водоемов Ср.Азии и Казахстана: (Мат-лы 18 науч.конф.). – Ташкент: ФАН, 1983. – С. 218-219.
- 8 Аманов А.А., Рабиев А. Некоторые данные по экологии малоценных и сорных рыб бассейна Амударья. – В кн.: Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ашхабад: Ҷылым, кн.2. 1974. – С. 13-15.
- 9 Аминова Н.А. Материалы к изучению сорных рыб Фрунзенского водоёма. в кн: Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ашхабад, 1986. – С. 171-172.
- 10 Митрофанов В.П. Формирование современной ихтиофауны Казахстана и ихтиогеографическое районирование [Текст] // Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1986. Т. 1. – С. 170-171
- 11 Митрофанов В.П., Дукравец Г.М. Состояние и перспективы исследований систематики рыб Казахстана // Всесоюзное совещ.по проблеме кадастра и учета животного мира: Тез.докл. – Уфа, 1989. Ч. 1. – С. 88-90.
- 12 Богуцкая Н.Г., Насека А. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2004. – 389 с.
- 13 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. [Текст] / И.Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376с.
- 14 Захаров В. М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
- 15 Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистяков Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среди: методика оценки. – М., 2000. – С. 68
- 16 Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 2007. – 646р.
- 17 Froese, R. Pauly D. Editors. 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2021).
- 18 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- 19 McDonald J.H. Handbook of biological statistics. – Second edition. – Sparky house publishing: Baltimore, Maryland, 2009. – 313 р.
- 20 Майр Э. Принципы зоологической систематики. – М.: Изд-во «Мир», 1971. – 455
- 21 Макеева А.П. Причины расселения дальневосточных непромысловых рыб в водоёмах Средней Азии. –в кн.: Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоёмах СССР. – М.: АН СССР, Мин. рыбн. х-ва СССР, 1980а. – С. 250-251.
- 22 Глуховцев и др. Рыбы // Позвоночные животные. – Алматы, 1988.
- 23 Мамилов Н.Ш. Чужеродные виды рыб в малых водоёмах Балхашского бассейна и их взаимодействия с аборигенной ихтиофауной // Мат. II международного Симпозиума Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2), 2005. – С. 190-191.
- 24 Кегенова Г.Б. Видовое разнообразие сорных рыб в прудовых хозяйствах Алматинской области//Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной конференции, г. Новосибирск, 11-13 ноября, 2021. – С.132-136.
- 25 Баймбетов А.А. Морфологическая изменчивость короткоциклических рыб, акклиматизированных в Капчагайском водохранилище (бассейн оз. Балхаш) // Симпозиум по реакции водных экосистем на вселение новых видов. Советско-Американское сотрудничество в области исследования Мирового океана: Симпозиум по реакции водных экосистем на вселение новых видов. – М.: ВНИРО, 1977. – С. 4-6.
- 26 Мельников В.А. Значение различных участков дельты р. Или в воспроизводстве рыбных запасов // Значение р. Или, ее верхней и средней дельты, притоков Восточного Балхаша в воспроизводстве рыбных запасов Балхаш-Илийского

бассейна под влиянием хозяйственной деятельности / Отчет о НИР по теме ЗИ-164. № ГР 0187043679. – Алма-Ата: КазГУ, 1988. – С. 47-96.

27 John Treadwell Nichols, The Fresh – Water Fishes of China || Natural History of Central Asia, New York, 1943

28 Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Савваштова К.А. и др. Рыбы СССР. – М.: Мысль, 1969. – 448 с.

29 Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб СССР. – М., 1977. – С. 110-112.

30 Котегов Б. Г. Флуктуирующая асимметрия сейсмосенсорных признаков головы у плотвы *Rutilus rutilus* (L.) (Cyprinidae, Pisces) и речного окуня *Perca fluviatilis* L. (Percidae, Pisces) из малых прудов с разной минерализацией // Поволжский экологический журнал. – 2019. № 3. – С. 311 – 321. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-311-321>

31 Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. – М.: АН СССР, 1956. – 552 с.

32 Мирызакеримова Г.А. К морфологии и биологии амурского лжепескаря некоторых водоемов бассейна р. Или: (Дипл. Работа Руководитель А.А. Бамбетов). – Алма-Ата: КазГУ, 1984. – 38 с.

33 Бамбетов А.А., Митрофанов В.П. О морфологии сорных видов рыб Капчагайского водохранилища // Биол.науки. – Алма-Ата: КазГУ, 1975. Вып. 9. – С. 121-127.

34 Kegenova G.B., Mamilov N.Sh., Musagali A.K. Dynamics of fish diversity in some small water bodies in the Balkhash basin (Central Asia) // International Symposium "Invasion of alien species in Holarctic. Borok-VI" October 11–15, 2021. – P. 102.

35 Мамилова Р.Х. О характере питания некоторых малоценных и сорных видов рыб Капчагайского водохранилища // Биол.науки. – Алма-Ата: КазГУ, 1975. Вып. 9. – С. 135-141.

36 Санбаева К.И. Изучение характера питания амурского лжепескаря в верховьях Капчагайского водохранилища: Дипл.работа. Руководитель Р.Х. Мамилова. – Алма-Ата: КазГУ, 1987. – 40 с.

## References

- 1 Harrison I., Abell R., Darwall W., Thieme M.L., Tickner D., Timboe I. The freshwater biodiversity crisis// Science – 21 Dec 2018 • Vol 362, Issue 6421 • p. 1369 • DOI: 10.1126/science.aav 9242
- 2 Dukravets G.M., Mitrofanov V.P. History of fish acclimatization in Kazakhstan // Fish of Kazakhstan – Alma-Ata: Gylym. 1992. Vol.5. – С.13-14.
- 3 Glukhovtsev N.V., Dukravets G.M., Karpov V.E., Mitrofanov V.P. On the study of non-commercial fish acclimatized in the Balkhash-Ili basin // Izvestiya AN KazSSR, ser. Biol. Issue 3 (14), 1987. pp. 8-15.
- 4 Seleznev V.V. Low-value and weed species of fish of the Chinese complex in the Kapchagai reservoir // Fish resources of reservoirs and their use. Alma – Ata: Kainar, 1974. Issue 8. pp. 143-148.
- 5 Melnikov V.A. The use of fish to control mosquitoes in the arid zone of Kazakhstan: Diss... Candidate of Biological Sciences. Alma – Ata, 1977. 173 p.
- 6 Makeeva A.P. Features of the development of some weed fish imported to Central Asia // Biol. Fundamentals of fishn.x-va Rep. Sr. Asia and Kazakhstan: Tez.dokl. conf. Tashkent; Ferghana: IZIP of the Uzbek SSR Academy of Sciences, 1972. pp.211-212.
- 7 Salikhov T.V. Fishes of the Amur complex in the Syrdarya river basin // Biol.fundamentals of fish farming in reservoirs of Sr.Asia and Kazakhstan: (Mat-ly 18 scientific conf.).Tashkent: FAN, 1983.pp.218-219.
- 8 Amanov A.A., Rabiev A. Some data on the ecology of low-value and weed fish of the Amu Darya basin.-in the book: Biological bases of fisheries of the republics of Central Asia and Kazakhstan. Ashgabat: Ylym, book 2. 1974. pp.13-15.
- 9 Aminova N.A. 1986 Materials for the study of weed fish of the Frunze reservoir. in the book: Biological bases of fisheries of the republics of Central Asia and Kazakhstan. Ashgabat, pp. 171-172.
- 10 Mitrofanov V.P. Formation of modern ichthyofauna of Kazakhstan and ichthyogeographic zoning [Text] // Fish of Kazakhstan, Alma-Ata: Nauka, 1986. Vol.1. pp. 170-171
- 11 Mitrofanov V.P., Dukravets G.M. The state and prospects of research on the systematics of fish in Kazakhstan //All-Union meeting.on the problem of cadastre and accounting of the animal world: Tez.dokl. Ufa, 1989. Part 1. pp. 88-90.
- 12 Bogutskaya N.G., Naseka A. Catalogue of jawless and fish of fresh and brackish waters of Russia with nomenclature and taxonomic comments. M.: Association of Scientific Publications of the CMC. 2004.-389 p.
- 13 Pravdin I.F. Guide to the study of fish. [Text] / I.F. Pravdin.– M., Food industry. 1966. – 376 p.
- 14 Zakharov V. M. Asymmetry of animals. M. : Nauka, 1987. 216 p.
- 15 Zakharov V.M., Baranov A.S., Borisov V.I., Valetsky A.V., Kryazheva N.G., Chistyakov E.K., Chubinishvili A.T. Environmental health: assessment methodology. M., 2000. p. 68
- 16 Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 2007. – 646p.
- 17 Froese, R. Pauly D.. Editors. 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (08/2021).
- 18 Lakin G.F. Biometrics M.: Higher School, 1990. 352 p.
- 19 McDonald J.H. Handbook of biological statistics. Second edition. – Sparky house publishing: Baltimore, Maryland, 2009. – 313 p.
- 20 Mayr E. Principles of zoological systematics. Publishing house «Mir», Moscow. 1971. -455
- 21 Makeeva A.P. Reasons for the settlement of Far Eastern non-commercial fish in the reservoirs of Central Asia. –in the book: Results and prospects of acclimatization of fish and invertebrates in the reservoirs of the USSR. M.: Academy of Sciences of the USSR, Min.rybn.x-va USSR, 1980a. pp. 250-251.
- 22 Glukhovtsev et al., Pisces// Vertebrate animals of Almaty – 1988
- 23 Mamilov N.S. Alien fish species in small reservoirs of the Balkhash basin and their interactions with the native ichthyofauna// Mat. II interd. Symposium Alien species in the Holarctic (Borok-2), 2005.-pp. 190-191.

- 24 Kegenova G.B. Species diversity of weed fish in pond farms of the Almaty region//The current state of aquatic bioresources: Proceedings of the International Conference, Novosibirsk, November 11-13, 2021, pp.132-136.
- 25 Baimbetov A.A. Morphological variability of short-cycle fish acclimatized in the Kapchagai reservoir (lake basin. Balkhash)// Symposium on the reaction of aquatic ecosystems to the introduction of new species. Soviet-American cooperation in the field of World Ocean research: A symposium on the reaction of aquatic ecosystems to the introduction of new species. Moscow: VNIRO, 1977. pp. 4-6.
- 26 Melnikov V.A. The significance of various sections of the delta of the Or in the reproduction of fish stocks // The significance of the Ili River, its upper and middle delta, tributaries of the Eastern Balkhash in the reproduction of fish stocks of the Balkhash – Ili basin under the influence of economic activity / Research report on the topic ZI-164. No. GR 0187043679. Alma – Ata: KazGU, 1988. pp. 47-96.
- 27 John Treadwell Nichols, The Fresh – Water Fishes of China || Natural History of Central Asia, New York, 1943
- 28 Lebedev V.D., Spanovskaya V.D., Savvaitova K.A. et al. Pisces of the USSR. M.: Mysl, 1969. 448 p.
- 29 Veselov E.A. Determinant of freshwater fish of the USSR. M., 1977. pp.110-112.
- 30 Kotegov B. G. Fluctuating asymmetry of seismic sensory signs of the head in roach *Rutilus rutilus* (L.) (Cyprinidae, Pisces) and river perch *Perca fluviatilis* L. (Percidae, Pisces) from small ponds with different mineralization // Volga Ecological Journal. 2019. No. 3. pp. 311 – 321. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-3-311-321>
- 31 Nikolsky G.V. Fishes of the Amur basin. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1956.552 p.
- 32 Myrzakerimova G.A. On the morphology and biology of the Amur false bear of some reservoirs of the Ili River basin: (Dipl. The work is headed by A.A. Baibetov, Alma-Ata: KazGU, 1984, 38 p.
- 33 Baimbetov A.A., Mitrofanov V.P. On the morphology of weed fish species of the Kapchagai reservoir // Biol.science. Alma – Ata: KazGU, 1975. Issue 9. pp. 121-127.
- 34 Kegenova G.B., Mamilov N.Sh., Musagali A.K. Dynamics of fish diversity in some small water bodies in the Balkhash basin (Central Asia) // International Symposium “Invasion of alien species in Holarctic. Borok-VI” October 11–15, 2021. P. 102.
- 35 Mamilova R.H. On the nature of nutrition of some low-value and weed species of fish of the Kapchagai reservoir // Biol. science. Alma – Ata: KazGU, 1975. Issue 9. pp. 135-141
- 36 Sanbaeva K.I. Studying the nature of nutrition of the Amur false bear in the upper reaches of the Kapchagai reservoir: (Dipl.work. Head R.H. Mamilova). Alma – Ata: KazGU, 1987. 40 p .

---

## МАЗМҰНЫ – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

### Шолу мақалалар – Review – Обзорные статьи

Kumar Y.A.

Analysis of new state documents on environmental awareness aspects in Kazakhstan ..... 4

#### 1-бөлім

Қоршаған ортандың қорғау және  
қоршаған ортаға антропогендік  
факторлардың әсері

#### Section 1

Environmental impact of  
anthropogenic factors and  
environmental protection

#### Раздел 1

Воздействие на окружающую  
среду антропогенных факторов и  
защита окружающей среды

Alizade Sh.V.

Ecological evaluation of soils of the mugan plain of Azerbaijan ..... 24

Кожиков М.Т., Ирасылова Б.А.

Переход от традиционной энергетики к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ): оценка вклада ВИЭ  
в сокращение эмиссий парниковых газов на примере Ерейментауской ветровой электростанции (ВЭС) ..... 33

Ryskalieva D., Yessenamanova M., Syrlybekkyzy S., Yessenamanova Zh., Tlepbergenova A.E., Tauova N.R., Sangadzhieva L.

Monitoring of hydrogen sulfide content in winter in the observation points of Atyrau city ..... 41

Хожанепесова Ф., Дадраснна А., Серикбаева А., Абдибаттаева М., Мырзабекова А.

Оценка влияния температуры окружающей среды и солености почвы на степень деструкции нефти свободными и  
иммобилизованными микроорганизмами ..... 50

#### 2-бөлім

Қоршаған орта  
ластаушыларының, биотаға  
және тұрғындар денсаулығына  
әсерін бағалау

#### Section 2

Assessment of  
environmental pollution  
on biota and  
health

#### Раздел 2

Оценка действия  
загрязнителей окружающей  
среды на биоту и  
здравье населения

Sultangaliyeva T., Beisenova R.R.

Assessment of the effect of electromagnetic radiation from cell phones using the *Daphnia magna* test object ..... 60

#### 3-бөлім

Биологиялық  
алуантурлілікті сақтаудың  
өзекті мәселелері

#### Section 3

Actual problems  
of biodiversity  
conservation

#### Раздел 3

Актуальные проблемы  
сохранения биологического  
разнообразия

Абдолла Н., Абидкулова К.Т., Ыдырыс Ә., Мухитдинов Н.М.

Алматы облысының агробиостанция жағдайында есірілген *Linaria vulgaris* mill дәрілік өсімдігінің фитохимиялық  
курам ерекшелігі ..... 70

Құлымбет K.K., Мухитдинов Н.М., Калыбаева А.К., Садуахас А.Б., Тастанбекова А.А., Тыныбаева К.М.

Сирек, дәрілік *Adonis tianschanica* (Adolf) lipsch. түрінің таралу аймағындағы табиғи-климаттық жағдайдың  
өзгерістеріне мониторинг ..... 81

Кегенова Г.Б.

Морфобиологическая характеристика и оценка состояния двух популяций речной абботины *Abbottina rivularis*  
(Basilewski, 1855) в бассейне р.Иле (Балхашский бассейн, Республика Казахстан) ..... 94