

# INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS



No. 1 (1) 2021

Natural Sciences and  
Technologies series



# **INTERNATIONAL SCIENCE REVIEWS**

## **Natural Sciences and Technologies series**

*Has been published since 2020*

**№1 (2) 2021**

Nur-Sultan

**EDITOR-IN-CHIEF:**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS RK, Professor  
**Kalimoldayev M. N.**

**DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
**Myrzagaliyeva A. B.**

**EDITORIAL BOARD:**

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Akiyanova F. Zh.</b>    | - Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazakhstan)              |
| <b>Seitkan A.</b>          | - PhD, (Kazakhstan)  |
| <b>Baysholanov S. S</b>    | - Candidate of Geographical Sciences, Associate professor (Kazakhstan) |
| <b>Zayadan B. K.</b>       | - Doctor of Biological Sciences, Professor (Kazakhstan)                |
| <b>Salnikov V. G.</b>      | - Doctor of Geographical Sciences, Professor (Kazakhstan)              |
| <b>Abdildayeva A. A.</b>   | - PhD, (Kazakhstan)  |
| <b>Urmashhev B.A</b>       | - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, (Kazakhstan)        |
| <b>Tasbolatuly N.</b>      | - PhD, (Kazakhstan)  |
| <b>Chlachula J.</b>        | - Professor, Adam Mickiewicz University (Poland)                       |
| <b>Redfern S.A.T.</b>      | - PhD, Professor, (Singapore)  |
| <b>Cheryomushkina V.A.</b> | - Doctor of Biological Sciences, Professor (Russia)                    |
| <b>Bazarnova N. G.</b>     | - Doctor Chemical Sciences, Professor (Russia)                         |
| <b>Mohamed Othman</b>      | - Dr. Professor (Malaysia)   |
| <b>Sherzod Turaev</b>      | - Dr. Associate Professor (United Arab Emirates)                       |

Editorial address: 8, Kabanbay Batyr avenue, of.316, Nur-Sultan,  
Kazakhstan, 010000  
Tel.: (7172)24-18-52 (ext. 316)  
E-mail: [natural-sciences@aiu.kz](mailto:natural-sciences@aiu.kz)

**International Science Reviews NST - 76153**

**International Science Reviews**

Natural Sciences and Technologies series

Owner: Astana International University

Periodicity: quarterly

Circulation: 500 copies

---

## CONTENT

<a href="#">А.А.Смаилов</a> АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА ПО ДАННЫМ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИНДЕКСА УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИЙ.....	5
К.Е. Нарымбетов, С.С.Байшоланов_ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНДА АГРОКЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙДЫҢ КЛИМАТТЫҢ ЖЫЛЫНУЫНА БАЙЛАНЫСТЫ ӨЗГЕРУІ.....	15
К.Е. Нарымбетов, С.С.Байшоланов_БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	23

# БИОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ

К.Е. Нарымбетов<sup>1</sup>, С.С.Байшоланов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> магистрант АІУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан,

<sup>2</sup> т.ғ.к., доцент, бас ғылыми қызметкер, «Астана» ХҒК, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

[kamalnarymbetov@gmail.com](mailto:kamalnarymbetov@gmail.com)

**Аннотация.** Статья посвящена оценке климата Павлодарской области для проживания человека, на основе биоклиматических индексов. Установлено, что климат Павлодарской области является континентальным, для проживания человека лето характеризуется как комфортно-теплое, а зима - как умеренно-суровая. В течение последних 40 лет имело место рост и понижение эффективной температуры воздуха, но с 2011 года наблюдается ее рост. При этом растет неустойчивость погодных условий. К 2050 году ожидается смягчение климатических условий для проживания человека в зимний период, и более теплых субкомфортных условий (ближе к жаркой) в летний период года.

**Ключевые слова:** биоклиматические индексы, эффективная температура, радиационно-эквивалентно-эффективная температура, индекс суровости

## ВВЕДЕНИЕ

Павлодарская область расположена в северо-восточной части Казахстана. Площадь территории области составляет 124,8 тыс. км<sup>2</sup>. Протяженность территории области с севера на юг составляет около 500 км, а с запада на восток – более 400 км.

На территории Павлодарской области выделяются лесостепная, степная и сухостепная природные зоны. Северо-восточную часть области занимает равнина Кулынды. На севере и северо-востоке располагается Прииртышская равнина. Южная и юго-западная части области находятся в северо-восточной части степи Сарыарка.

Климат области достаточно благоприятный для проживания людей и ведения сельского хозяйства. Однако зима бывает холодной, особенно в северной части области. Для оценки климатических условий для проживания человека используются различные биоклиматические индексы [1-5].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе были использованы данные метеорологических станции РГП «Казгидромет» МЭГПР РК, за период 1981-2020 гг.

Континентальность климата была оценена по индексу Л. Горчинского (k) [6]. По данному индексу в мягком морском климате  $k < 20$ , в умеренно морском –  $k = 20,1-30\%$ , в умеренно континентальном -  $k = 30,1-50\%$ , в континентальном –  $k = 50,1-70\%$ , в резко континентальном –  $k = 70,1-90\%$ , в сильно континентальном климате  $k > 90\%$ .

Оценку благоприятности климатических условий для проживания человека можно проводить с помощью биоклиматических индексов [1-5]:

- Эффективная температура неподвижного воздуха (ЭТ);
- Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ);
- Индекс суровости по Бодману (S);
- Радиационно-эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ);
- Нормальная эквивалентно-эффективная температура (НЭЭТ).

Уравнения биоклиматических индексов включают в себе температуру и влажность воздуха, скорость ветра и солнечную радиацию.

Эффективная температура неподвижного воздуха (ЭТ):

$$ЭТ = t - 0,4(t - 10)(1 - f/100) \quad (1)$$

где  $f$  – относительная влажность воздуха;  $t$  – температура воздуха, °С.

Таблица 1 - Критерии оценки комфортности климата по ЭТ

Диапазон ЭТ, °С	Теплоощущение	Нагрузка
более 30	очень жарко (дискомфорт)	сильная
30-24	жарко (теплый субкомфорт)	умеренная
24-18	тепло (комфортно-тепло)	комфортно
18-12	умеренно тепло (комфортно-тепло)	
12-6	прохладно (прохладный субкомфорт)	умеренная
6-0	умеренно прохладно (холодовой дискомфорт)	
0 – минус 12	холодно	
минус 12 – минус 24	очень холодно	сильная угроза обморожения
минус 24 – минус 30	крайне холодно	очень сильная угроза обморожения
ниже минус 30		чрезвычайно высокая вероятность замерзания

Индекс суровости по Бодману (S):

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,27v) \quad (2)$$

где  $S$  – индекс суровости (баллы),  $t$  - температура воздуха (°С),  $v$  – скорость ветра, м/с;

Для оценки суровости зимы используются следующие критерии по  $S$ :

- $S = 1$  – зима не суровая, мягкая;
- $S = 1-2$  – зима мало суровая;
- $S = 2-3$  – умеренно суровая;
- $S = 3-4$  – суровая;
- $S = 4-5$  – очень суровая;
- $S = 5-6$  – жестко суровая;
- $S > 6$  – крайне суровая.

Радиационно-эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ):

$$РЭЭТ = 1251g[1 + 0,02t + 0,001(t - 8)(f - 60) - 0,45(33 - t)\sqrt{v + 185B}] \quad (3)$$

где  $t$  - температура воздуха, °С;  $f$  - относительная влажность воздуха, %;  $v$  - скорость ветра, м/с;  $B$  - поглощенная поверхностью солнечная радиация, кВт/м<sup>2</sup>.

РЭЭТ также можно рассчитать по формуле:

$$РЭЭТ = 0,83ЭЭТ + 12. \quad (4)$$

РЭЭТ характеризуется как самый информативный индекс:

- дискомфорт: менее 17°C;
- субкомфорт: 17-21°C;
- комфорт: 21–27°C;
- субкомфорт: 27-32°C;
- дискомфорт: более 32°C.

Для характеристики будущего климата были использованы вероятностные прогнозы средней месячной температуры воздуха и месячных сумм осадков, подготовленные группой экспертов климатологов РГП «Казгидромет» МЭ РК. Нами в расчетах были использованы прогнозы температуры воздуха за 20-ти летний период (2040-2059 гг.), с серединой в 2050 году. Использовалась прогноз по сценарию изменения климата: РТК8.5 – изменение климата по сценарию с весьма высоким уровнем выбросов парниковых газов [7].

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для территории Павлодарской области свойственно широтное распределение температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха по территории области меняется с севера на юг от 2,3°C до 3,9°C. Среднемесячная температура воздуха достигает наибольшего значения в июле, а наименьшего – в январе.

Средняя за июль температура воздуха растет с севера на юг от 20,3 до 21,9°C, а средняя за январь – уменьшается с севера на юг от минус 17,4 до минус 12,8°C.

Абсолютная максимальная температура воздуха составляет 42°C (МС Михайловка, МС Ертис, МС Шалдай, а абсолютная минимальная температура воздуха - минус 49°C (МС Шалдай).

По территории области разность температуры января и июля колеблется от 33,1 до 38,3°C.

Наши расчеты показали, что индекс континентальности по Л. Горчинскому по территории области колеблется от 53 до 62, и соответственно климат области является континентальным.

В области весна начинается в конце марта – начале апреля и продолжается в течение около 50 суток. Лето наступает в период 20-25 мая и продолжается в течение 95-110 суток. Осень начинается на севере области в конце августа, на юге – в начале сентября. Зима наступает в конце октября и бывает очень продолжительной, около 150-160 суток. Соответственно, в Павлодарской области продолжительность зимы составляет более 5 месяцев, лета - 3,5 месяца, весны - 1,5 месяца, а осени – чуть менее 2 месяцев.

Степень благоприятности климатических условий теплого периода для проживания человека оценивалась по данным июля, с помощью ЭТ и РЭЭТ. Согласно расчетам, июль месяц оценивается по значениям ЭТ – как «комфортно теплый», по РЭЭТ – «комфортно» (таблица 2).

Степень благоприятности климатических условий холодного периода года была оценена по данным января, с помощью ЭТ и S. Почти вся территория области в январе оценивается по значениям ЭТ – как «очень холодно», кроме крайнего юга (МС Баянауыл) – «холодно».

По индексу Бодмана S кроме температуры воздуха учитывается и скорость ветра. В основном для северной части закономерна суровая, для южной части - умеренно суровая зима. Однако за счет большей скорости ветра в некоторых территориях центральной и южной частей области январь также является суровой (таблица 3). Например, в районе МС Актогай, МС Экибастуз и МС Баянауыл, где в январе средняя скорость ветра превышает 4,2 м/с.

Таким образом, по значениям биоклиматических индексов можно заключить, что для проживания человека климат Павлодарской области является летом как комфортно теплый, а зимой - как умеренно суровый.

Таблица 2 – Биоклиматические индексы июля в условиях современного климата

МС	ЭТ, °С		РЭЭТ, °С	
Михайловка	18,9	комфортно тепло	24,1	комфортно
Ертис	19,2	комфортно тепло	25,1	комфортно
Актогай	19,5	комфортно тепло	24,2	комфортно
Павлодар	19,7	комфортно тепло	24,7	комфортно
Экибастуз	19,4	комфортно тепло	24,2	комфортно
Коктобе	19,9	комфортно тепло	25,0	комфортно
Баянауыл	18,5	комфортно тепло	23,3	комфортно

Таблица 3 – Биоклиматические индексы января в условиях современного климата

МС	ЭТ, °С		S, балл	
Михайловка	-15,0	очень холодно	3,1	суровая
Ертис	-14,2	очень холодно	2,9	умеренно суровая
Актогай	-14,9	очень холодно	3,8	суровая
Павлодар	-14,1	очень холодно	3,0	умеренно суровая
Экибастуз	-12,3	очень холодно	3,4	суровая
Коктобе	-13,2	очень холодно	3,0	умеренно суровая
Баянауыл	-10,4	холодно	3,2	суровая

На рисунках 1 и 2 представлены динамики изменения ЭТ января и ЭТ июля за период с 1981 по 2020 год. На обоих графиках тенденция изменения ЭТ января и ЭТ июля схожи. В период с 1981 по 1991 год наблюдался рост ЭТ, далее – снижение, а с 2011 года наблюдается постепенный рост ЭТ. При этом ЭТ из года в год колеблется в широких пределах, т.е. растет неустойчивость. Например, ЭТ января меняется от минус 6,0 °С (2002 г.) до минус 24,0 °С (2006 г.), что характеризует условие «холодно» и «очень холодно». ЭТ июля меняется от 16,5 °С (2001 г.) до минус 21,5 °С (2012 г.), что характеризует условие «умеренно тепло» и «тепло».

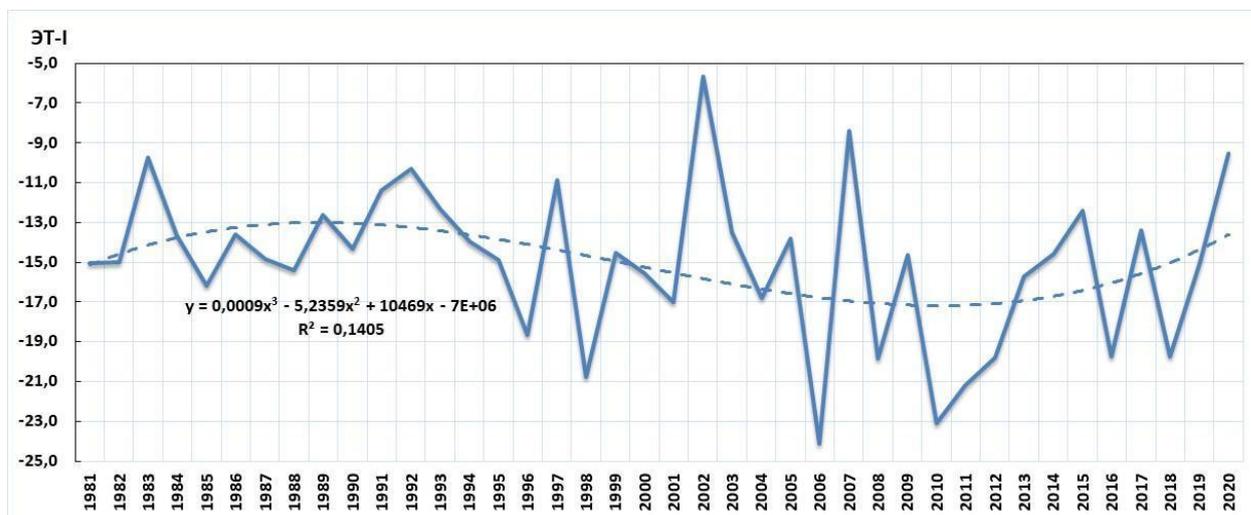


Рисунок 1 - ЭТ января на МС Михайловка

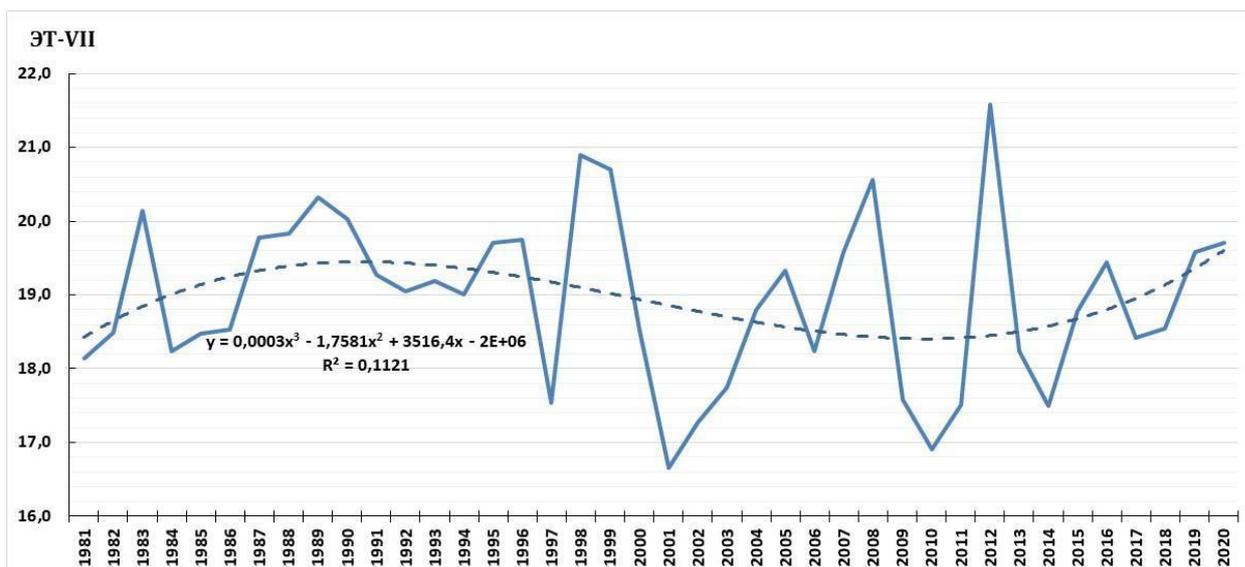


Рисунок 2 - ЭТ июля на МС Михайловка

Также были рассчитаны биоклиматические индексы июля и января в условиях климата 2050 годов, по сценарию изменения климата РТК8.5. Результаты расчетов приведены в таблицах 4 и 5.

При ожидаемых условиях повышения температуры воздуха к 2050 году, согласно сценарию изменения климата РТК 8.5, в июле значения ЭТ в среднем увеличатся на 2,5°C, но останутся в пределах категории «комфортно тепло». Значения РЭЭТ к 2050 году в среднем увеличатся на 2,8 °С, и на некоторых МС (Михайловка, Ертис, Павлодар, Коктобе) условие переходит от категории «комфортно» в категорию «субкомфортно», в сторону более жарких условий.

Таблица 4 – Биоклиматические индексы июля в условиях климата 2050 года, по сценарию РТК8.5

МС	ЭТ, °С		РЭЭТ, °С	
Михайловка	21,7	комфортно тепло	27,1	субкомфортно
Ертис	21,9	комфортно тепло	27,9	субкомфортно
Актогай	21,8	комфортно тепло	26,9	комфортно
Павлодар	22,3	комфортно тепло	27,7	субкомфортно
Экибастуз	21,5	комфортно тепло	26,5	комфортно
Коктобе	22,4	комфортно тепло	27,8	субкомфортно
Баянауыл	21,0	комфортно тепло	26,1	комфортно

При ожидаемых условиях повышения температуры воздуха к 2050 году, согласно сценарию изменения климата РТК 8.5, в январе значения ЭТ увеличатся в среднем на 2,8°C, и переходит от категории «очень холодно» в категорию «холодно».

Значения S к 2050 году в среднем увеличатся на 0,3 балла, и на МС Михайловка и МС Баянауыл переходит от категории «суровая» в категорию «умеренно суровая».

Таблица 5 – Биоклиматические индексы января в условиях климата 2050 года, по сценарию РТК8.5

МС	ЭТ, °С		S, балл	
Михайловка	-11,8	холодно	2,8	умеренно суровая
Ертис	-10,4	холодно	2,6	умеренно суровая
Актогай	-11,7	холодно	3,5	суровая
Павлодар	-10,9	холодно	2,7	умеренно суровая
Экибастуз	-10,9	холодно	3,3	суровая
Коктобе	-10,3	холодно	2,8	умеренно суровая
Баянауыл	-8,5	холодно	2,8	умеренно суровая

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в Павлодарской области климат является континентальным, для проживания человека лето характеризуется как комфортно-теплое, а зима - как умеренно-суровая.

В течение последних 40 лет наблюдался рост и снижение ЭТ января и ЭТ июля, но с 2011 года наблюдается их постепенный рост. При этом ЭТ из года в год колеблется в широких пределах, т.е. растет неустойчивость погодных условий.

К 2050 году ожидается смягчение климатических условий для проживания человека в зимний период, и более теплых субкомфортных условий (ближе к жаркой) в летний период года.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биоклиматические индексы в оценке воздействия современного потепления климата на условия жизни населения России /В.В. Виноградова // Известия РАН. Сер. Геогр. 2009. - №3. С. 82-89.
2. Адаменко В.Н. Оценка условий пребывания человека на открытом воздухе зимой с учетом микроклимата застройки / В.Н. Адаменко, К.Ш. Хайруллин // Труды ГГО. 1969. - Вып. 248. С. 74-81.
3. Русанов В.И. Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей / Томск: ТГУ, 1981. 86 с.
4. Головина Е.Г. Некоторые вопросы биометеорологии: учеб. пособие / Е.Г. Головина, В.И. Русанов. СПб.: изд. РГГМИ, 1993. 90 с.
5. Бутьева И.В. Методические вопросы интегрального анализа медико-климатических условий // И.В. Бутьева, Т.Г. Швейнова. Комплексные биоклиматические исследования. М., 1988. С. 97-108.
6. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 499 с.
7. Седьмое национальное Сообщение и третий двухгодичный Доклад Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Астана, 2017. – 304 с.

## ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫ АЙМАҒЫН БИОКЛИМАТИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

**К.Е. Нарымбетов, С.С.Байшоланов**

**Аннотация.** Мақала биоклиматтық индекстерге сүйене отырып, Павлодар облысының климатын адамның тұруы үшін бағалауға арналған. Павлодар облысының климаты континентальды екендігі анықталды, адамдар өмір сүру үшін жаз жайлы, жылы қыс, ал орташа қатал сияқты сипатталады. Соңғы 40 жылда тиімді ауа температурасының жоғарылауы мен төмендеуі болды, бірақ 2011 жылдан бастап оның өсуі байқалды. Сонымен бірге ауа-райының тұрақсыздығы күшейіп келеді. 2050 жылға қарай адамның қыста тұруы үшін климаттық жағдайлар жұмсарады, ал жылдың жазғы кезеңінде жылы қолайсыз жағдайлар (ыстыққа жақын) болады деп күтілуде.

**Түйінді сөздер:** биоклиматтық көрсеткіштер, тиімді температура, радиациялық эквивалентті тиімді температура, ауырлық индексі

**BIOCLIMATIC ASSESSMENT OF THE TERRITORY OF PAVLODAR REGION****K.E. Narymbetov, S.S. Baysholanov**

Annotation. The article is devoted to the assessment of the climate of the Pavlodar region for human habitation, based on bioclimatic indices. It has been established that the climate of Pavlodar region is continental, for human habitation, summer is characterized as comfortably warm, and winter - as moderately severe. Over the past 40 years, there has been an increase and decrease in the effective air temperature, but since 2011 its growth has been observed. At the same time, the instability of weather conditions increases. By 2050, it is expected that climatic conditions for human living in winter will soften, and warmer subcomfortable conditions (closer to hot) in summer.

Key words: bioclimatic indices, effective temperature, radiation-equivalent effective temperature, severity index

**Авторлар туралы мәлімет:**

Нарымбетов К.Е. – магистрант АИУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, +77071890700, [kamalnarymbetov@gmail.com](mailto:kamalnarymbetov@gmail.com). Байшоланов С.С. – г.ғ.к., доцент, бас ғылыми қызметкер, «Астана» ХФК, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

**Информация об авторах:**

Нарымбетов К.Е. - магистрант АИУ, Нур-Султан, Казахстан, +77071890700, [kamalnarymbetov@gmail.com](mailto:kamalnarymbetov@gmail.com). Байшоланов С.С. – к.ғ.н., доцент, главный научный сотрудник ИПЦ «Астана», г. Нур-Султан, Казахстан.

**Information about the authors:**

Narymbetov KE - undergraduate AIU, Nur-Sultan, Kazakhstan, +77071890700, [kamalnarymbetov@gmail.com](mailto:kamalnarymbetov@gmail.com). Baisholanov SS - Candidate of Sciences, Associate Professor, Chief Researcher, ISC "Astana", Nur-Sultan, Kazakhstan