



BAITURSYNULY  
UNIVERSITY

«АХМЕТ БАЙТҰРСЫНҰЛЫ  
АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ Өңірлік  
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ



# ҚМПИ ЖАРШЫСЫ

КӨПСАЛАЛЫ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ  
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1  
2025

ISSN 2310-3353



**PUBLISHINGS**  
**K S P I**



**Қ М П И**  
**ЖАРШЫСЫ**

**ВЕСТНИК**  
**К Г П И**

2025 ж., қаңтар, №1 (77)  
Журнал 2005 ж. қаңтардан бастап шығады  
Жылына төрт рет шығады

**Құрылтайшы:** *Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті*

**Бас редактор:** *Қуанышбаев С. Б.*, география ғылымдарының докторы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

**Бас редактордың орынбасары:** *Жарлығасов Ж.Б.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

#### **РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ**

*Әлімбаев А.Е.*, философия докторы (PhD), А.К. Құсайынов атындағы Еуразия гуманитарлық институты, Қазақстан.

*Емин Атасой*, PhD докторы, Улудаг университеті, Бурса қ., Түркия.

*Зоя Микниене*, докторы, (PhD) Литва денсаулық туралы ғылым университеті, Каунас қ., Литва Республикасы.

*Качев Д.А.*, философия ғылымдарының кандидаты, тарих магистрі, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМБББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

*Ксембаева С.К.*, педагогика ғылымдарының кандидаты, «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

*Лина Анастасова*, әлеуметтану ғылымдарының докторы, Бургас еркін университеті, Бургас қ., Болгария.

*Медетов Н.А.*, физика-математика ғылымдарының докторы, «Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

*Мишулина О.В.*, экономика ғылымдарының докторы, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМБББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

*Соловьев С.А.*, биология ғылымдарының докторы, Новосібір мемлекеттік экономика және басқару университеті, Ресей.

*Скороходов Д.М.*, техника ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМБББМ, Ресей.

*Сычева И.Н.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМБББМ, Ресей.

*Ташев А.Н.*, экология бойынша биология ғылымдарының кандидаты, орман шаруашылығы университеті, София қ., Болгария.

*Уразбоев Г.У.*, физика-математика ғылымдарының докторы, Ургенч мемлекеттік университеті, Өзбекстан.

Тіркеу туралы куәлік №5452-Ж  
Қазақстан Республикасының ақпарат министрлігімен 17.09.2004 берілген.  
Мерзімді баспа басылымын қайта есепке алу 07.11.2023 ж.  
Жазылу бойынша индексі 74081

**Редакцияның мекен-жайы:**  
110000, Қостанай қ., Байтұрсынұлы к., 47  
(Редакциялық-баспа бөлімі)  
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Ахмет Байтұрсынұлы атындағы  
Қостанай өңірлік университеті

№1 (77), январь 2025 г.  
Издается с января 2005 года  
Выходит 4 раза в год

**Учредитель:** *Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы*

**Главный редактор:** *Куанышбаев С.Б.*, доктор географических наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

**Заместитель главного редактора:** *Жарлыгасов Ж.Б.*, кандидат сельскохозяйственных наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

*Алимбаев А.Е.*, доктор философии (PhD), Евразийский гуманитарный институт имени А.К.Кусаинова, Казахстан.

*Емин Атасой*, доктор PhD, Университет Улудаг, г. Бурса, Турция.

*Зоя Микниене*, доктор (PhD), Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Республика Литва.

*Качеев Д.А.*, кандидат философских наук, магистр истории, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

*Ксембаева С.К.*, кандидат педагогических наук, НАО «Торайгыров университет», Казахстан.

*Лина Анастасова*, доктор социологии, Бургасский свободный университет, г. Бургас, Болгария.

*Медетов Н.А.*, доктор физико-математических наук, НАО «Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова», Казахстан.

*Мишулина О.В.*, доктор экономических наук, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

*Соловьев С.А.*, доктор биологических наук, Новосибирский государственный университет экономики и управления, Россия.

*Скорыходов Д.М.*, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

*Сычева И.Н.*, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

*Ташев А.Н.*, кандидат биологических наук по экологии, Лесотехнический университет, г. София, Болгария.

*Уразбоев Г.У.*, доктор физико-математических наук, Ургенчский государственный университет, Узбекистан.

Свидетельство о регистрации № 5452-Ж  
выдано Министерством информации Республики Казахстан 17.09.2004 г.  
Переучёт периодического печатного издания 07.11.2023 г.  
Подписной индекс 74081

#### Адрес редакции:

110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынұлы, 47  
(Редакционно-издательский отдел)  
Тел.: 8(7142) 51-11-76

УДК 517.54

**Майер, Ф.Ф.,**

кандидат физико-математических наук, доцент,  
и.о. профессора кафедры математики и физики,  
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,  
г. Костанай, Республика Казахстан

## О НЕКОТОРЫХ КЛАССАХ ПОЧТИ ЗВЕЗДООБРАЗНЫХ ФУНКЦИЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА БАЗЕ КЛАССА ЯНОВСКОГО

### Аннотация

Исследуется класс  $CS_n^*(a, \gamma, A, B)$  почти звездообразных функций  $f(z)$ , определенный с помощью условия  $\left| \left( \frac{f(z)}{g(z)} \right)^{1/\gamma} - a \right| \leq a$ ,  $a > 1/2$ ,  $0 < \gamma \leq 1$ , где функция  $g(z)$  принадлежит классу  $S_n^*[A, B]$  звездообразных функций Яновского. Для данного класса получена теорема роста и определен радиус звездообразности порядка  $\alpha$ , в том числе и в случае, когда функция  $g(z)$  является выпуклой. В частных случаях получается как ряд ранее известных, так и новых результатов. Все результаты, полученные в статье, являются точными.

**Ключевые слова:** почти звездообразные функции, теорема роста, радиусы звездообразности.

### 1 Введение

Естественным расширением класса  $S^*$  звездообразных в круге  $E = \{z: |z| < 1\}$  функций  $f(z)$  является класс  $CS^*$  почти звездообразных функций  $f(z)$ , введенный в работе [1] с помощью условия

$$\operatorname{Re} \frac{f(z)}{g(z)} > 0, z \in E, \quad (1)$$

где  $g(z) \in S^*$ .

В дальнейшем рассматривались другие классы почти звездообразных функций, при определении которых вместо условия (1) использовались условия [2, 3]  $\operatorname{Re} \frac{f(z)}{g(z)} > 0$ ,  $\left| \frac{f(z)}{g(z)} - 1 \right| < 1$ , [4]  $\left| \frac{f(z)}{g(z)} - a \right| < a$ ,  $a > \frac{1}{2}$ , [5]  $\operatorname{Re} \frac{f(z)}{\lambda f(z) + (1-\lambda)g(z)} > 0$ ,  $\left| \frac{f(z)}{\lambda f(z) + (1-\lambda)g(z)} - 1 \right| < 1$ , где  $0 \leq \lambda < 1$ , и некоторые другие неравенства, связывающие функции  $f(z)$  и  $g(z)$ .

Совсем недавно вышел цикл статей [6-10], в которых исследуются классы почти звездообразных функций, заданные условиями вида  $\operatorname{Re} \frac{f(z)}{g(z)} > 0$ ,  $\left| \frac{f(z)}{g(z)} - 1 \right| < 1$ , в которых используются конкретные звездообразные функции  $g(z) := z$ ;  $z/(1+z)$ ;  $z/(1-z)^2$ ;  $z + z^2/2$ ;  $z/(1-z^2)$ .

В настоящей статье с помощью условия  $\left| \left( \frac{f(z)}{g(z)} \right)^{1/\gamma} - a \right| \leq a$ ,  $a > \frac{1}{2}$ ,  $0 < \gamma \leq 1$ , естественным образом обобщающего многие из выше перечисленных условий, вводится класс почти звездообразных функций  $f(z)$ , в котором используются звездообразные функции  $g(z)$  класса Яновского [11]. Для введенного класса установлена теорема роста и определен точный радиус звездообразности порядка  $\alpha$ , в том числе, когда функция  $g(z)$  является выпуклой. Все результаты являются точными. В частных случаях получают многие из ранее известных результатов.

**2 Материалы и методы**

Основным методом исследования статьи является метод подчиненности аналитических функций, позволяющий достаточно просто получать различные оценки аналитических функций.

По определению, аналитическая в  $E$  функция  $\varphi(z)$  называется подчиненной однолистной функции  $\varphi_0(z)$ , если  $\varphi(E) \subset \varphi_0(E)$  и  $\varphi(0) = \varphi_0(0)$ . При этом используют обозначение  $\varphi(z) < \varphi_0(z)$ . Для случая не однолистной в  $E$  функции  $\varphi_0(z)$  соотношение подчиненности  $\varphi(z) < \varphi_0(z)$  означает, что можно найти функцию  $\omega(z)$ ,  $\omega(0) = 0, |\omega(z)| \leq 1$ , такую, что будет выполняться соотношение  $\varphi(z) = \varphi_0(\omega(z))$ .

Если функция  $\varphi(z)$  имеет разложение вида  $\varphi(z) = c_0 + c_n z^n + c_{n+1} z^{n+1} + \dots, n \geq 1$ , то из подчиненности  $\varphi(z) < \varphi_0(z)$  следует вложение  $\varphi(|z| \leq r) \subseteq \varphi_0(|z| \leq r^n)$  для всех  $r, 0 \leq r < 1$ , позволяющее получать точные оценки функции  $\varphi(z)$  по характеристикам мажоранты  $\varphi_0(z)$ .

Пусть  $\mathcal{R}_n$  и  $\mathcal{N}_n$  обозначают, соответственно, классы аналитических в  $E$  функций  $\varphi(z)$  и  $f(z)$ , имеющих разложения в ряд вида  $\varphi(z) = 1 + c_n z^n + c_{n+1} z^{n+1} + \dots, n \geq 1$ , и  $f(z) = z + a_{n+1} z^{n+1} + a_{n+2} z^{n+2} + \dots, n \geq 1, z \in E$ . Через  $\mathcal{P}_n(a, \gamma)$  будем обозначать класс функций  $\varphi(z)$  из  $\mathcal{R}_n$ , удовлетворяющих условию

$$\left| (\varphi(z))^{1/\gamma} - a \right| < a, \quad a > 1/2, 0 < \gamma \leq 1, z \in E.$$

Тогда  $\mathcal{P}_n := \mathcal{P}_n(\infty, 1)$  – класс функций из  $\mathcal{R}_n$  с положительной вещественной частью. Также будем считать, что  $\mathcal{P}(a, \gamma) := \mathcal{P}_1(a, \gamma), \mathcal{P} := \mathcal{P}_1, \mathcal{N} := \mathcal{N}_1$ .

Пусть  $S_n^*[A, B]$  – класс Яновского звездообразных функций  $g(z) \in \mathcal{N}_n$ , удовлетворяющих условию

$$z \frac{g'(z)}{g(z)} < \psi_0(z) = \frac{1 + Az}{1 + Bz}, \quad -1 \leq B < A \leq 1.$$

Его подклассом является класс  $S^*(\alpha) = S^*[1 - 2\alpha, -1]$  функций  $g(z)$ , звездообразных порядка  $\alpha$ , которые удовлетворяют условию  $Re \left( z \frac{g'(z)}{g(z)} \right) > \alpha, 0 \leq \alpha < 1, z \in E$ . Также в статье используется класс  $S^0$  выпуклых функций, удовлетворяющих условию  $Re z \frac{g''(z)}{g'(z)} > -1, z \in E$ .

Основой для дальнейших исследований являются следующие оценки, полученные на основе метода подчиненности.

**Лемма 1** [12]. Если  $g(z) \in S_n^*[A, B]$ , то в круге  $|z| \leq r, 0 \leq r < 1$ , выполняются точные оценки

$$r(1 - Br^n)^{\frac{A-B}{nB}} \leq |g(z)| \leq r(1 + Br^n)^{\frac{A-B}{nB}}, \quad B \neq 0, \tag{1}$$

$$r \exp\left(-\frac{A}{n} r^n\right) \leq |g(z)| \leq r \exp\left(\frac{A}{n} r^n\right), \quad B = 0, \tag{2}$$

$$Re \left( z \frac{g'(z)}{g(z)} \right) \geq \frac{1 - Ar^n}{1 - Br^n}, \tag{3}$$

знак равенства в которых достигается для функции

$$g_0(z) = \begin{cases} z \cdot (1 + Bz^n)^{\frac{A-B}{nB}}, & B \neq 0, \\ z \cdot \exp\left\{\frac{A}{n} z^n\right\}, & B = 0 \end{cases}. \tag{4}$$

**Лемма 2** [13]. Если  $\varphi(z) \in \mathcal{P}_n(a, \gamma)$ , то в круге  $|z| \leq r, 0 \leq r < 1$ , выполняются точные оценки

$$\left( \frac{1 - r^n}{1 + (1 - 1/a)r^n} \right)^\gamma \leq |\varphi(z)| \leq \left( \frac{1 + r^n}{1 - (1 - 1/a)r^n} \right)^\gamma, \tag{5}$$

$$\left| z \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} \right| \leq \frac{\gamma(2 - 1/a)nr^n}{(1 - r^n)(1 + (1 - 1/a)r^n)}. \tag{6}$$

Экстремальная функция задается формулой  $\varphi(z) = \varphi_0(z^n)$ , где

$$\varphi_0(z) = \left( \frac{1 + z}{1 - (1 - 1/a)z} \right)^\gamma. \tag{7}$$

**3-4 Результаты и обсуждение**

Введем класс  $CS_n^*(a, \gamma, A, B)$  почти звездообразных функций  $f(z) \in \mathcal{N}_n$ , удовлетворяющих условию

$$\left| \left( \frac{f(z)}{g(z)} \right)^{1/\gamma} - a \right| \leq a, a > \frac{1}{2}, 0 < \gamma \leq 1, \tag{8}$$

где  $g(z) \in S_n^*[A, B]$ .

**Теорема 1.** Если  $f(z) \in CS_n^*(a, \gamma, A, B)$ , то в круге  $|z| \leq r, 0 \leq r < 1$ , выполняются неравенства

1) при  $B \neq 0$

$$r(1 - Br^n)^{\frac{A-B}{nB}} \left( \frac{1 - r^n}{1 + (1 - 1/a)r^n} \right)^\gamma \leq |f(z)| \leq r(1 + Br^n)^{\frac{A-B}{nB}} \left( \frac{1 + r^n}{1 - (1 - 1/a)r^n} \right)^\gamma, \tag{9}$$

2) при  $B = 0$

$$r \exp\left(-\frac{A}{n}r^n\right) \left( \frac{1 - r^n}{1 + (1 - 1/a)r^n} \right)^\gamma \leq |f(z)| \leq r \exp\left(\frac{A}{n}r^n\right) \left( \frac{1 + r^n}{1 - (1 - 1/a)r^n} \right)^\gamma \tag{10}$$

и радиусом  $r^*(\alpha)$  звездообразности порядка  $\alpha$  класса  $CS_n^*(a, \gamma, A, B)$  является единственный на  $(0; 1)$  корень уравнения

$$\frac{1 - Ar^n}{1 - Br^n} - \frac{\gamma(2 - 1/a)nr^n}{(1 - r^n)(1 + (1 - 1/a)r^n)} - \alpha = 0. \tag{11}$$

Результат точный.

**Доказательство.** Пусть  $\varphi(z) = \frac{f(z)}{g(z)}$ . Тогда  $f(z) = g(z)\varphi(z)$ , причем  $\varphi(z) \in \mathcal{P}_n(a, \gamma)$ .

Поэтому, комбинируя оценки (1)-(2) и (5), получим оценки (9)-(10).

Из равенства  $f(z) = g(z)\varphi(z)$  находим

$$z \frac{f'(z)}{f(z)} = z \frac{g'(z)}{g(z)} + z \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}.$$

Поэтому, применяя оценки (3) и (6), в круге  $|z| \leq r, 0 \leq r < 1$ , получаем

$$\operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{f(z)} \geq \operatorname{Re} \frac{zg'(z)}{g(z)} - \left| z \frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)} \right| \geq \frac{1 - Ar^n}{1 - Br^n} - \frac{\gamma(2 - 1/a)nr^n}{(1 - r^n)(1 + (1 - 1/a)r^n)}.$$

Если  $|z| \leq r$ , где  $r = r^*(\alpha)$  – корень уравнения (11), то  $\operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{f(z)} \geq \alpha$  и  $f(z)$  является звездообразной порядка  $\alpha$  в круге  $|z| \leq r^*(\alpha)$ .

Средствами дифференциального исчисления нетрудно установить, что функция

$$m_2(r) = \frac{\gamma(2 - 1/a)nr^n}{(1 - r^n)(1 + (1 - 1/a)r^n)} + \alpha$$

монотонно возрастает на  $[0; 1)$  от  $\alpha$  до  $+\infty$  при  $a > \frac{1}{2}, \gamma > 0$ . Так как  $m_1(r) = (1 - Ar^n)/(1 - Br^n)$  монотонно убывает на  $[0; 1]$  от 1 до  $m_1(1) = (1 - A)/(1 - B) \in [0; 1]$ , то уравнение  $m_1(r) - m_2(r) = 0$ , а, следовательно, и уравнение (11), имеет единственный корень  $r = r^*(\alpha) \in (0; 1)$ .

Для доказательства точности оценок (9)-(10) и радиуса звездообразности  $r^*(\alpha)$  рассмотрим функцию  $f_0(z) = g_0(z)\varphi_0(z^n)$ , где функция  $g_0(z)$  задана формулой (4), а функция  $\varphi_0(z)$  – формулой (7). Для функции  $f_0(z)$  правые оценки в (9)-(10) достигаются в точке  $z = r$ , а левые оценки в (9)-(10) – достигаются в точке  $z = \sqrt[n]{-1}r$ .

Кроме того,

$$z \frac{f'_0(z)}{f_0(z)} = \frac{1 + Az^n}{1 + Bz^n} + \frac{\gamma(2 - 1/a)nz^n}{(1 + z^n)(1 - (1 - 1/a)z^n)}.$$

Поэтому в точке  $z = \sqrt[n]{-1}r$ , где  $r = r^*(\alpha)$  – корень уравнения (11), имеем

$$\operatorname{Re} \frac{zf'_0(z)}{f_0(z)} \Big|_{z=\sqrt[n]{-1}r} = \frac{1 - Ar^n}{1 - Br^n} - \frac{\gamma(2 - 1/a)nr^n}{(1 - r^n)(1 + (1 - 1/a)r^n)} = \alpha.$$

Следовательно, радиус звездообразности порядка  $\alpha$  увеличить нельзя. Теорема 1 доказана.

**Следствие 1.** Пусть  $f(z)$  удовлетворяет условию  $|f(z)/g(z) - a| \leq a, a > 1/2$ , где  $g(z) \in S^0$ . Тогда в круге  $|z| \leq r, 0 \leq r < 1$ , выполняется оценка

$$\frac{r}{1+r} \frac{1-r}{1+(1-1/a)r} \leq |f(z)| \leq \frac{r}{1-r} \frac{1+r}{1-(1-1/a)r}, \quad (12)$$

и радиусом звездообразности порядка  $\alpha$  данного класса функций является единственный на  $(0; 1)$  корень уравнения

$$\alpha(a-1)r^3 + (\alpha a - 3a + 2)r^2 - 2ar + a - \alpha a = 0. \quad (13)$$

**Доказательство.** Известно, что если функция  $g(z)$  является выпуклой, то [14]  $g(z) \in S^*(1/2) = S^*(0, -1)$ . Поэтому, полагая в теореме 1  $A = 0, B = -1, n = \gamma = 1$ , из оценки (9) получим оценку (12), а уравнение (11) преобразуется к виду (13).

Заметим, что при  $a = 1$  из следствия 1 вытекает радиус звездообразности порядка  $\alpha$  класса  $\mathcal{F}_5 = \{f(z) \in \mathcal{N}: \left| \frac{f(z)}{g(z)} - 1 \right| < 1, g(z) \in S^0\}$  из [15], определяемый по формуле

$$r^*(\alpha) = \frac{1 - \alpha}{1 + \sqrt{2 + \alpha^2 - 2\alpha}}.$$

При  $\alpha = 0$  уравнение (13) преобразуется к виду  $(3a - 2)r^2 + 2ar - a = 0$  и из следствия 1 вытекает

**Следствие 2.** Пусть  $f(z)$  удовлетворяет условию  $|f(z)/g(z) - a| \leq a, a > 1/2$ , где  $g(z) \in S^0$ . Тогда  $f(z)$  является звездообразной в круге  $|z| \leq r^*$ , где

$$r^* = \begin{cases} \frac{\sqrt{2a(2a-1)} - a}{3a-2}, & a \neq \frac{2}{3}; \\ 1/2, & a = 2/3. \end{cases} \quad (14)$$

Радиус звездообразности является точным.

Заметим, что при  $a = 1$  следствие 2 дает теорему 4 из [3] о радиусе звездообразности  $r^* = \sqrt{2} - 1$  класса функций  $f(z)$ , удовлетворяющих условию  $|f(z)/g(z) - 1| \leq 1$ , где  $g(z) \in S^0$ .

**Следствие 3.** Пусть  $c = 1 - 1/a, b = 1 - \gamma n$ . Точный радиус  $r^*$  звездообразности класса функций  $f(z)$ , удовлетворяющих условию

$$\left| \left( \frac{f(z)}{g(z)} \right)^{1/\gamma} - a \right| \leq a, a > 1/2, 0 < \gamma \leq 1,$$

где  $g(z) \in S_n^*(\beta)$ , определяется по формуле  $r^* = t^{1/n}$ , где  $t$  – единственный на  $(0; 1)$  корень уравнения

$$(2\beta - 1)ct^3 + [(3 - b)c + 2\beta - 2\beta c - b]t^2 + (3 - b - 2\beta - bc)t - 1 = 0. \quad (15)$$

**Доказательство.** Если  $A = 1 - 2\beta, B = -1$ , то класс  $S_n^*[A, B]$  совпадает с классом  $S_n^*(\beta)$  функций, звездообразных порядка  $\beta, 0 \leq \beta < 1$ . В силу этого следствие 3 вытекает из теоремы 1 при  $\alpha = 0$ , и доказательство следствия сводится к преобразованию уравнения (11).

При  $t = r^n, c = 1 - 1/a$  из (11) имеем

$$(1 - (1 - 2\beta)t)(1 - t)(1 + ct) - \gamma(1 + c)nt(1 + t) = 0$$

или

$$(2\beta - 1)ct^3 + [(2 + \gamma n)c + 2\beta - 2\beta c - 1 + \gamma n]t^2 + (2 + \gamma n - 2\beta - (1 - \gamma n)c)t - 1 = 0.$$

Отсюда, обозначив для упрощения  $1 - \gamma n = b$ , приходим к (15).

При  $\gamma = a = 1$ , то есть для класса функций, удовлетворяющих условию  $|f(z)/g(z) - 1| < 1$ ,  $g(z) \in S_n^*$ , уравнение (15) преобразуется к виду

$$(2\beta + n - 1)t^2 - (2\beta - n - 2)t - 1 = 0,$$

поэтому  $r^* = t^{\frac{1}{n}}$ , где

$$t = \begin{cases} \frac{2\beta - n - 2 + \sqrt{(2\beta - n - 2)^2 + 4(2\beta + n - 1)}}{2(2\beta + n - 1)}, & 2\beta + n - 1 \neq 0, \\ 1/3, & \beta = 0, n = 1, \end{cases} \quad (16)$$

Данный результат получен ранее в [16, следствие 3], а его частный случай, когда  $r^* = 1/3$  при  $n = 1$  и  $g(z) \in S^*$ , – изучен в [3, теорема 3].

Заметим, что при  $\gamma = n = 1$  из следствия 3 вытекает, что если  $|f(z)/g(z) - a| \leq a$  и  $g(z) \in S_\beta^*$ , то  $r^*$  определяется как единственный на  $(0; 1)$  корень уравнения

$$(2\beta - 1)cr^3 + (3c + 2\beta - 2\beta c)r^2 + (3 - 2\beta)r - 1 = 0. \quad (17)$$

Данный результат совпадает с частным случаем теоремы 3.3 при  $\lambda = 0$  из [5]. При  $a \rightarrow \infty$  ( $c \rightarrow 1$ ),  $\beta = 0$  уравнение (17) преобразуется к виду  $r^3 - 3r^2 - 3r + 1 = 0$  или  $(r + 1)(r^2 - 4r + 1) = 0$ . Отсюда получаем, что  $r^* = 2 - \sqrt{3}$  для класса  $Re \frac{f(z)}{g(z)} > 0$ ,  $g(z) \in S^*$ , что совпадает с теоремой 3 из [17].

**Примечание 1.** Пусть  $a \rightarrow \infty, \gamma = 1$ , при этом условие (8) преобразуется к виду  $Re \frac{f(z)}{g(z)} > 0$ . Тогда при определенных значениях  $A, B$  (то есть конкретизируя функцию  $g(z)$ ) и  $n$  из теоремы 1 вытекают радиусы звездообразности порядка  $\alpha$  целого ряда классов функций, в том числе исследованных в последние годы.

**Следствие 4.** Следующие результаты по радиусам звездообразности порядка  $\alpha$  справедливы для классов:

1) (случай  $n = 1, A = 0, B = -1$ ) для класса  $\mathcal{F}_3: Re \left\{ \frac{1-z}{z} f(z) \right\} > 0, z \in E$  из [7]

$$r^*(\alpha) = \frac{2(1 - \alpha)}{3 + \sqrt{9 - 4\alpha(1 - \alpha)}};$$

2) (случай  $n = 1, A = 1, B = -1$ ) для класса  $\mathcal{F}_4: Re \left\{ \frac{(1-z)^2}{z} f(z) \right\} > 0, z \in E$  из [7]

$$r^*(\alpha) = \frac{1 - \alpha}{2 + \sqrt{3 + \alpha^2}};$$

3) (случай  $n = 1, A = 1, B = 1/2$ ) для класса  $\mathcal{F}_3: Re \{f(z)/(z + z^2/2)\} > 0, z \in E$  из [8]  $r^*(\alpha)$  определяется как наименьший положительный корень уравнения  $(2 - \alpha)r^3 + 2\alpha r^2 + (\alpha - 6)r + 2 - 2\alpha = 0$ ;

4) (случай  $A = 1, B = -1$ ) для класса  $\mathcal{K}_3: Re \left\{ \frac{1-z^2}{z} f(z) \right\} > 0, z \in E$  из [9], при  $n = 2$  в дополнение к [9]

$$r^*(\alpha) = \left( \frac{1 - \alpha}{3 + \sqrt{8 + \alpha^2}} \right)^{1/2};$$

5) (случай  $n = 1, A \rightarrow 0, B \rightarrow 0$ ) для класса  $Re \frac{f(z)}{z} > 0, z \in E$

$$r^*(\alpha) = \frac{1 - \alpha}{1 + \sqrt{1 + (1 - \alpha)^2}};$$

6) (случай  $n \geq 1, A = 0, B = -1$ ) для класса  $Re \left\{ \frac{(1-z^n)^{1/n}}{z} f(z) \right\} > 0, z \in E$

$$r^*(\alpha) = \left( \frac{2(1 - \alpha)}{1 + 2n + \sqrt{(1 + 2n)^2 - 4\alpha(1 - \alpha)}} \right)^{1/n};$$



7) (случай  $n \geq 1, A = 1, B = -1$ ) для класса  $Re \left\{ \frac{(1-z^n)^{2/n}}{z} f(z) \right\} > 0, z \in E$

$$r^*(\alpha) = \left( \frac{1 - \alpha}{1 + n + \sqrt{(1+n)^2 - 1 + \alpha^2}} \right)^{1/n}.$$

## 5 Выводы

Настоящая статья посвящена исследованию геометрических свойств класса  $CS_n^*(a, \gamma, A, B)$  почти звездообразных функций  $f(z)$  таких, что  $|(f(z)/g(z))^{1/\gamma} - a| \leq a$ , где  $g(z)$  принадлежит известному классу  $S_n^*[A, B]$  звездообразных функций Яновского. В классе  $CS_n^*(a, \gamma, A, B)$  установлены точные теоремы роста и найдены точные радиусы звездообразности, приводящие как к новым результатам, так и обобщающие целый ряд ранее известных результатов.

## Список литературы

- 1 Reade M.O. On close-to-close univalent functions. Michigan Math. J., 1955, 3, 59-62.
- 2 MacGregor T.H. The radius of univalence of certain analytic functions, Proc. Amer. Math. Soc., 1963, 14, 514-520.
- 3 MacGregor T.H. The radius of univalence of certain analytic functions, II. Proc. Am. Math. Soc., 1963, 14, 521-524. doi: <http://dx.doi.org/10.1090/s0002-9939-1963-0148892-5>.
- 4 Chichra P. On the radii of starlikeness and convexity of certain classes of regular functions. J. of the Australian Math. Soc., 1972, 13(2), 208-218. doi: <https://doi.org/10.1017/S1446788700011290>.
- 5 Anh V.V., Tuan P.D. On starlikeness and convexity of certain pacific. Journal of Mathematics, 1977,69(1), 1-9. doi: <https://doi.org/10.2140/PJM.1977.69.1>.
- 6 Ali R.M., Jain N.K., Ravichandran V. On the radius constants for classes of analytic functions // arXiv:1207.4529v1 [math.CV] – 2012, 1-16. <http://arxiv.org/abs/1207.4529v1>. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1207.4529>.
- 7 Sebastianc A., Ravichandran V.. Radius of starlikeness of certain analytic functions. Math. Slovaca, 2021, 71(1), 83-104. DOI: <https://doi.org/10.1515/ms-2017-0454>.
- 8 Kanaga R., Ravichandran V. Starlikeness for Certain Close-to-Star Functions. Hacet. J. Math. Stat., 2021, 50 (2), 414-432. DOI: <https://doi.org/10.15672/hujms.702703>.
- 9 Khatter K., Lee S. K., Ravichandran V. Radius of starlikeness for classes of analytic functions // arXiv preprint arXiv:2006.11744 – 2020. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.11744>.
- 10 Sharma, M., Jain, N.K. & Kumar, S. (2023). Constrained radius estimates of certain analytic functions. arXiv:2305.16210v1 [math.CV].
- 11 Janowski J. Some extreme problems for certain families of analytic functions. Ann. Polon. Math., 1973, 28, 297-326. doi: <https://doi.org/10.4064/ap-28-3-297-326>.
- 12 Anh V.V., Tuan P.D. Extremal problems for a class of functions of positive real part and applications. Austral. Math. Soc. (Series A), 1986, 41, 152-164. doi: <https://doi.org/10.1017/S1446788700033577>.
- 13 Майер Ф.Ф., Тастанов М.Г., Утемисова А.А., Байманкулов А.Т. Об обобщении некоторых классов почти выпуклых и типично вещественных функций // Вестник ТГУ, Серия «Математика и механика», Томск. – 2023. – №84. – С. 147-156. <https://www.mathnet.ru/links/36b8b367bce77d719cf15cb56737f2af/vtgu1025.pdf>.
- 14 Strohäcker E. Beiträge zur theorie der schlichten funktionen. Mathematische Zeitschrift, 1933, 37, 356-380.
- 15 Ali R.M., Jain N.K., Ravichandran V. On the radius constants for classes of analytic functions // arXiv:1207.4529v1 [math.CV] – 2012. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1207.4529>.
- 16 Shah G.M. On the univalence of some analytic functions. Pacific J. Math., 1972, 43:1, 239-250. doi: <https://doi.org/10.2140/pjm.1972.43.239>.
- 17 MacGregor T.H. A class of univalent functions. Trans. Amer. Math. Soc., 1964,15, 311-317.

**МАЙЕР, Ф.Ф.**

**ЯНОВСКИЙ КЛАСЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРЫЛҒАН ЖҰЛДЫЗ ТӘРІЗДІ ФУНКЦИЯЛАРДЫҢ КЕЙБІР КЛАСТАРЫ ТУРАЛЫ**

Мақалада  $\left| \left( \frac{f(z)}{g(z)} \right)^{1/\gamma} - a \right| \leq a, a > 1/2, 0 < \gamma \leq 1$ , шарттарымен анықталған  $f(z)$  жұлдыз тәрізді функциялардың  $CS_n^*(a, \gamma, A, B)$  класы зерттеледі, мұндағы  $g(z)$  функциясы Яновскийдің

жұлдыз тәрізді функцияларының  $S_n^*[A, B]$  класына жатады. Берілген класс үшін өсу теоремасы алынады және  $\alpha$  ретінің жұлдыз тәрізділік радиусы анықталады, оның ішінде  $g(z)$  функциясы дөңес болған жағдайда. Ерекше жағдайларда бұрын белгілі және жаңа нәтижелер сериясы алынады. Алынған барлық нәтижелер дәл болып табылады.

**Түйінді сөздер:** жұлдыз тәрізді функциялар, өсу теоремасы, жұлдыз тәрізді радиустар.

MAYER, F.F.

#### ON SOME CLASSES OF CLOSE-TO-STARLIKE FUNCTIONS BASED ON THE YANOVSKIY CLASS

The article examines the class  $CS_n^*(\alpha, \gamma, A, B)$  of close-to-starlike functions  $f(z)$ , defined using the condition  $\left| \left( \frac{f(z)}{g(z)} \right)^{1/\gamma} - \alpha \right| \leq \alpha$ ,  $\alpha > 1/2$ ,  $0 < \gamma \leq 1$ , where the function  $g(z)$  belongs to the class  $S_n^*[A, B]$  of Yanovskiy starlike functions. For this class, the growth theorem is obtained and the radius of starlikeness formation of the order  $\alpha$  is determined, including in case when the function  $g(z)$  is convex. In particular cases, a number of previously known and new results are obtained. All the results obtained are accurate.

**Keywords:** close-to-starlike functions; growth theorem; radii of starlikeness.

#### Сведения об авторе:

**Майер Федор Федорович** – кандидат физико-математических наук, доцент, и.о. профессора кафедры математики и физики, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

**Майер Федор Федорович** – физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент, математика және физика кафедрасы профессорының м.а., Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

**Mayer Fyodor Fyodorovich** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, acting Professor of the Department of Mathematics and Physics, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

УДК 517.54

**Майер, Ф.Ф.,**

кандидат физико-математических наук,  
доцент, и.о. ассоциированного профессора  
(доцента) кафедры математики и физики,  
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,  
г. Костанай, Республика Казахстан

**Хабдуллина, Г.Ж.,**

магистр математики, старший преподаватель  
кафедры математики и физики,  
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,  
г. Костанай, Республика Казахстан

#### ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ОПЕРАТОР БЕРНАЦКОГО НА КЛАССЕ ЗВЕЗДОБРАЗНЫХ ФУНКЦИЙ ЯКУБОВСКОГО

##### Аннотация

В геометрической теории функций различным интегральным операторам посвящен большой цикл работ, в которых определяется образ заданного класса регулярных функций при интегральном преобразовании, либо исследуется область значений, входящих в этот оператор показателей, при

**МАЗМҰНЫ**

**ГУМАНИТАРЛЫҚ ЖӘНЕ ӨНЕР ҒЫЛЫМДАРЫ**

*Безаубекова А.Д., Мәлікзада А.М., Айтқазы Ә.А. М. Мақатаев «Аққулар ұйықтағанда»*  
 поэмасы ..... 3

*Бекбосынова А.Х., Бекмагамбетова М.Ж., Бейбітова Н.Б. Сайын Мұратбеков «Жусан иісі» повесіндегі – Аян бейнесі* ..... 10

*Бекбосынова А.Х., Бекмагамбетова М.Ж., Дуйсенбаева К.Е. Бердібек Соқпақбаевтың «Балалық шаққа саяхат» повесіндегі «балалық шақ» концептісі* ..... 18

*Бекбосынова А.Х., Бекмагамбетова М.Ж., Есенгельды Ә.Қ. Бердібек Соқпақбаевтың «Ана жүрегі» шығармасындағы бала тағдыры* ..... 23

*Исова Э.А., Азимхан Д.А. Дулат Исабековтың «Ескерткіш» әңгімесінің көркемдік ерекшеліктері*..... 28

*Исова Э.А., Атығай Ш.С. Қошке Кеменгерұлының педагогикалық мұрасы: тіл тазалығы және білім беру әдістемесі* ..... 33

*Исова Э.А., Шахметова М.А. І. Жансүгіровтің «Қолбала» поэмасының көркемдік ерекшеліктері*..... 39

**ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ**

*Брагина Т.М., Приезжих Ю.В. Қостанай облысындағы қарағайдың сабақты зиянкестері – ұзын мүйізді қоңыздарға шолу (coleoptera, cerambicadae)*..... 44

*Майер Ф.Ф. Яновский класының негізінде құрылған жұлдыз тәрізді функциялардың кейбір кластары туралы*..... 50

*Майер Ф.Ф., Хабдуллина Г.Ж. Якубовскийдің жұлдыз тәрізді функциялар класындағы Бернацкийдің интегралды операторы* ..... 56

*Тастанов М.Г., Жарлыгасова Э.З. Кездейсоқ процесстер*..... 64

*Тастанов М.Ф., Нургельдина А.Е. Монте-Карло әдістерінің жалпы схемасы*..... 74

**ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ**

*Амантаев М.А., Абитов Т.А., Азбергенев Е.Т., Красильников Я.С. Дөңгелек қозғалысын кинематикалық модельдеу* ..... 87

*Балтабекова И.Ж., Жунусова Г.С., Саидов А.М., Калитка Д.А. Матча шай қосылған ашытқы нан өндірісінің болашағы* ..... 92

*Кравченко Р.И., Золотухин Е.А., Амантаев М.А., Караев А.К. Жеңіл автомобиль қозғалтқышын теңестіру әдісін әзірлеу*..... 98

*Нам Д. Генеративті адверсарлық желілерді (gan) өкпе обырының КТ суреттерін генерациялау үшін қолдану* ..... 105

*Семибаламут А.В., Золотухин Е.А., Медиткали И.Е., Кушибаева Д.Р. Өртүрлі серпімділік қасиеттері бар серпімді элементтер негізінде суспензияның серпімділік сипаттамаларын бағалау*..... 113

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ**

*Бейшов Р.С., Алитанова М.К. Жаздық бидай мен арпаның ауруларға төзімділігіне әртүрлі қорғаныш және ынталандыру қосылыстардың әсері*..... 121

*Бейшов Р.С., Барсакбаева М.Б. Қостанай қаласының жанармай құю станцияларында мұнай өнімдерімен ластанған топырақ микрофлорасының биоремедиациялық қалпына келтіру әлеуетін практикалық тұрғыда зерттеу* ..... 127

*Бейшов Р.С., Смаилова А.И. Топырақтың ауыр металдармен ластануы және олардың өсімдіктерге әсерін зерттеу*..... 136

*Саидов А.М. Цифрландыру жағдайында АӨК мамандарының кәсіби құзыреттілігін дамыту: цифрлық платформа тұжырымдамасы*..... 143

**ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР**

<i>Абылай П.С.</i> «Математикалық логика» пәнін болашақ педагогтерге оқытудың маңыздылығы және мазмұндық ерекшеліктері .....	151
<i>Саидов А.М., Раисова Ж.Х.</i> Білім беру процесін трансформациялаудағы инновациялық технологиялар мен цифрландырудың рөлі.....	155
<i>Шалгимбекова К.С., Айтмағамбетов Е.Ж.</i> Колледж оқушыларының кәсіби өзін-өзі айқындауының мәні мен ерекшеліктері .....	162
<i>Шалгимбекова К.С., Шупотаев С.М.</i> Мектеп оқушыларының қазіргі білім беру жағдайындағы ерік қасиеттері және оның сипаттары.....	168
<b>АВТОРЛАРДЫҢ НАЗАРЫНА</b> .....	174

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИСКУССТВО**

*Безаубекова А.Д., Маликзада А.М., Айтказы А.А.* Поэма М. Макатаева «Когда спят лебеди»..... 3

*Бекбосынова А.Х., Бекмагамбетова М.Ж., Бейбітова Н.Б.* Образ Аяна в повести Сайына Муратбекова «Запах полыни» ..... 10

*Бекбосынова А.Х., Бекмагамбетова М.Ж., Дуйсенбаева К.Е.* Концепция «детство» в повести Бердибека Сокпакбаева «Путешествие в детство» ..... 18

*Бекбосынова А.Х., Бекмагамбетова М.Ж., Есенгельды Э.Қ.* Судьба ребенка в произведении Бердибека Сокпакбаева «Материнское сердце» ..... 23

*Исова Э.А., Азимхан Д.А.* Художественные особенности рассказа Дулата Исабекова «Ескерткіш»..... 28

*Исова Э.А., Атыгай Ш.С.* Педагогическое наследие Кошке Кеменгерулы: чистота языка и методика образования..... 33

*Исова Э.А., Шахметова М.А.* Художественные особенности поэмы И. Жансугурова «Қолбала» ..... 39

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

*Брагина Т.М., Приезжих Ю.В.* Обзор жуков усачей (coleoptera, cerambicadae) – стволовых вредителей сосны в Костанайской области..... 44

*Майер Ф.Ф.* О некоторых классах почти звездообразных функций, построенных на базе класса Яновского..... 50

*Майер Ф.Ф., Хабдуллина Г.Ж.* Интегральный оператор Бернацкого на классе звездообразных функций Якубовского..... 56

*Тастанов М.Г., Жарлыгасова Э.З.* Случайные процессы ..... 64

*Тастанов М.Г., Нургельдина А.Е.* Общая схема методов Монте-Карло..... 74

**ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ**

*Амантаев М.А., Абитов Т.А., Азбергенев Е.Т., Красильников Я.С.* Кинематическое моделирование движения колеса ..... 87

*Балтабекова И.Ж., Жунусова Г.С., Саидов А.М., Калитка Д.А.* Перспективы производства хлеба на закваске с добавлением матча чая ..... 92

*Кравченко Р.И., Золотухин Е.А., Амантаев М.А., Караев А.К.* Разработка способа балансировки движителя легкового автомобиля..... 98

*Нам Д.* Применение моделей ганов для генерации КТ снимков рака легкого ..... 105

*Семибаламут А.В., Золотухин Е.А., Медиткали И.Е., Кушибаева Д.Р.* Оценка упругой характеристики подвески на основе эластичных элементов с различными упругими свойствами..... 113

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ**

*Бейшов Р.С., Алитанова М.К.* Влияние защитно-стимулирующих составов на устойчивость к болезням яровой пшеницы и ячменя ..... 121

*Бейшов Р.С., Барсакбаева М.Б.* Практическое исследование биоремедиационного восстановительного потенциала почвенной микрофлоры, загрязненной нефтепродуктами, на автозаправочных станциях г. Костанай..... 127

*Бейшов Р.С., Смаилова А.И.* Исследование загрязнение почвы тяжелыми металлами и их воздействие на растения..... 136

*Саидов А.М.* Развитие профессиональных компетенций специалистов АПК в условиях цифровизации: концепция цифровой платформы ..... 143

**СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ**

<i>Абылай П.С.</i> Важность и содержательные особенности преподавания предмета «математическая логика» будущим педагогам.....	151
<i>Саидов А.М., Раисова Ж.Х.</i> Роль инновационных технологий и цифровизации в трансформации образовательного процесса .....	155
<i>Шалгимбекова К.С., Айтмагамбетов Е.Ж.</i> Сущность и особенности профессионального самоопределения учащихся колледжа .....	162
<i>Шалгимбекова К.С., Шупотаев С.М.</i> Волевые качества школьников и их особенности в современных образовательных условиях .....	168
<b>ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ</b> .....	177

**CONTENT**

**HUMANITIES AND ARTS**

*Bezaubekova A.D., Malikzada A.M., Aitkazy A.A.* M. Makatayev’s poem «When swans sleep» ..... 3  
*Bekbossynova A.Kh., Bekmagambetova M.Zh., Beibitova N.B.* The character of Ayan in Saiyn Muratbekov’s story «The Scent of the Wormwood» ..... 10  
*Bekbossynova A.Kh., Bekmagambetova M.Zh., Duissenbayeva K.Y.* The concept of childhood in Berdibek Sokpakbayev's novel «Journey to Childhood» ..... 18  
*Bekbossynova A.Kh., Bekmagambetova M.Zh., Yessengeldy E.K.* The fate of a child in Berdibek Sokpakbayev's novel «A Mother's Heart» ..... 23  
*Isova E.A., Azimkhan D.A.* Artistic features of Dulat Issabekov’s story «Yeskertkish» ..... 28  
*Isova E.A., Atygay Sh.S.* Koshke Kemengeruly’s pedagogical heritage: language purity and teaching methodology ..... 33  
*Isova E.A., Shakhmetova M.A.* Artistic features of I. Zhansugurov's poem «Kolbala» ..... 39

**NATURAL SCIENCES**

*Bragina T. M., Priezzhikh, Yu.V.* Review of longicorn beetles (coleoptera, cerambicadae) – stem pests of pine in Kostanay region ..... 44  
*Mayer F.F.* On some classes of close-to-starlike functions based on the Yanovskiy class ..... 50  
*Mayer F.F., Khabdullina G.Zh.* Bernatskiy integral operator on the class of Yakubovskiy starlike functions ..... 56  
*Tastanov M.G., Zharlygassova E.Z.* Random processes ..... 64  
*Tastanov M.G., Nurgeldina A.Y.* Monte Carlo methods design scheme ..... 74

**ENGINEERING AND TECHNOLOGY**

*Amantayev M.A., Abitov T.A., Azbergenov Y.T., Krasilnikov Ya.S.* Kinematic modelling of wheel movement ..... 87  
*Baltabekova I.Zh., Zhunussova G.S., Saidov A.M., Kalitka D.A.* Prospects of matcha sourdough bread production ..... 92  
*Kravchenko R.I., Zolotukhin Y.A., Amantayev M.A., Karayev A.K.* Development of a method for balancing a passenger car propeller unit ..... 98  
*Nam D.* Application of generative adversarial neural networks for lung cancer CT image segmentation ..... 105  
*Semibalamut A.V., Zolotukhin Y.A., Meditkali I.Y., Kushibayeva D.R.* Evaluation of the elastic characteristics of a suspension based on elastic elements with different elastic properties ..... 113

**AGRICULTURAL, VETERINARY SCIENCES**

*Beishov R.S., Alitanova M.K.* The effect of protective and stimulating compounds on disease resistance of spring wheat and barley ..... 121  
*Beishov R.S., Barsakbayeva M.B.* Empirical research of bioremediation recovery potential of soil microflora contaminated with oil products at gas stations in Kostanay ..... 127  
*Beishov R.S., Smailova A.I.* Research of soil pollution by heavy metals and their effects on plants ..... 136  
*Saidov A.M.* Development of professional competences of agro-industrial specialists in the context of digitalization: the concept of a digital platform ..... 143

**SOCIAL SCIENCES**

*Abylay P.S.* The importance and key content-specific features of teaching the subject "mathematical logic" to future educators ..... 151  
*Saidov A.M., Raissova Zh.Kh.* The role of innovative technologies and digitalization in the educational process transformation ..... 155

*Shalgimbekova K.S., Aitmagambetov Y.Z.* The essence and features of professional self-determination of college students ..... 162

*Shalgimbekova K.S., Shalgimbekova K.S.* Volitional qualities of schoolchildren and their characteristics in modern educational conditions ..... 168

**INFORMATION FOR AUTHORS** ..... 180



**Редактор, корректор:** *А. Симонова*  
**Корректорлар:** *Б. Сыздыкова, Т. Цай*  
**Компьютерлік беттеу:** *С. Красикова*

**Редактор, корректор:** *А. Симонова*  
**Корректоры:** *Б. Сыздыкова, Т. Цай*  
**Компьютерная верстка:** *С. Красикова*

---

---

Басуға 15.01.2025 ж. берілді.  
Пішімі 60x84/8. Көлемі 14,1 б.т.  
Тапсырыс № 003

Подписано в печать 15.01.2025 г.  
Формат 60x84/8. Объем 14,1 п.л.  
Заказ № 003

Ахмете Байтұрсынұлы атындағы  
Қостанай өңірлік университетіндегі  
редакциялық-баспа бөлімінде басылған  
Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47

Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
Костанайского регионального университета  
имени Ахмет Байтұрсынұлы  
г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47