МЕЖВУЗОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

ВЫСШАЯ ШКОЛА:
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



Москва, 2026

Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы

Межвузовский международный конгресс

ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Том 1

Москва, 2026

ББК 65

В42

Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (г. Москва, 25 июня 2026 г.). Том 1. / Отв. ред. Д. Р. Хисматуллин. — Москва: Издательство Инфинити, 2026. — 143 с.

В42

DOI 10.34660/INF.2026.59.84.012

Сборник составлен по итогам работы Межвузовского научного конгресса. Включает в себя доклады российских и зарубежных представителей высшей научной школы, в которых рассматриваются современные научные тенденции, новые научные и прикладные решения в различных областях науки, практика применения результатов научных разработок. Служит инструментом обмена опыта научных работников, апробации исследований путем их публичного обсуждения.

Предназначено для научных работников, профессорско-преподавательского состава, соискателей ученой степени и студентов вузов.

Все статьи, представленные в сборнике, проходят процедуру рецензирования. Рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии и приглашенными экспертами по соответствующим научным направлениям.

ББК 65

© Издательство Инфинити, 2026
© Коллектив авторов, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Effect of the dielectric permittivity of the water-ethanol solvent on the sorption of tannin by aluminum-zirconium oxides powders
Usov Nikita Olegovich, Mikhalenko Irina Ivanovna *8*

Проблемы и решения синтеза дезоксирибозидов замещенных 1,2,4-триазол-3-тионов
Панова Арина Сергеевна, Чудинов Михаил Васильевич, Панов Сергей Юрьевич. *16*

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Структуры и классы опасности отходов предприятий автосервиса разного масштаба («на примере г. Кемерово)
Трофимова Оксана Олеговна *22*

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Стоматологический рынок России в 2026 году: макроэкономические вызовы, региональные диспропорции и вектор пятилетнего развития
Берлов Антон Владимирович, Рыбальченко Игорь Александрович *26*

Сравнительная оценка возрастных особенностей циркадного ритма пульсового артериального давления при острой почечной недостаточности у детей
Мухитдинова Хура Нуритдиновна, Рахимова Сурае Рузметовна, Дадабаева Еркиной Исакджановна *32*

Формирование профилактических компетенций среднего медицинского персонала в области пищевой безопасности
Айбек К Раушан. *41*

Полиморфизм гена SERBP1 влияет на риск тяжёлой формы COVID-19 у пациентов с низкой физической активностью
Дорофеева Анна Викторовна, Паничев Семён Александрович, Бушуева Ольга Юрьевна. *45*

Postpartum depression and quality of life in women during the postpartum period
Uliya Marat. *49*

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Оценка биодоступности кальция и фосфора у цыплят-бройлеров при включении фуражных соевых отходов в рацион
Каниева Лилия Арифулловна 57

Оценка физиологической полноценности кормов премиум-сегмента российского производства по биохимическим маркерам метаболизма у собак
Калентьева Арина Романовна 63

Оценка функциональной активности поджелудочной железы цыплят-бройлеров при высокобелковых рационах: неинвазивный метод
Анисимова Екатерина Сергеевна 70

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Защита опасных производственных объектов транспортной инфраструктуры
Хвостиков Андрей Георгиевич 76

Комплексный инженерно технический подход к организации противодронной обороны критических объектов космической инфраструктуры
Саматов Э. М. 82

Применение BIM-технологий для проектирования объектов агропромышленного комплекса:
анализ на примере птицеводческого корпуса
Евраев Дмитрий Андреевич, Евраев Иван Андреевич, Ильина Татьяна Николаевна 89

Проблемы энергосбережения на предприятиях пищевой промышленности и пути их решения
Чересьев Владислав Дмитриевич, Ткаченко Татьяна Ивановна 97

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Экономическая оценка прямых затрат в условиях многономенклатурного серийного производства
Форкунов Никита Павлович 105

Синтетический сценарий низкоуглеродного развития Российской Федерации при альтернативных бюджетных ограничениях
Мильгизин Илья Евгеньевич 115

Линии разрыва в современном обществе:
стиль жизни в контексте поколенческих различий
Слинков Михаил Анатольевич 132

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

Правовая квалификация и налогообложение финансирования
судебных споров третьими лицами: сравнительно-правовой анализ
Щегляев Владимир Александрович, Созин Илья Владимирович,
Ганикель Артур Александрович *137*

DOI 10.34660/INF.2026.52.91.011

EFFECT OF THE DIELECTRIC PERMITTIVITY OF THE WATER-ETHANOL SOLVENT ON THE SORPTION OF TANNIN BY ALUMINUM-ZIRCONIUM OXIDES POWDERS

Usov Nikita Olegovich
Student
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia
Mikhalenko Irina Ivanovna
Doctor of Chemical Sciences, Full Professor
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

Abstract. *The influence of dielectric permittivity of water–ethanol solvents on tannin adsorption by $50Al_2O_3$–ZrO_2 powders doped with Yb_2O_3, Sm_2O_3, and CeO_2 was investigated. Nanosized powders were synthesized by the reverse sol–gel method and characterized by BET, XRD, SEM. Tanin adsorption at room temperature from aqueous and water–ethanol solutions containing 0, 25 and 50 vol.% Ethanol was studied using absorption spectra. The extinction coefficient of tannin solutions increased with %Et and with the time due to polyphenol molecules self-association (aggregation). The tannin removal degree increased in the duration (2- and 7-days) with different activity for dopants according to the row 50A[ZCe] ≥ 50A[ZSm] < 50A[ZYb]. The highest values of AZM sorbent's self-activation were obtained for water. A correlation between adsorption enhancement and the atomic weight of rare-earth dopants was found. These results are explained by the development of the surface, considering the features of intermolecular interactions in different solvents also. The values of tannin Gibbs` adsorption (g/gAZM, μmol/m2AZM) were calculated and compared.*

Keywords: *dielectric permittivity, tannin, spectrophotometry, extinction coefficient, adsorption, Aluminum-Zirconium Oxide Powders.*

The dielectric permittivity (ε), which characterizes the polarity of a solvent, has a significant effect on the adsorption of organic compounds from solutions [1]. According to the principle of polarity equalization, effective adsorption is observed when the condition ε(1) > ε(2) > ε(3) is satisfied, where (1) is the solvent, (2) is the adsorbate, and (3) is the adsorbent. If the dielectric permittivities of the solvent and the adsorbate are close, adsorption decreases. Replacing water

with a water–ethanol medium lowers the polarity of the solvent and can affect the ability of adsorbate molecules to form hydrogen bonds and donor–acceptor complexes.

Aluminum oxide has a dielectric permittivity of about $\varepsilon \approx 10$. Bulk zirconium dioxide is characterized by a high but variable dielectric permittivity ($\varepsilon \approx 25$), depending on the synthesis conditions, impurities, and morphology. For thin ZrO_2 films, ε is usually about 15 or lower. Porosity and the presence of structural water also influence the dielectric permittivity, reducing its value. This is especially important for highly developed sorbent surfaces capable of hydration.

The aim of this work was to study the effect of ethanol concentration in a binary water–ethanol solvent on the adsorption removal of tannin by complex oxide nanopowders based on aluminum oxide (A) and zirconium oxide (Z) containing a rare-earth component (M).

Powders of the composition in molar percentages $50Al_2O_3$-$(50\text{-}x)ZrO_2$ in the amount of x = 3 % M_xO_y of ZrO_2, designated 50A[ZM], was obtained by reverse sol-gel synthesis [2] in a hydrolysis-condensation reaction with ammonium hydroxide and contained the rare earth additive M_xO_y stabilizing the tetragonal ZrO_2 phase, where M = Yb^{+3}, Sm^{+3}, Ce^{+4}, introduced according to the method [3,4]. After synthesis, washing, and drying, the xerogels obtained were calcined at 950 °C for 2 h. The choice of the 50AZ composition and the calcination temperature was based on the Al_2O_3-ZrO_2 phase diagram, which underlies the technologies of structural and biomedical aluminum–zirconium ceramics [5].

The powders of the 50A[ZM] sorbents were characterized by the BET method, X-ray phase analysis, and scanning electron microscopy according to methods similar to those described in [4]. The powders consisted of agglomerates of nanoparticles. Aluminum oxide was predominantly X-ray amorphous with weak reflections of γ-Al_2O_3, whereas zirconium dioxide was present in the pseudocubic phase. The results are shown in table 1.

Table 1 – Textural characteristics of sorbent powders

№	Powder	Specific surface area, $m^2 \cdot g^{-1}$	Density, g/cm^{-3}	Average particle diameter, nm
1	50A[Z**Yb**]	52	5.025	23
2	50A[Z**Sm**]	35	5.081	34
3	50A[Z**Ce**]	61	5.010	20

A phenolic compound of plant origin, tannin, containing a large number of OH groups, was chosen as adsorbates.

The adsorption capacity of the powders was characterized by the values of the degree of removal of the substance (1) and Gibbs adsorption (2,3)

$$\beta\% = 100 \cdot \frac{(A_0 - A)}{A_0} \quad (1), \qquad \Gamma_m = \frac{(c_0 - c)\cdot V}{m} = \frac{(A_0 - A)\cdot V}{E\cdot m\cdot x} \quad (2), \qquad \Gamma_S = \frac{\Gamma_m}{S_{уд}} \quad (3)$$

where: c_0 and c – weight, solution concentration, before and after the establishment of the adsorption equilibrium, respectively, $g\cdot L^{-1}$; A_0 and A – optical absorption at the analytical wavelength before and after the establishment of the adsorption equilibrium, respectively; V – volume of solution, L; m – mass of adsorbent, g; x – optical path length (cuvette thickness), x=1 cm; E – extinction coefficient, $L\cdot g^{-1}\cdot cm^{-1}$; adsorption, as the mass of tannin, related to the unit mass of the sorbent Γ_m ($g\cdot g^{-1}_{AZM}$), and the number of moles of tannin per surface unit Γ_S ($mol\cdot m^{-2}$). The analytical absorption band is 360 ± 10 nm. The duration of adsorption was 2 and 7 days, room temperature. The adsorption systems and calibration solutions were in the dark.

In the visible range, at high concentrations of tannin (1–5 $g\cdot L^{-1}$), the spectra are broadened and shifted to the long-wavelength region compared with the spectra of dilute solutions. The spectra of tannin calibration solutions were recorded for freshly prepared solutions and the same solutions after 7 and 14 days to account for changes in the state of polyphenol molecules over time in different solvents (Fig. 1).

Extinction values increase in a number of solvents (0–25Et – 50%Et), and also increase linearly over time (Fig. 2), which may indicate a change in the state of tannin molecules in solution, for example, their association, the formation of complexes.

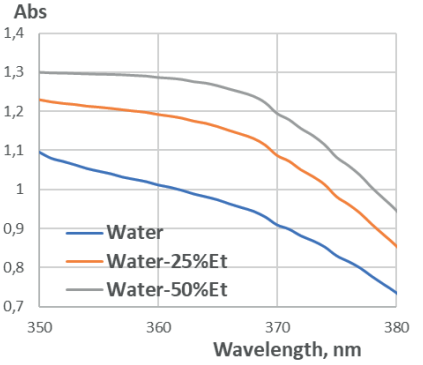

Figure 1. Absorption spectra of tannin (2.5 $g\cdot L^{-1}$) in aqueous and aqueous-ethanol solutions

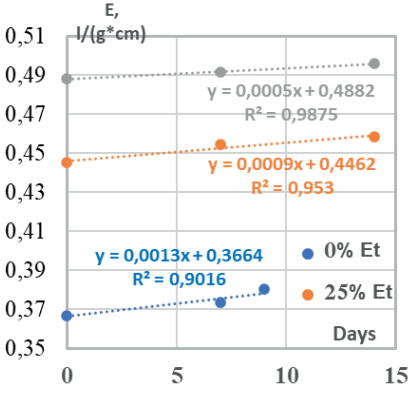

Figure 2. Change in extinction time of calibration solutions

The extinctions of freshly prepared tannin solutions increase linearly with a decrease in the dielectric constant of the solvent (values ε are taken from [6]),

when switching from aqueous to aqueous-alcoholic with 50%Et (Fig. 3). The same linear correlation is obtained for calibration solutions with a shelf life of 7 days. Time gradient $E`_t$ = – linear increase in the extinction coefficient of tannin solutions over time (τ, day) at T=const, on the contrary, it decreases linearly with increasing ethanol content, which demonstrates greater thermodynamic stability of the solution with a decrease in the dielectric constant of the solvent (Fig. 4).

The increase in the tannin extinction coefficient over time is associated with two reasons. The first is the association of large polyphenol molecules, which eventually form aggregates in solution due to hydrogen bonds. This changes the conditions of $\pi \rightarrow \pi^*$ and $n \rightarrow \pi$ transitions of the system of double bonds of phenolic fragments. The second is the elongation of double bonds when interacting with a solvent, which leads to a broadening of the peak and a shift of the maximum to the long–wavelength region. These factors explain the specific absorption of concentrated polyphenol solutions in the visible range and the appearance of the spectra in Fig. 1.

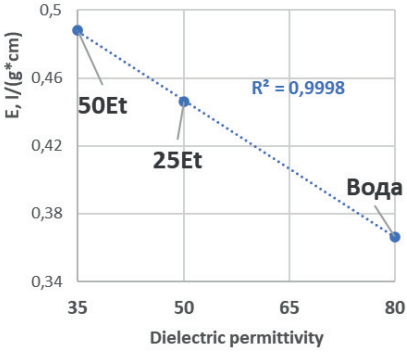

Figure 3. Correlation of the extinction of tannin solutions with the dielectric constant of the solvent

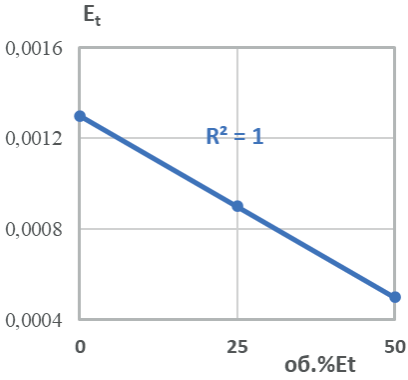

Figure 4. Effect of the Et% content on the temporal extinction gradient (E_t) of calibration solutions

The addition of ethanol suppresses these causes, since the dielectric constant of the solvent decreases, and the medium becomes a thermodynamically more advantageous solvent for hydrophobic tannin fragments. The association into macromolecules and the formation of aggregates occurs to a lesser extent, which is why there is an increase in extinction over time with a linear decrease in the gradient $E`_t$.

The values of the degree of tannin removal (β) by powders weighing 50 mg from a 10 mL solution with an initial concentration of C_0 = 5 $g \cdot L^{-1}$ in aqueous and aqueous-alcoholic media are shown by the diagram in Fig. 5a. The degree of

removal increases with increasing contact duration from 2 to 7 days. Figure 5b shows a relative percentage increase in the degree of tannin removal:

$$\Delta\beta_{rel} = 100 \cdot \frac{(\beta_7 - \beta_2)}{\beta_2} \quad (4)$$

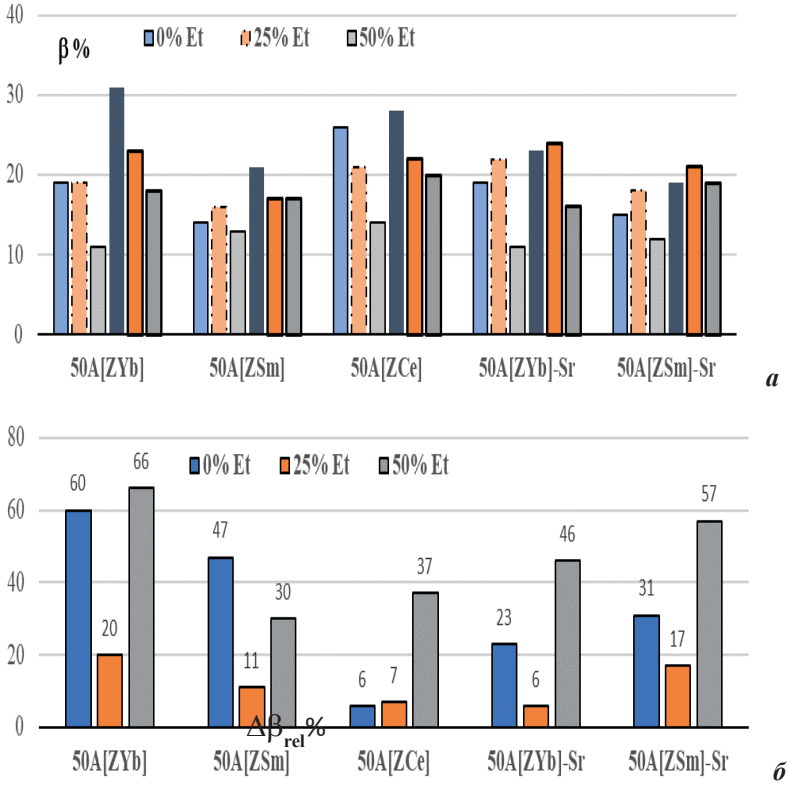

*Figure 5. The effect of the composition of nanopowders on the degree of tannin removal from different media β % for the duration of adsorption of 2 (weak filling) and 7 days (bright filling) (**a**) and a relative increase in the degree of removal Δβrel (**b**).*

It can be seen that an increase in the recovery of β*rel* tannin with an increase in the duration of sorption with 50A[ZM] powders is observed in all samples and in all solvents.

The effect of a rare earth additive characterizes the resulting range of activity: 50A[ZCe] ≥ 50A[ZSm] < 50A[ZYb].

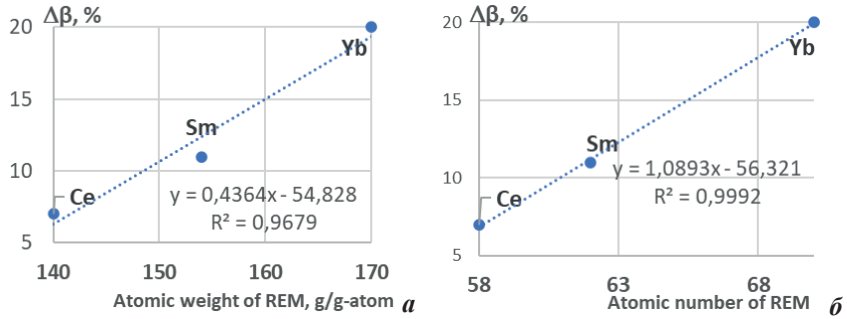

*Figure 6. Linear correlation of the relative increase in the degree of tannin removal Δβ, % from an aqueous ethanol with 25 % Et solution with atomic weight (**a**) and number (**b**) of a rare earth metal as an additive in a multioxide A[ZM] sorbent*

The lowest value of Δβ*rel* was shown by all 50A[ZM] powders in a solvent with 25 %Et. At the same time, Δβ*rel* is linearly correlated with the atomic weight and ordinal number of the rare earth element (Fig. 6), which indicates the role of REM in the composition of the adsorption center. The values of tannin adsorption, related to the unit of mass and to the unit of surface Gs on 50A[ZM] powders, are presented in Table 2 (The molar mass of tannin was 1700 g·mol^{-1}).

Table 2 – Values of tannin adsorption on 50A[ZM] powders after 2 days

Solvent	0 % Et			25 % Et			50 % Et		
REM-additive in AZ	Yb	Sm	Ce	Yb	Sm	Ce	Yb	Sm	Ce
Γm, mg/g_{AZ}	16	11.7	21.9	15.7	13	17.2	9,1	11,3	12,3
$Γ_S$, μmol/m^2	181	197	211	178	218	166	103	190	119

From the table 2 it can be seen that the sorbent with samarium showed the highest value of adsorption per surface unit in *water-ethanol* solvents, and in an aqueous solution with cerium. Assuming that the average value of ~200 μmol/m^2 is a monolayer filling, we estimate the area of the molecule during adsorption (S_0), which is ~83 Å.

It should be noted that the adsorption of polyphenolic molecules from solutions on complex oxide systems Al_2O_3-ZrO_2 It has not been studied before. The evaluation of the efficiency of adsorption concentration of polyphenolic compounds on mesoporous silica obtained by sol-gel synthesis was carried out in a dissertation study [7].

Conclusion

1. The spectral characteristics of concentrated tannin solutions in aqueous and water-alcohol (25 and 50% ethanol) media were analyzed. An increase in the extinction coefficient E with an increase in the ethanol content, as well as an increase in E over the storage time of solutions with a linear correlation of a decrease in the time gradient E_t with an increase in the ethanol content, was found. An explanation of these results is given.

2. An increase in the degree of removal has been established ($\Delta\beta rel$) and tannin adsorption on nanoscale A[ZM] powders with REM-dopants M = Yb, Sm, Ce with an increase in the retention time of the adsorption systems, which depends on the solvent and the REM additive. The range of activity values $\Delta\beta$**отн** for sorbents is as follows 50A[ZCe] ≥ 50A[ZSm] < 50A[ZYb]. The highest values were obtained for the aquatic environment. The explanation of the effect includes the development of the sorbent surface (its swelling) prolonged contact and intermolecular interactions in different solvents.

3. The values of tannin adsorption in the dimensions g_{tan} per g_{AZM}, mole of tannin per g_{AZM} and mole of tannin per m^2 AZM are calculated and compared.

4. Explanations of the data obtained are made, which amount to the following conclusions:

a) To improve adsorption, the tannin molecule must be partially desolvated.

b) The formation of associated tannin molecules (aggregates) from monomers with an increase in the retention time of solutions contributes to their concentration on the surface of the alumocirconium sorbent.

c) Ethanol molecules compete with tannin for the active sites of the AZM surface.

d) Reducing the dielectric constant of the solvent by adding ethanol thermodynamically stabilizes the tannin molecules, **reducing its degree of removal.** The manifestation of this factor depends on the **REM additive,** which indicates M = Ce, Sm, Yb as part of the adsorption center, which is, apparently, a polyatomic (polycenter) complex. The structure of such a complex can be analyzed using quantum chemical calculations.

The authors express their gratitude to the staff of the A. A. Baykov Institute of Physics and Technology of the Russian Academy of Sciences, L. I. Podzorova and A. A. Ilyicheva, for the A[ZM] powders provided for research.

References

1) Damaskin B. B. Regularities of Adsorption of Organic Compounds. // Russian Chemical Reviews, 1965, Vol. 34, No. 10, pp. 1764–1778.

2) Maksimov A. I., Moshnikov V. A., Tairov Yu. M., Shilova O. A. // Fundamentals of Sol-Gel Technology of Nanocomposites. St. Petersburg: Tekhnomedia / Elmor, 2008. 255 p.

3) Vakhrushev N. E., Mikhalenko I. I., Podzorova L. I. // Russian Journal of Chemistry and Chemical Technology, 2023, Vol. 66, No. 6, pp. 61–68.

4) Mikhalenko I. I., Podzorova L. I. Sviridov Readings – 2026. Proceedings of the XI International Conference on Chemistry and Chemical Education, Minsk, April 14–17, 2026. / Minsk: Belarusian State University, 2026. pp. 247–260. ISBN 978-985-881-947-7.

5) Shevchenko V. Ya., Barinov S. M. Technical Ceramics. Moscow: Nauka, 1993. 187 p.

6) Dbira S., Bensalah N., Zagho M. M., Ennahaoui M., Bedoui A. Influence of Solvent Dielectric Constant on Physicochemical Properties. // Applied Sciences, 2019, Vol. 9, No. 1, Article 156.

7) Zavalyueva A. S. Concentration and Separation of Polyphenolic Compounds on Ordered SBA-15 Silicas in Solid-Phase Removal and Low-Pressure Liquid Chromatography. Dissertation for the degree of Candidate of Chemical Sciences. Voronezh, 2025. 191 p.

DOI 10.34660/INF.2026.68.42.088

УДК 577.113.3

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ СИНТЕЗА ДЕЗОКСИРИБОЗИДОВ ЗАМЕЩЕННЫХ 1,2,4-ТРИАЗОЛ-3-ТИОНОВ

Панова Арина Сергеевна
студент
РТУ МИРЭА Институт тонких химических технологий им. М. В. Ломоносов,
Москва, Россия
Чудинов Михаил Васильевич
кандидат химических наук, доцент
РТУ МИРЭА Институт тонких химических технологий им. М. В. Ломоносов,
Москва, Россия
Панов Сергей Юрьевич
доктор технических наук, доцент
Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Россия

Аннотация: *В работе рассматриваются особенности и проблемы химического синтеза нуклеозидов 1,2,4-триазола. Отмечается перспективность ферментативного синтеза, имеющего ряд преимуществ. Приведена технологическая последовательность процесса ферментативного синтеза 2'-дезоксирибонуклеозиды 1,2,4-триазол-3-тиолов, модифицированные по амидной группе. Данный процесс был смоделирован в лабораторных исследованиях с использованием методов: ВЭЖХ, ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия. В результате проведения работы была изучена методика синтеза нуклеозидов посредством ферментативного трансгликозилирования и были получены два новых соединения.*

Ключевые слова: *1,2,4-триазолы, аналоги нуклеозидов, органический синтез нуклеозидов 1,2,4-триазола, ферментативный синтез нуклеозидов 1,2,4-триазола.*

Химический синтез нуклеозидов 1,2,4-триазола основывается на методах органической химии. Основной задачей является формирование гликозидной связи между гетероциклическим основанием (агликоном) и углеводным фрагментом [1].

Существует три основные химические стратегии синтеза нуклеозидных аналогов:

1) линейный синтез, при котором происходит химическая модификация уже готовых природных нуклеозидов (например, изменение заместителей в кольце сахара или в самом основании);

2) поэтапное построение гетероциклического основания непосредственно на углеводной матрице;

3) конвергентный синтез, который заключается в прямой конденсации (гликозилировании) ранее синтезированного агликона с химически активированным производным углевода [2].

Часто используется комбинация химического синтеза основания (агликона) с последующей стадией его гликозилирования [3].

Создание агликона химическим путем является надежным процессом. Однако при попытке присоединить к этому основанию углеводный остаток (рибозу или дезоксирибозу) посредством классического химического синтеза исследователи сталкиваются с серьезными ограничениями [2].Кроме того, существуют определенные проблемы химического синтеза. В процессе классического химического гликозилирования возникают следующие проблемы:

Одной из проблем химического гликазилирования является необходимость введения и последующего снятия защитных групп из-за наличия в молекулах сахаров и гетероциклов множества конкурирующих реакционноспособных центров (гидроксильных, амино- и тиогрупп). Для того чтобы провести модификацию строго определенного участка молекулы и избежать побочных реакций, требуется использовать сложные схемы защиты [4]. Это приводит к увеличению количества стадий синтеза и снижает общий выход целевого нуклеозида, повышая его итоговую стоимость [4]. Также спользование агрессивных реагентов и органических растворителей в химических превращениях делает производство экологически не безопасным [1].

Следующим недостатком является низкая региоселективность. Молекула 1,2,4-триазола имеет нескольких центров, способных вступать в реакцию – атомы азота в положениях N1, N2 и N4 (а в случае тиолов – еще и атома серы). При использовании классических методов химического гликозилирования присоединение может быть по любому из этих атомов. Следовательно, образуется трудноразделимая смесь из N1-, N2- и N4-региоизомеров [5].

Также сложность представляют проблемы стереоселективности. Химическое присоединение углеводородного остатка к азотистому основанию

приводит к образованию смеси α- и β-аномеров (пространственных изомеров, отличающихся положением связи у аномерного атома углерода С1' сахара).

Поскольку биологической активностью обладают только β-аномеры, возникает необходимость выделения целевого продукта из этой трудноразделимой смеси. Использование сложной колоночной хроматографии делает процесс крайне неэффективным и ведет к потерям целевого вещества [1].

Высокая стоимость препаратов, полученных классическими методами, объясняется большим количеством стадий и использованием дорогостоящих реагентов для введения защитных групп [1]. Химический подход становится экономически невыгодными при переходе от лабораторных синтезов к промышленному производству.

Использование специфических ферментов обмена нуклеиновых кислот (бактериальные нуклеозидфосфорилазы), позволяет заменить многостадийный химический синтез и осуществить перенос углеводного фрагмента в мягких условиях водной среды. Что отвечает современной концепции «зеленой химии» Также преимуществом биокаталитического метода является высокий уровень стерео- и региоселективности, так как ферменты гарантируют образование только целевых β-D-нуклеозидов нуклеозидов с местом присоединения углеводного остатка к определённому атому азота [1,5].

В результате оптимизации ферментативного синтеза дезоксирибозида соединения (1) были выбраны следующие параметры:

- Соотношение субстратов донора дезоксирибозы к гетероциклу 2:1;
- Соотношение ферментов 8 мкл PNP (28 мг/мл, активность 50 ед/мг) / 8 мкл TP (4 мг/мл и 80 ед/мг);
- pH 7.0:
- 50 °C.

1. Стадия фосфоролиза:

Под каталитическим действием тимидинфосфорилазы (TP) тимидин (3) взаимодействует с неорганическим ортофосфатом (4). В результате разрывается N-гликозидная связь с образованием α-D-2-дезоксирибозо1-фосфата (5) и отщеплением свободного тимина (6).

2. Стадия гликозилирования:

Под действием пуриннуклеозидфосфорилазы (PNP) 3-(2-сульфанил1-фенилэтанон оксим)-1H-1,2,4-триазол (1) взаимодействует с образовавшимся фосфорилированным сахаром (5). Происходит формирование новой N-гликозидной связи в положении N1 с образованием целевого модифицированного нуклеозида (7) и ортофосфата (4), который возвращается в каталитический цикл. Растворяли 30 мг 3-(2-сульфанил-1-фенилэтанон оксим)-1H1,2,4-триазол в 40 мл дистиллированной воды. Объем воды был увеличен, чтобы

отказаться от использования ДМСО, что упрощает дальнейшую очистку. Смесь нагревали до полного растворения исходного соединения. В полученный раствор добавили 62,8 мг тимидина, 54,4 мг KH2PO4. В реакционную смесь добавили по 207,5 мкл PNP и TP (28 мг/мл, 50ед/мг PNP; 4,0 мг/мл, 80 ед/мг TP). Раствор термостатировали при 50ºС несколько часов. За ходом реакции следили с помощью ВЭЖХ. Процесс проводили до тех пор, пока содержание продукта не составило более 80%.

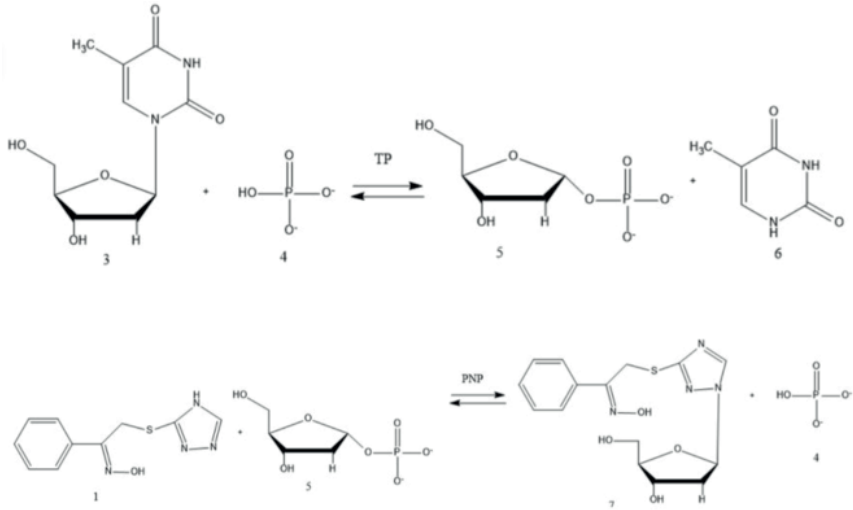

Рис. 1 – Схема синтез 1-(2-Дезокси-β-D-рибофуранозил)-3-(2-сульфанил1-фенилэтанон оксим)-1,2,4-триазола.

Подготовили колонку с обращённой фазой С18. Упаренный раствор нанесли на колонку. Целевое соединение элюировали в градиенте 0–12% смесью этанол-вода. Фракции, содержащие продукт, объединяли, растворитель выпаривали под вакуумом. Продукт сушили в лиофилизаторе.

Индивидуальность полученного соединения доказана данными ЯМР и масс-спектров.

Масс-спектры (рис. 1) зарегистрированы на спектрометре Agilent 6224, ESI-TOF, LC/MS (USA).

Анализ спектра подтверждает структуру. Пик 351.1156 соответствует $[M+H]^+$. Наличие характерных пиков (аддуктов) $[M+Na]^+$ (373) и $[M+K]^+$ (389) типично для данного метода и является дополнительным подтверждением молекулярной массы.

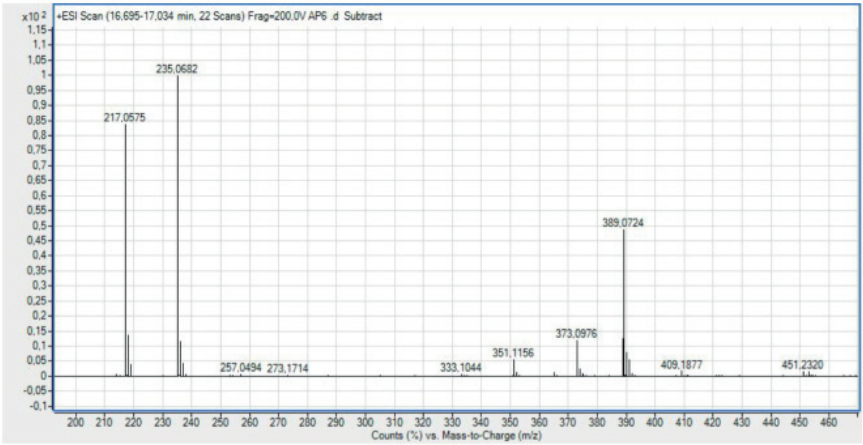

Рис. 2 – Масс-спектр 1-(2-дезокси-β-D-рибофуранозил)-3-(2-сульфанил-1фенилэтанон оксим)-1,2,4-триазола.

ЯМР зарегистрировали на спектрометре Bruker Avance-700-DRX (Bruker, Germany).

В результате было получено 10 мг вещества чистотой 97%, выход составил 22%.

Выводы

В работе исследован ферментативный метод синтеза 2'дезоксирибонуклеозидов замещенных 1,2,4-триазол-3-тиола с использованием фосфорилаз E. coli. Были определены оптимальные условия трансгликозилирования (pH 7.0, донор тимидин, соотношение реагентов) и осуществлен препаративный синтез целевых веществ. В результате выделено 10 мг 1-(2-дезокси-β-D-рибофуранозил)-3-(2-сульфанил-1-фенилэтанон оксим)-1,2,4-триазола с чистотой 97% (структура подтверждена методами ЯМР и HRMS), а также получен образец его 5-фенилзамещенного аналога с чистотой более 80%. Результаты работы подтверждают регио- и стереоселективность биокаталитического подхода, соответствующего принципам «зеленой химии», и открывают перспективы для получения новых потенциальных противовирусных и противоопухолевых агентов в мягких условиях.

Литература

1. Михайлопуло, И. А. Современные тенденции в биотехнологии нуклеозидов / И. А. Михайлопуло, А. И. Мирошников // Acta Naturae.– 2010.– Т. 2, No 2 (5).– С. 38–51.

29. Langen, P. Antimetabolites of nucleic acid metabolism / P. Langen.– New York: Gordon and Breach, 1975.

2. Michelson, A. M. The chemistry of nucleosides and nucleotides / A. M. Michelson.– London: Academic Press, 1963.

3. Gülerman, N. N. Synthesis and structure elucidation of some new thioether derivatives of 1,2,4-triazoline-3-thiones and their antimicrobial activities / N. N. Gülerman, H. N. Doğan, S. Rollas [и др.] // Il Farmaco.– 2001.– Vol. 56.– P. 953–958.

4. Condezo, L. A. Enzymatic Synthesis of Modified Nucleosides / L. A. Condezo, J. Fernбndez-Lucas, C. A. Garcna-Burgos [et al.] // Biocatalysis in the Pharmaceutical and Biotechnology Industries.– Boca Raton: CRC Press, 2007.– P. 401–420.

5. Ферментативный синтез и исследование молекулярного докинга дезоксирибозидов замещенных 5-фенил-1,2,4-триазол-3-тионов/ И. В. Фатеев, С. А. Сасмаков, А. А. Зияев и др. //Биоорганическая химия, 2025, том 51, № 4, с. 706–714

DOI 10.34660/INF.2026.52.99.042

СТРУКТУРЫ И КЛАССЫ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА РАЗНОГО МАСШТАБА («НА ПРИМЕРЕ Г. КЕМЕРОВО)

Трофимова Оксана Олеговна
магистрант
Кемеровский государственный университет

Аннотация. *В статье представлены результаты анализа образования отходов производства и потребления на двух предприятиях автосервиса г. Кемерово, отнесённых к III категории негативного воздействия на окружающую среду. Рассмотрены номенклатура, классы опасности и объёмы образующихся отходов в зависимости от масштаба деятельности предприятий. Установлено, что увеличение объёма обслуживания автомобилей с 1 до 5,7 тыс. в год приводит к росту образования отходов III класса опасности в 292 раза. Выявлены основные виды отходов, формирующие экологическую нагрузку, и предложены приоритетные направления обращения с ними.*

Ключевые слова: *предприятия автосервиса, отходы производства и потребления, класс опасности отходов, отработанные масла, III категория НВОС, Кемеровская область.*

В последние годы в Кемеровской области – Кузбассе отмечается устойчивый рост числа предприятий автосервиса, что связано с увеличением автомобильного парка региона. По данным реестра, составленного на основе Единого государственного реестра юридических лиц, в области зарегистрировано более 330 компаний, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств. При этом значительная часть таких предприятий относится к объектам III категории негативного воздействия на окружающую среду.

Деятельность автосервисных предприятий сопровождается образованием широкого спектра отходов – от практически инертных до чрезвычайно опасных. К наиболее распространённым относятся отработанные моторные и трансмиссионные масла (III класс опасности), масляные фильтры, загрязнённая нефтепродуктами ветошь, отработанные свинцово-кислотные аккумуляторы (II класс), ртутные лампы (I класс), изношенные шины (IV класс),

а также остатки тормозной жидкости и антифриза (III класс). Несмотря на то, что такие предприятия не относятся к крупным промышленным объектам, их совокупное воздействие на окружающую среду может быть значительным, особенно в условиях высокой плотности застройки.

Цель настоящей работы – анализ структуры и классов опасности отходов, образующихся на предприятиях автосервиса разного масштаба, и выявление факторов, определяющих различия в объёмах и номенклатуре отходов.

В качестве объектов исследования выбраны два действующих предприятия автосервиса, расположенных на территории г. Кемерово. Предприятие А – малый автосервис, выполняющий техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей и легких грузовых автотранспортных средств. Предприятие Б – крупный дилерский центр, осуществляющий продажу и сервисное обслуживание автомобилей, располагающий мойкой, двумя окрасочными камерами и собственным парком техники (погрузчики, эвакуаторы, служебные автомобили). Оба предприятия согласно выпискам из государственного реестра отнесены к III категории объектов негативного воздействия на окружающую среду.

В ходе исследования проанализированы проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (НООЛР), программа производственного экологического контроля, а также данные материально-сырьевого баланса предприятий. Инвентаризация отходов проведена разработчиком – ООО «Центр экологического проектирования и обучения».

На предприятии А образуется 7 видов отходов I–V классов опасности. Общий годовой объём отходов составляет 1,466 т/год. На предприятии Б образуется 27 видов отходов I–IV классов опасности. Общий годовой объём отходов – 290,364 т/год.

Таблица 1. Структура образования отходов по классам опасности

Класс опасности	Предприятие А	Предприятие Б
I класс	–	0,110 т/год
II класс	–	1,033 т/год
III класс	0,792 т/год	231,378 т/год
IV класс	0,645 т/год	57,843 т/год
V класс	0,029 т/год	–
Итого	1,466 т/год	290,364 т/год

Структура распределения отходов по классам опасности наглядно представлена на рисунках 1 и 2. На предприятии А (рис. 1) отходы III класса опасности составляют 54% от общего объёма, отходы IV класса – 44%, отходы V класса – 2%, отходы I и II классов отсутствуют. На предприятии Б

(рис. 2) структура иная: отходы III класса опасности занимают 79,7%, отходы IV класса – 19,9%, отходы II класса – 0,4%, отходы I класса отсутствуют. При этом абсолютное значение отходов III класса на предприятии Б (231,378 т/год) в 292 раза превышает аналогичный показатель предприятия А (0,792 т/год).

На предприятии А из отходов III класса присутствуют только отработанные моторные масла (0,758 т/год) и масляные фильтры (0,034 т/год). Предприятие Б образует значительно более широкую номенклатуру отходов III класса: отработанные моторные масла (193,563 т/год), трансмиссионные масла, гидравлические масла, компрессорные масла, масляные и топливные фильтры, опилки, загрязнённые нефтепродуктами, шлам очистки ёмкостей. Расширение номенклатуры связано с наличием на предприятии Б собственного автопарка (погрузчики, эвакуаторы), проведением предпродажной подготовки новых автомобилей (замена заводских масел), а также выполнением более широкого спектра ремонтных работ.

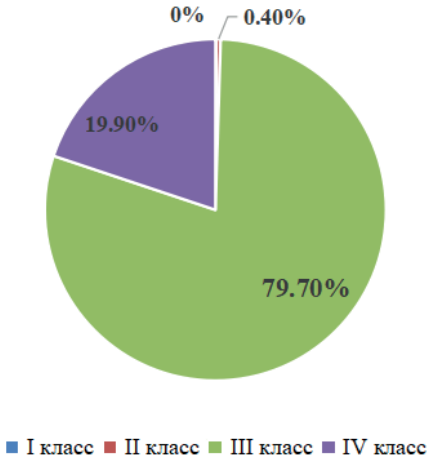

Рис. 1. Структура отходов предприятия А по классам опасности (%)

Среди отходов, образующихся на предприятиях автосервиса, наиболее опасными для почвенного покрова являются отработанные масла, аккумуляторный электролит и антифриз. Эти категории отходов характеризуются высокой способностью к вертикальной миграции в толще почвы и устойчивостью к естественному разрушению. При нарушении правил хранения масла проникают в почву, вызывая гидрофобизацию и нарушение структуры почвенного профиля, а электролит подкисляет почву и способствует накоплению тяжёлых металлов (свинца, кадмия, никеля).

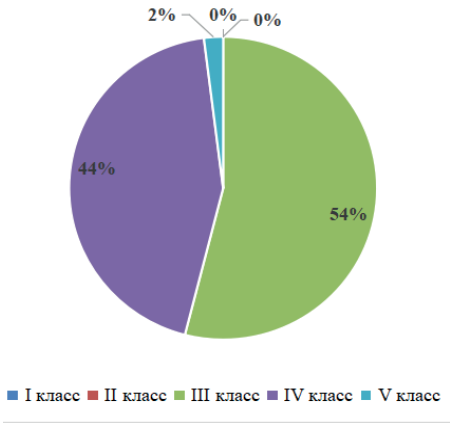

Рис. 2. Структура отходов предприятия Б по классам опасности (%)

Особое место занимают изношенные автомобильные шины (IV класс опасности). Их негативное воздействие на почву развивается медленно – при бесконтрольном размещении происходит постепенное вымывание ионов цинка, кадмия и серы, а также нарушение сложения и пористости почвенного профиля из-за механического включения крупнозернистых частиц. В отличие от других отходов, шины не мигрируют вглубь, но занимают значительные площади и долго разлагаются (от 100 до 150 лет).

На обоих исследованных предприятиях места накопления отходов оборудованы в соответствии с требованиями природоохранного законодательства: отходы размещаются в герметичных контейнерах на закрытых площадках с твёрдым покрытием, что минимизирует риски загрязнения почв при условии соблюдения сроков передачи отходов специализированным организациям.

Заключение. На предприятиях автосервиса г. Кемерово, относящихся к III категории НВОС, образуются отходы I–V классов опасности. Наибольшую долю в структуре отходов (до 80 %) составляют отходы III класса – отработанные моторные и трансмиссионные масла, масляные фильтры, шламы очистки ёмкостей. Объёмы образования отходов прямо пропорциональны масштабу деятельности: предприятие, обслуживающее 5,7 тыс. автомобилей в год, образует в 292 раза больше отходов III класса опасности по сравнению с предприятием, обслуживающим 1 тыс. автомобилей. Расширение номенклатуры отходов связано с наличием собственного автопарка, предпродажной подготовкой и более широким спектром услуг. Наибольшую опасность для почв представляют отработанные масла, электролит и антифриз, поэтому приоритетными мерами являются усиление контроля за герметичностью мест накопления и своевременная передача отходов лицензированным организациям.

DOI 10.34660/INF.2026.53.10.022

СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ РЫНОК РОССИИ В 2026 ГОДУ: МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ДИСПРОПОРЦИИ И ВЕКТОР ПЯТИЛЕТНЕГО РАЗВИТИЯ

Берлов Антон Владимирович
доктор медицинских наук, профессор
Медицинский институт непрерывного образования,
г. Москва, Россия
Рыбальченко Игорь Александрович
кандидат медицинских наук, доцент, Медицинский директор, главный врач
Семейная стоматологическая клиника «ПрезиДЕНТ на Луговом»,
г. Москва, Россия

Аннотация. *В статье представлен комплексный аналитический обзор российского рынка стоматологических услуг по состоянию на 2026 год. Автор исследует влияние налоговой реформы, процессов импортозамещения и изменения логистических цепочек на операционную рентабельность медицинских организаций. Особое внимание уделено кадровому кризису, вызванному внутренней и внешней миграцией специалистов, а также усиливающейся поляризации между столичным и региональными рынками. На основе выявленных трендов сформирован консервативный прогноз развития индустрии до 2031 года, включая стресс-сценарий снижения платежеспособности населения.*

Ключевые слова: *стоматологический бизнес, импортозамещение, налогообложение медицинских услуг, кадровый дефицит, консолидация рынка, снижение платежеспособности, потребительское поведение.*

Abstract: *This article presents a comprehensive analytical review of the Russian dental services market as of 2026. The author examines the impact of tax reform, import substitution processes, and supply chain changes on the operating profitability of medical organizations. Particular attention is paid to the staffing crisis caused by internal and external migration of specialists, as well as the increasing polarization between the capital and regional markets. Based on the*

identified trends, a conservative forecast for industry development through 2031 is developed, including a stress scenario of declining solvency.

Keywords: *dental business, import substitution, medical services taxation, staffing shortages, market consolidation, declining solvency, consumer behavior.*

Введение.

Стоматологический сектор России в 2026 году проходит через этап масштабной структурной перестройки. Двузначные темпы роста коммерческого сегмента в денежном выражении сопровождаются беспрецедентным давлением макроэкономических факторов. Повышение издержек на логистику, дефицит квалифицированного персонала и масштабная налоговая реформа вынуждают клиники пересматривать свои бизнес-модели. Средний чек на комплексное лечение в крупных агломерациях превысил **20 000 рублей**, а стоимость высокотехнологичных услуг за последний год выросли на 15–30 %. Настоящая статья призвана систематизировать ключевые драйверы и барьеры отрасли, определив вектор ее долгосрочной перспективы.

1. Импортозамещение и новая география поставок

Российская стоматология сохраняет высокую зависимость от зарубежных технологических решений, однако вектор полностью сместился на новые рынки. Логистические цепочки через третьи страны удорожают премиальные материалы из США, Германии и Швейцарии на 50–100 %, что постепенно вымывает их из массового сегмента.

• **Имплантационные системы.** Рынок практически полностью переориентировался на производителей из Южной Кореи. Их доля в эконом- и комфорт-сегментах достигла 70–80 %. В премиальном секторе дефицит европейских брендов частично закрывается параллельным импортом, а также российскими аналогами (например, продукцией завода Lenmiriot).

• **Оборудование и цифровые решения.** В сегменте 3D-принтеров, интраоральных сканеров и CAD/CAM-систем доминируют китайские производители. Локальные российские предприятия успешно заместили базовые расходные материалы: дезинфицирующие средства, стоматологические гипсы, слепочные массы и медицинскую одежду. Однако остро стоит вопрос импортозамещения качественных композитных пломбировочных материалов и эндодонтического инструментария.

2. Налоговая нагрузка: вызовы реформы

Налоговые изменения, вступившие в силу, радикально изменили финансовое планирование в медицинском бизнесе.

• **НДС и УСН.** С повышением базовой ставки НДС до 22 % для компаний на ОСНО общие издержки клиник выросли. Однако для стоматологий главным фактором защиты остается действие **подпункта 2 пункта 2**

статьи 149 НК РФ. Медицинские услуги (диагностика, лечение, профилактика) из утвержденного перечня Правительства **освобождены от НДС**. Это нивелирует прямые риски даже для тех организаций, которые из-за превышения лимитов оборота вынуждены переходить с УСН на ОСНО или платить НДС на упрощенной системе.

• **Косвенное давление.** Освобождение от НДС не распространяется на сопутствующие коммерческие товары (например, продажу домашних средств гигиены в клинике). Более того, рост НДС до 22% у поставщиков оборудования и материалов автоматически заложен в отпускную цену для клиник, что разгоняет внутреннюю инфляцию в секторе.

• **УСН «Доходы минус расходы».** Клиники с высокой долей затрат на ортопедию и хирургию массово выбирают ставку 15% (с лимитом доходов до 490,5 млн рублей). Потребовалось жесткое обеление всех расходов, так как ФНС усилила контроль за закупками через партнерские структуры.

3. Региональная специфика и поляризация рынка

Российский рынок стоматологических услуг чётко разделился на три автономных эшелона, каждый из которых функционирует в своей экономической реальности:

1. **Москва и Санкт-Петербург (авангард).** Здесь сосредоточено более 45% коммерческого оборота всей отрасли. Потребительский спрос сместился в сторону комплексных планов лечения (гнатология, тотальное протезирование на имплантатах «all-on-4/6», цифровая ортодонтия). Клиники практически безболезненно перенесли удорожание материалов, переложив издержки на пациентов. Средний чек в столицах на 120–150% выше общероссийского.

2. **Города-миллионники и нефтедобывающие регионы (зона стабильности).** В Екатеринбурге, Казани, Новосибирске, Тюмени и Краснодаре сформировался сильный кластер клиник бизнес-класса. Они первыми провели массовое импортозамещение, полностью перейдя на южнокорейские импланты и китайское оборудование. Спрос здесь стабилен, но маржинальность бизнеса падает из-за жесткой ценовой конкуренции.

3. **Дотационные регионы и малые города (зона риска).** В этих локациях коммерческая стоматология находится в состоянии стагнации. Пациенты массово возвращаются в сегмент ОМС (государственные поликлиники) из-за падения реальных располагаемых доходов. Частные кабинеты не могут позволить себе покупку CAD/CAM-систем или интраоральных сканеров, что консервирует технологическое отставание региональной медицины.

4. Кадровый кризис и каналы утечки специалистов

Дефицит медицинского персонала в 2026 году признан главным барьером для масштабирования бизнеса. Наблюдается выраженный перекос в зарплатных ожиданиях: дефицитные специалисты (ортодонты, гнатологи,

детские стоматологи, а также IT-моделировщики 3D-протезов) диктуют свои условия.

Рост фонда оплаты труда (ФОТ) вынуждает клиники закладывать повышенную долю затрат на персонал в себестоимость услуг, снижая чистую маржинальность бизнеса до критических 10–12 %. Кадровый дефицит усугубляется миграционными процессами, которые носят разнонаправленный характер:

• **Центростремительная внутренняя миграция.** Главный фактор кадрового голода в регионах – утечка специалистов в столичные агломерации. Разница в уровне оплаты труда за аналогичный объем работы достигает 3–4 раз. Клиники Поволжья, Сибири и Дальнего Востока теряют опытных хирургов и ортопедов, оставаясь базой для практики выпускников вузов, которые уезжают через 1,5–2 года работы.

• **Международная релокация (утечка умов).** Высококлассные специалисты (преимущественно челюстно-лицевые хирурги, эксперты по сложной имплантации и детские стоматологи под наркозом) активно эмигрируют. Популярными направлениями стали ОАЭ (Дубай), страны СНГ (Казахстан, Армения, где проще легализовать диплом), Юго-Восточная Азия и страны ЕС.

• **Уход в смежные digital-профессии.** Часть молодых специалистов уходит из клинической практики в b2b-сектор: становятся 3D-моделировщиками, экспертами по ИИ-диагностике, или переходят на сторону дистрибьюторов азиатского оборудования, где ниже уровень персональной ответственности и стабильнее доход.

5. Стресс-прогноз: последствия падения платежеспособности населения

В случае затяжного снижения реальных располагаемых доходов населения и усугубления инфляционных процессов стоматологический сектор столкнется с системной деградацией структуры спроса. Данный сценарий повлечет за собой ряд критических изменений для бизнеса:

• **Переход от комплексных планов лечения к симптоматической помощи.** Ключевым трендом станет отказ пациентов от плановой санации, эстетической стоматологии (виниры, отбеливание) и ортодонтического лечения. Потребительский выбор сместится в сторону «неотложной помощи» (купирование боли, удаление зубов вместо терапевтического спасения, простое пломбирование). Пациенты будут сознательно дробить комплексные планы лечения, откладывая протезирование и имплантацию на неопределенный срок.

• **«Примитивизация» ортопедии.** В структуре зубопротезирования произойдет вынужденный откат назад в технологическом плане. Потребители начнут массово заменять дорогие коронки из диоксида циркония на стандартную металлокерамику, а высокотехнологичные имплантационные протоколы – на бюджетное съемное акриловое и бюгельное протезирование.

Это приведет к падению среднего чека клиник и снижению загрузки цифровых зуботехнических лабораторий.

• **Маркетинговые ценовые войны и демпинг.** С целью удержания падающего трафика клиники будут вынуждены перейти к агрессивному ценовому демпингу, маскируя его под «акции» и «социальные программы». Это окончательно уничтожит операционную рентабельность независимых игроков, работающих на грани окупаемости.

• **Усиление давления на сектор ОМС.** Значительная часть пациентов (по оценкам, до 25–30% от текущего коммерческого потока) полностью откажется от услуг частных стоматологий и перейдет в государственные поликлиники. Это спровоцирует критические очереди в сегменте ОМС, дефицит бесплатных материалов и рост нагрузки на бюджетную систему здравоохранения.

6. Пятилетний прогноз развития рынка (2026–2031 гг.)

Ближайшее пятилетие станет периодом жесткой консолидации и окончательной смены технологического уклада в российской стоматологии.

• **Массовая консолидация (Укрупнение сетей).** К 2031 году доля одиночных стоматологических кабинетов сократится с текущих 60% до 25–30%. Они не выдержат регуляторного давления, стоимости обновления оборудования и маркетингового вакуума. Рынок займут федеральные и региональные сети, развивающиеся по модели франшиз или за счет поглощения мелких игроков.

• **Глубокая автоматизация и ИИ.** Чтобы нивелировать дефицит ассистентов и врачей среднего звена, к 2031 году до 80% клиник бизнес-класса внедрят искусственный интеллект для первичного анализа снимков КТ/ОПТГ и автоматического составления планов лечения. Рутинные процессы (моделирование коронок, кап) полностью уйдут на аутсорс в крупные роботизированные зуботехнические лаборатории.

• **Завершение «Азиатизации» рынка.** К 2031 году китайские и южнокорейские бренды займут до 95% рынка в натуральном выражении. Европейские материалы перейдут в статус ультра-премиального эксклюзива с наценкой в 300–400% для узкой прослойки обеспеченных граждан. Появится зрелый кластер российских материалов для эндодонтии и ортодонтии (элайнеры).

• **Развитие медицинского туризма внутри РФ.** Из-за сверхвысоких цен в Москве усилится тренд на «стоматологический туризм» в ближайшие регионы (Рязань, Тверь, Владимир, Тула). Столичные пациенты будут выезжать туда за дорогими услугами (протезирование, имплантация), что частично поддержит региональный бизнес.

Заключение.

В 2026 году стоматологический рынок России демонстрирует высокую адаптивность, переходя от шокового реагирования к системному долгосрочному планированию. Выигрывают крупные сетевые игроки и клиники, успевшие перестроить логистику на азиатский рынок и оцифровать внутренние процессы. Главной стратегической задачей менеджмента на ближайшие 5 лет становится удержание баланса между ростом издержек (на ФОТ и материалы) и сохранением платежеспособного спроса населения. Вынужденная цифровизация, оптимизация продуктовой линейки под эконом-протоколы и внедрение ИИ станут ключевыми инструментами выживания в условиях кадрового голода и нестабильного кошелька потребителя.

Список литературы/References.

1. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 2026 г.) // Статья 149, п. 2, пп. 2 (Освобождение от налогообложения медицинских услуг).

2. Аналитический доклад BusinesStat: «Рынок стоматологических услуг в России» – Итоги 2025 г. и тренды 2026 г.

3. Исследование динамики заработных плат в сфере здравоохранения // Аналитика рекрутингового портала HeadHunter (hh.ru), первый квартал 2026 года.

4. Обзор рынка медицинского оборудования и расходных материалов РФ // Бюллетень импортно-экспортных операций в секторе здравоохранения за 2024–2025 гг.

5. Экономика здравоохранения: учебник для вузов / под ред. М. Г. Колосницыной, И. М. Шеймана.– М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2023.– 464 с.

DOI 10.34660/INF.2026.54.72.164

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЦИРКАДНОГО РИТМА ПУЛЬСОВОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОСТРОЙ ПОЧЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ДЕТЕЙ

Мухитдинова Хура Нуритдиновна
доктор медицинских наук, профессор
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников
Рахимова Сурае Рузметовна
заместитель главного врача по детству
Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи
Дадабаева Еркиной Исакджановна
реаниматолог
Наманганский филиал республиканского научного центра экстренной медицинской помощи

Аннотация. *Только в первые 10 суток наблюдения выявлено статистически достоверное различие изучаемых параметров фазовой структуры циркадного ритма ПАД (ЦР ПАД). Во 2 группе отмечено увеличение мезора на 14%, значения ПАД в акрофазе на 24%, в батифазе на 23% ($p<0,05$, соответственно). В последующие дни интенсивной терапии выявленные различия оказались нивелированы. Выявлена более совершенная функциональная активность адаптивных процессов гемодинамики, обусловленная возрастными анатомофизиологическими свойствами детей старшего возраста. В последующие дни наблюдения эти механизмы приобретали более стертый характер, возможно, в связи с коррегирующей противовоспалительной интенсивной терапией или прогрессирующей митохондриальной недостаточностью.*

Ключевые слова: *циркадный ритм, пульсовое артериальное давление, острая почечная недостаточность, дети.*

Актуальность. В раннем возрасте анатомофизиологическая незрелость систем организма обусловливает более выраженную симпатотоническую реакцию, дополняя не только системным воспалительным ответом, неадекватностью метаболической детоксикации, врожденной несостоятельностью

функциональной активности парасимпатической нервной системы, в ряде случаев становится причиной более тяжелого спазма сосудов не только клубочкового аппарата, но и гладкой мускулатуры канальцевой системы, усугубляя ишемию почечной паренхимы в целом. Одним из ряда ведущих механизмов усугубляющих ишемию почек у детей младшего возраста является центрогенная гиперсимпатотоническая реакция, усиленная изменениями гемодинамики, дегидратацией, гиповолемией, дефицитом эритроцитов, ранимостью сосудистой стенки, склонностью к быстрому истощению энергетических ресурсов на клеточном уровне, в связи с ухудшением биохимической детоксикации, митохондриальной недостаточности. Нередко улучшение общего состояния ребенка в процессе экстракорпорального очищения крови, эффективной коррекции отклонений систем гомеостаза, биохимии крови не удается восстановить выделительную активность почек, купировать олигоанурию. Интенсивная терапия основного заболевания, вызванного инфекций, приведшая к осложнению острой почечной недостаточностью в период заместительной почечной терапии оказывается недостаточно эффективной, что ведет к хронизации воспалительной реакции, заболевания почек. Логично представить, что одним из патогенетических методов коррекции отклонений в острой фазе олигоанурии может быть седативная, симпатолитическая коррекция. Чем более выражена симпатикотония, тем в большей степени нарушена выделительная способность почек, что является результатом уменьшения/прекращения клубочковой фильтрации, снижения канальцевой реабсорбции. В нарушении функции канальцевой системы участвуют не менее сложные патогенетические механизмы ухудшения функции клубочкового аппарата (увеличение АДГ, снижение ОЦК, снижение кровотока в мозговом слое воспалительного характера, нарушение мембранной проницаемости, острая митохондриальная недостаточность, спазм сосудов мозгового слоя почек, сдавление капилляров и канальцев отеком интенстицивльной ткани и др.). Недостаточно доказательств функциональной зависимости активности канальцевой реабсорбции и величины клубочковой фильтрации в формировании артериальной гипертензии.

Одним из наиболее простых и доступных маркеров поражения сосудов при артериальной гипертензии и увеличения их жесткости является повышенное пульсовое артериальное давление (ПАД). Показана зависимость показателя ПАД от возраста, роста и индекса массы тела. Установлена связь высокого ПАД у детей с избыточной массой тела с признаками ремоделирования стенки сосудов. На сегодняшний день накоплена обширная доказательная база способности изменений ПАД вызывать нарушения в центральной нервной системе, вести к повреждению и гибели нейронов и тем самым способствовать возникновению и прогрессированию когнитивных нарушений. Избыточное ПАД обусловливает нарушение целостности

гематоэнцефалического барьера, способно интенсифицировать продукцию активных форм кислорода в центральной нервной системе, вести к эндотелиальной дисфункции, микрокровоизлияниям и непосредственно стимулировать образование в-амилоида – субстрата болезни Альцгеймера и деменции при ней. В связи с важной ролью повышенного ПАД в нарушении когнитивного функционирования, важным аспектом эффектов антигипертензивных препаратов служит их влияние на ПАД и способность снижать его, поскольку это может позволить снизить риск дебюта и усугубления уже имеющихся когнитивных нарушений. Дети нередко страдают подобными патологиями, в силу чего у них регистрируются как скачкообразное, так и постоянное повышение артериального давления. Однако в литературе недостаточно информации по особенностям реакции пульсового артериального давления (ПАД) в фазу анурии при ОПН у детей в зависимости от возраста [1–4].

Цель работы. Изучить и дать сравнительную оценку возрастным особенностям циркадного ритма пульсового артериального давления при острой почечной недостаточности у детей.

Материал и методы исследования. Изучены данные мониторирования температуры тела, гемодинамики, системы дыхания у 19 детей с заболеваниями, осложнившимися почечной недостаточностью в фазу олиго и анурии. Комплексная интенсивная терапия включала наряду с этиопатогенетической терапией протезирование функции дыхательной и мочевыделительной систем.

Таблица 1. Характеристика больных.

Группы	Возраст, годы	Сеансы ГД, колич.	Лечение в ОРИТ, сут.
1 (4 мес.– 2 года 6 мес)	0,8±0,2	11,0±7,0	21,2±12,2
2 (7–18лет)	13,9±3,2	6,0±1,7	9,0±2,8

Непрерывное почасовое мониторирование осуществляли в двух возрастных группах. В 1 включили детей в возрасте 0,8±0,2 лет, мальчиков оказалось 7, девочек 5. Во 2 группе изучали данные обследования пациентов в возрасте 13,9±3,2 лет, из них 2 мальчика, 5 девочек.Различие между группами достоверно и составляет 12 лет. В 1 группе у всех детей были выявлены: пневмония, очаговая-2, полисегментарная-2, двусторонняя, осложненная у 2 Сепсисом, СПОН, острым повреждением почек в стадии олиго-анурии –3, ГУС-1, токсико-метаболической энцефалопатией –3, ОДН- 2–3 степени –5. Фон у 4 детей: поликистоз почек, врожденный нефротический синдром, нефромегалия, ОКИ в стадии реконвалесценции. Во 2 группе – системная красная волчанка – 3, пневмония- 6, сепсис- 3, рабдомиолиз, осложненный ОПН – 1, острый нефрит – 1, ХПН в стадии обострения-6, СПОН-2, ВПР- единственная почка –1.

Все пациенты прошли через Экстракорпоральное очищение крови (ЭКОК). Возрастное различие заключалось в продолжительности комплексной интенсивной терапии, когда пациенты 1 группы находились в ОРИТ в среднем 14,2±12,2 суток, 2 группы на 43 % меньше (таб.1). Пациентам 1 группы проведено 11±7 сеансов, во 2–6±1,7 сеансов, то есть на 45 % меньше. У всех пациентов в первые 2 суток изучен показатель CYSC.

Изучены данные циркадного ритма ПАД у 19 детей с анурией от 1 до 4 суток. До поступления в клинику все пациенты получали терапию, направленную на лечение основного заболевания, инфекции, острый гломерулонефрит, острая кишечная инфекция. По показаниям в связи с тяжелой прогрессирующей дыхательной недостаточностью пациентам в первые сутки по показаниям оказана инвазивная механическая респираторная поддержка (МРП). Всем больным проводился гемодиализ под контролем гемодинамики, КЩС, системы дыхания, поддерживающая, антибактериальная, противовоспалительная, синдромная коррегирующая интенсивная терапия соответственно существующим в литературе протоколам, рекомендациям. Благоприятный исход с возобновлением функциональной активности почек и выпиской из стационара наблюдался у 19 детей (1 и 2 группы), неблагоприятный исход – у 4 детей (3 группа), составив 21 %.

Результаты и их обсуждение.

Таблица 2. Средние значения параметров фазовой структуры ЦР ПАД в мм.рт.ст.

Группы	Продолжительность мониторирования	Мезор	В акрофазе	В батифазе	Амплитуда	Суточный размах
1	10 суток	41±1	45±1	34±4	5±1	12±4
2	10 суток	47±1*	56±4*	42±2*	8±3	14±4
1	11–37 суток	44±3	56±4	33±4	12±3	23±5
2	11–13 суток	45±2	54±2	35±2	9±2	19±3
1	37 суток	43±3	53±5	33±4	10±4	20±7
2	13 суток	47±2	55±3	40±3	8±3	15±5

*-достоверно относительно показателя в 1 группе.

Только в первые 10 суток наблюдения выявлено статистически достоверное различие изучаемых параметров циркадного ритма ПАД (ЦР ПАД). Во 2 группе отмечено увеличение мезора на 14 %, значения ПАД в акрофазе на 24 %, в батифазе на 23 % ($p<0,05$, соответственно) (таб.2).В проследующие дни интенсивной терапии выявленные различия оказались нивелированы.

Таблица 3.Динамика мезора ПАД, мм.рт.ст.

Дни	1 группа	2 группа
1	39±4	51±6*
2	41±2	49±2*
3	43±2	46±2
4	41±2	47±2*
5	40±2	46±2*
6	41±2	48±2*
7	42±2	48±2*
8	42±2	47±2*
9	39±3	45±3*
10	40±2	46±3*
11	41±4	43±3
12	40±4	48±4
13	49±2	43±5

*-достоверно относительно показателя в 1 группе.

В первые сутки лечения уровень мезора ЦР ПАД во 2 группе был больше показателя в 1 группе на 12 мм РТ ст (на 30%, p<0,05). В последующие 2, 4–10сутки на 19%, 14%,13%, 17%, 14%, 12%, 15%, 15% (p<0,05, соответственно) увеличение было обусловлено возрастными отличиями, характеризовали сравнительно более адекватную перестройку функции изучаемого параметра гемодинамики на сосудистые нарушения, ишемию почек в старшем возрасте (таб.3). Обращает внимание тенденция к ослаблению этого компенсаторного механизма в более поздние сроки лечения.

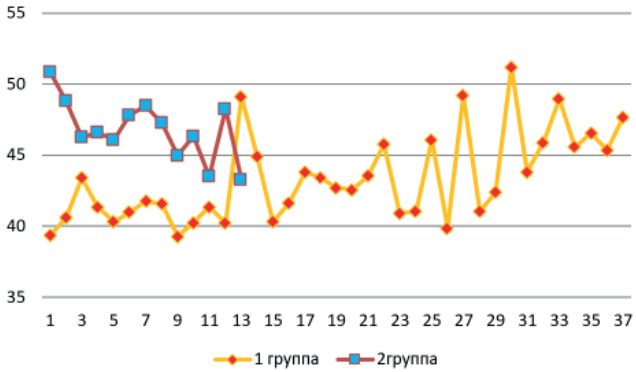

Рис. 1. Динамика мезора ЦР ПАД в мм.рт.ст.

Как представлено на рис. 1, в 1 группе после 15х суток динамика мезора ЦР ПАД носит колебательный характер (рис. 1).

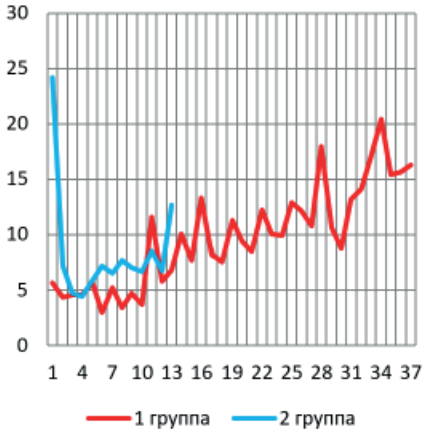

Рис. 2. Амплитуда ЦР ПАД, мм.рт.ст.

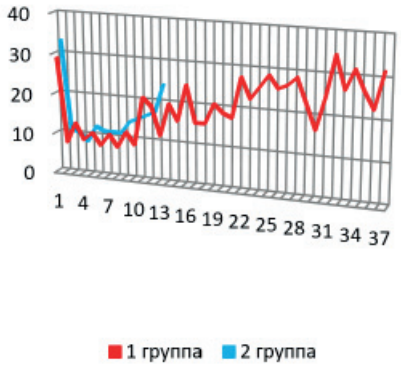

Рис. 3. Суточные колебания ПАД, мм.рт.ст.

В первые сутки амплитуда ЦР ПАД во 2 группе оказалась пятикратно больше, чем в 1 группе, но в последующие дни составила 8 мм.рт.ст. В то время как в 1 группе в первой декаде интенсивной терапии амплитуда ЦР ПАД была 4 мм.рт.ст., но в дальнейшем отмечено прогрессирующее увеличение показателя до 22 мм.рт.ст., что соответствует представлению о том, что избыточное ПАД обусловливает нарушение целостности гематоэнцефалического барьера, способно интенсифицировать продукцию активных форм кислорода в центральной нервной системе, вести к эндотелиальной дисфункции, микрокровоизлияниям и непосредственно стимулировать образование в-амилоида- белка, вызывающего деструктивные изменения в ЦНС. В этой связи важным аспектом эффектов антигипертензивных препаратов служит их влияние на ПАД и способность снижать его, поскольку это может позволить снизить риск дебюта и усугубления уже имеющихся функциональных нарушений ЦНС у детей раннего возраста.

Таблица 4. СЦР ПАД, мм.рт.ст.

Часы	1 гр 10 суток	2 гр 10 сут	1 гр 11–37 сут	2 гр 11–13 сутки	1 гр 1–37 сут	2 гр 1–13 сут
8	39±2	44±3	43±5	42±3	42±5	44±3
9	42±3	49±4	46±5	43±4	45±5	48±5

Часы	1 гр 10 суток	2 гр 10 сут	1 гр 11–37 сут	2 гр 11–13 сутки	1 гр 1–37 сут	2 гр 1–13 сут
10	38±5	51±5*	44±5	41±7	42±5	48±5
11	42±3	51±5*	44±5	43±3	44±4	49±6
12	41±4	49±3*	44±6	48±4	43±6	49±3
13	41±3	48±2*	45±7	48±5	44±6	48±2
14	41±2	47±2*	43±6	45±4	43±5	46±3
15	41±1	47±4*	45±6	39±2	44±5	45±4
16	42±2	48±2*	44±5	41±6	44±4	46±4
17	41±2	46±3	44±5	44±3	43±4	46±3
18	41±2	46±3	45±4	40±1	44±4	45±4
19	41±1	47±1*	44±5	43±1	43±4	46±2
20	42±2	46±3	44±5	43±5	43±4	45±3
21	41±3	47±2	45±5	47±4	44±5	47±2
22	41±2	46±1*	44±5	45±2	43±5	46±2
23	41±2	46±1*	43±7	46±2	43±6	46±1
24	41±2	47±2*	43±4	50±4	43±4	48±3
1	40±3	48±2*	44±5	48±3	43±5	48±2
2	40±2	48±3*	43±3	49±4	42±3	48±3
3	41±3	48±2*	45±6	47±3	44±5	47±2
4	42±1	47±2*	45±7	51±5	45±6	48±3
5	41±1	47±3*	45±6	49±5	44±5	48±3
6	42±1	47±3*	43±5	43±5	43±4	46±4
7	42±2	45±2	45±5	48±2	44±4	46±2
M±м	41±1	47±3*	44±5	45±4	43±5	47±1

*-отличие достоверно относительно показателя в 1 группе

Существенных отличий от нормативных данных в литературных источниках показателя мезора ЦР ПАД в обеих возрастных группах не отмечено (таб.4). Однако, выявлено статистически достоверное увеличение мезора ЦР ПАД во 2 группе в дневные часы (10–16 часов) на 34%,17%,20%,16%, 15%, 14%, 14%, в 19 часов на 14%, на протяжении темнового периода суток (22–6 часов) на 12%,14%,14%,20%,20%,16%,14%,14%,12%, а также среднего значения ПАД в первые 10 суток на 14% относительно показателя в 1 группе. Примечательно, что в 10 часов максимальное отличие почтепенно уменьшалось и счезало в 17–18 часов, вновь появляясь в 22 часа. Наиболее выраженное отличие отмечалось в 2–3 часа ночи, характеризуя более значительное напряжение компенсаторных механизмов у детей старшего возраста в указанные часы суток. Отсутствие подобного увеличение ПАД в утренние и ночные часы у детей до 3 лет, скорее всего, обусловлено отсутствием возможности

компенсаторных механизмов при адаптации в условиях олигоанурии в раннем возрасте. То есть, выявлено более совершенная функциональная активность адаптивных процессов гемодинамики, обусловленная возрастными анатомо-физиологическими свойствами детей старшего возраста. В последующие дни наблюдения эти механизмы приобретали более стертый характер, возможно, в связи с коррегирующей противовоспалительной интенсивной терапией или прогрессирующей митохондриальной недостаточностью.

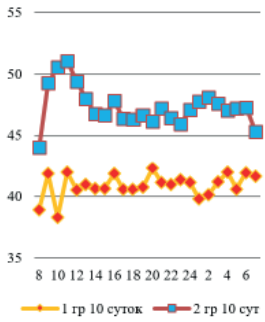

Рис. 4. СЦР ПАД 10 суток, мм.рт.ст.

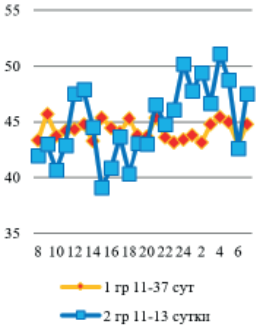

Рис. 5. СЦР 11–37 сутки, мм.рт.ст.

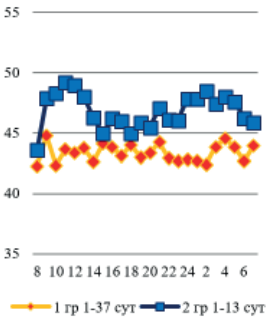

Рис. 6. СЦР 11–37 сутки, мм.рт.ст.

В первые 10 суток колебания СЦР ПАД происходили во 2 группе в среднем на 6 мм.рт.ст. выше, чем в 1 группе ($p<0,05$). В последующие дни и в целом за весь период изучения средний уровень суточных колебаний СЦР ПАД различались сравнительно большей амплитудой волн во 2 группе. Обнаруженную особенность мы понимаем как дополнительный компенсаторный механизм гемодинамики в процессе адаптации в условиях нарушения функциональной активности почек в старшем возрасте, который оказался недостаточно активным в связи с анатомофункциональной незрелостью соответствующих систем в раннем возрасте (рис. 4,5,6).

Наиболее продолжительная инверсия ЦР ПАД (на протяжении 13 суток) выявлена во 2 группе, что свидетельствовало о компенсаторном значении смещения пика акрофазы ЦР ПАД на ночные часы,0 характерного стрессовой реакции циркадного ритма ПАД на протяжении всего наблюдения (рис. 7). Сравнительно меньшая продолжительность реакции ЦР ПАД в 1 группе обусловлена, несостоятельностью компенсаторной перестройки гемодинамики в связи с несовершенством и несостоятельностью компенсаторных реакция при отсутствии/недостаточености адаптивных возможностей при ОПН у детей до 3 лет.

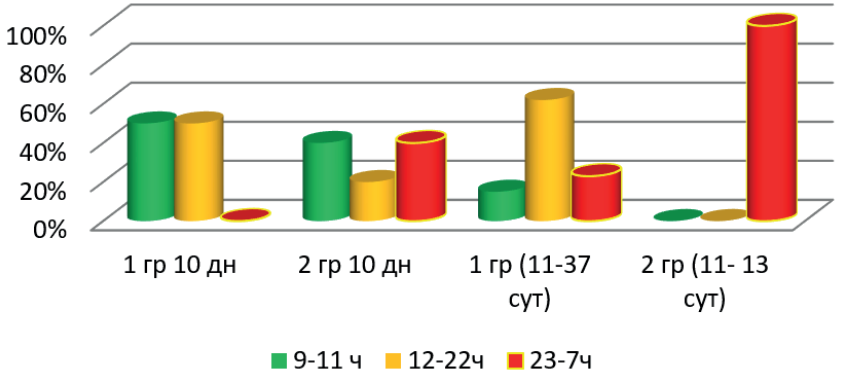

Рис. 7. Инверсия ЦР ПАД.

Вывод. Только в первые 10 суток наблюдения выявлено статистически достоверное различие изучаемых параметров циркадного ритма ПАД (ЦР ПАД). Во 2 группе отмечено увеличение мезора на 14%, значения ПАД в акрофазе на 24%, в батифазе на 23% ($p<0,05$, соответственно). В последующие дни интенсивной терапии выявленные различия оказались нивелированы. Выявлена более совершенная функциональная активность адаптивных процессов гемодинамики, обусловленная возрастными анатомофизиологическими свойствами детей старшего возраста. В последующие дни наблюдения эти механизмы приобретали более стертый характер, возможно, в связи с коррегирующей противовоспалительной интенсивной терапией или прогрессирующей митохондриальной недостаточностью.

Источники.

1. Остроумова О. Д., Кочетков А. И., Остроумова Т. М. Пульсовое артериальное давление и когнитивные нарушения. Российский кардиологический журнал. 2021;26(1):4317. https://doi.org/10.15829/1560–4071–2021–4317

1. https://cyberleninka.ru/article/n/pulsovoe-davlenie-u-zdorovyh-podrostkov/viewer

3. https://meduniver.com/Medical/profilaktika/opn_u_detei.html

4. https://medaboutme.ru/articles/simptomaticheskie_gipertenzii_u_detey_problemy_pochek_serdtsa/

DOI 10.34660/INF.2026.55.30.145

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СРЕДНЕГО МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Айбек К Раушан
PhD докторант
Казахстанский медицинский университет «Высшая школа общественного здравоохранения»,
г. Алматы, Казахстан

Резюме

Актуальность. Болезни пищевого происхождения продолжают оставаться актуальной проблемой общественного здравоохранения, требующей эффективных профилактических мероприятий. Средний медицинский персонал играет важную роль в санитарно-просветительной работе и профилактике пищевых отравлений, что определяет необходимость совершенствования его профессиональной подготовки.

Цель исследования. *Оценить влияние методических рекомендаций по профилактике пищевых отравлений на уровень знаний среднего медицинского персонала.*

Материалы и методы. *Проведено пилотное исследование среди 41 медицинской сестры. Разработаны двуязычные методические рекомендации по профилактике пищевых отравлений, включающие теоретические сведения и практические алгоритмы. Уровень знаний оценивали с помощью авторской анкеты из 20 вопросов до и после ознакомления с материалом. Для статистического анализа использовали критерий Краскела–Уоллиса.*

Результаты. *До ознакомления с методическими рекомендациями средний уровень знаний составил 68,4±9,2 балла (95% ДИ: 65,6–71,2), после ознакомления – 89,6±5,4 балла (95% ДИ: 87,9–91,3). Выявлено статистически значимое повышение уровня знаний среднего медицинского персонала ($p<0,001$).*

Выводы. *Использование разработанных методических рекомендаций способствует существенному повышению уровня знаний среднего медицинского персонала и может рассматриваться как эффективный инструмент непрерывного медицинского образования в области профилактики пищевых отравлений.*

Ключевые слова: *болезни пищевого происхождения, безопасность пищевых продуктов, профилактика, средний медицинский персонал, общественное здравоохранение, непрерывное медицинское образование.*

Введение

Болезни пищевого происхождения остаются одной из актуальных проблем общественного здравоохранения во всем мире. Высокая распространенность пищевых отравлений, разнообразие этиологических факторов, а также риск развития тяжелых осложнений и летальных исходов обусловливают необходимость совершенствования профилактических мероприятий [1]. Нарушения правил хранения, приготовления и реализации пищевых продуктов, несоблюдение санитарно-гигиенических требований, а также недостаточная осведомленность населения и медицинских работников способствуют возникновению и распространению пищевых отравлений [1]. Современные исследования показывают, что уровень знаний специалистов является одним из ключевых факторов, определяющих эффективность профилактических мероприятий. Согласно модели «знания–отношение–практика» (Knowledge–Attitude–Practice, KAP), достаточный уровень знаний способствует формированию положительного отношения к вопросам безопасности пищевых продуктов и повышает приверженность соблюдению санитарно-гигиенических норм [2]. В этой связи особое значение приобретает подготовка и непрерывное профессиональное развитие среднего медицинского персонала, который играет важную роль в санитарно-просветительной работе, раннем выявлении случаев пищевых отравлений и реализации профилактических мероприятий [3].

Вместе с тем результаты исследований свидетельствуют о наличии пробелов в профессиональной подготовке медицинских работников и необходимости регулярного обновления образовательных программ с учетом современных вызовов здравоохранения [3,4]. Показано, что целенаправленные образовательные вмешательства и программы непрерывного обучения способствуют повышению уровня знаний, профессиональных компетенций и качества оказываемой медицинской помощи [5,6]. В связи с этим разработка и оценка эффективности образовательных материалов, ориентированных на профилактику пищевых отравлений, представляются актуальным направлением научных исследований и практического здравоохранения.

Цель исследования. Оценить влияние методических рекомендаций по профилактике пищевых отравлений на уровень знаний среднего медицинского персонала.

Проведено пилотное исследование с участием 41 медицинской сестры. В рамках исследования были разработаны методические рекомендации по профилактике пищевых отравлений на русском и казахском языках, включающие

сведения по эпидемиологии, основным возбудителям, микробиологическим рискам, а также практические алгоритмы и профилактические чек-листы.

Критерии включения: медицинские сестры, осуществляющие профессиональную деятельность в медицинских организациях; наличие добровольного информированного согласия на участие в исследовании; завершение обоих этапов анкетирования (до и после ознакомления с методическими рекомендациями).

Критерии исключения: отказ от участия в исследовании; неполное заполнение анкеты; отсутствие данных одного из этапов исследования (до или после ознакомления с методическими рекомендациями).

Для оценки эффективности рекомендаций использовали авторскую анкету, состоящую из 20 вопросов с максимальной оценкой 100 баллов. Уровень знаний медицинских сестер оценивали до и после ознакомления с методическими рекомендациями. Статистическую обработку данных проводили с использованием критерия Краскела–Уоллиса. Исследование одобрено локальным комитетом по биоэтике (Протокол № 1 от 02.10.2024).

Результаты исследования. В исследовании приняли участие 41 медицинская сестра в возрасте от 24 до 56 лет, средний возраст составил 39,8±8,4 года. Все участники имели среднее медицинское образование; медицинские сестры с уровнем прикладного бакалавриата, высшим сестринским образованием и степенью магистра в выборке отсутствовали.

При первичной оценке уровень знаний медицинских сестер по вопросам профилактики пищевых отравлений составил в среднем 68,4±9,2 балла, что соответствовало удовлетворительному уровню знаний (95% ДИ: 65,6–71,2). После ознакомления с методическими рекомендациями средний показатель увеличился до 89,6±5,4 балла, что соответствовало отличному уровню знаний (95% ДИ: 87,9–91,3). Выявленные различия были статистически значимыми ($p<0,001$).

Анализ исходного уровня знаний показал наличие статистически значимой прямой корреляции между возрастом медицинских сестер и количеством набранных баллов ($r=0,348$; $p<0,05$), что свидетельствует о более высоком уровне знаний среди медицинских сестер старшего возраста.

Выводы. Разработанные методические рекомендации по профилактике пищевых отравлений продемонстрировали высокую эффективность в повышении уровня знаний среднего медицинского персонала. После ознакомления с рекомендациями отмечено статистически значимое улучшение показателей знаний. Установленная положительная связь между возрастом и исходным уровнем знаний свидетельствует о важности профессионального опыта в формировании компетенций медицинских сестер. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование разработанных методических рекомендаций в системе непрерывного медицинского образования и практической деятельности среднего медицинского персонала.

Список использованной литературы:

1 Mohammad A-M, Chowdhury T, Biswas B, et al. Food poisoning and intoxication: a global leading concern for human health. Food Saf Preserv. 2018;307–352.

2 Kwol V. S., Owusu-Agyeman Y., Nduka I. C., Aboagye M. O. Another look into the Knowledge Attitude Practice (KAP) model for food control: An investigation of the mediating role of food handlers' attitudes // Food Control.– 2020.– T. 110.– C. 107025. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.107025

3 Couper I. et al. Curriculum and training needs of mid-level health workers in Africa: a situational review from Kenya, Nigeria, South Africa and Uganda //BMC health services research.– 2018.– T. 18.– № . 1.– C. 553.

4 Liu Y. et al. Investigation and analysis of the biosafety awareness of laboratory staff involved in the detection of pathogens in seven provincial Centers for Disease Control and Prevention in China //Biosafety and Health.– 2021.– T. 3.– № . 04.– C. 224–229.

5 Bhandari S. et al. Identifying core competencies for practicing public health professionals: results from a Delphi exercise in Uttar Pradesh, India //BMC Public Health.– 2020.– T. 20.– № . 1.– C. 1737.

6 Nicol E., Turawa E., Bonsu G. Pre-and in-service training of health care workers on immunization data management in LMICs: a scoping review //Human resources for health.– 2019.– T. 17.– № . 1.– C. 92.

DOI 10.34660/INF.2026.55.45.185

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА SERBP1 ВЛИЯЕТ НА РИСК ТЯЖЁЛОЙ ФОРМЫ COVID-19 У ПАЦИЕНТОВ С НИЗКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Дорофеева Анна Викторовна
аспирант
Курский государственный медицинский университет
Паничев Семён Александрович
студент
Курский государственный медицинский университет
Бушуева Ольга Юрьевна
доктор медицинских наук, профессор
Курский государственный медицинский университет

Аннотация. *Молекулярные шапероны играют значимую роль в патогенезе тяжёлой формы COVID-19. В данном исследовании мы изучили ассоциации полиморфизмов гена, кодирующего молекулярный шаперон семейства Hero – SERBP1 (Hero45) – с риском тяжёлого течения COVID-19. В исследование вошли 195 пациентов с тяжелой формой COVID-19 и 1100 контрольных лиц с легкой или бессимптомной формой заболевания. Обнаружено, что полиморфизм SERBP1 rs12566098 (аллель эффекта C) связан с повышенным риском тяжелого течения COVID-19 у пациентов с низкой физической активностью (OR = 1,48, 95%CI 1,02–2,14, Pperm = 0,035). Функциональная аннотация показала, что данный полиморфизм SERBP1 участвует в инвазии SARS-CoV-2 в клетку и регуляции иммунного ответа.*

Ключевые слова: *COVID-19; термостойкие запутанные белки; Hero proteins; SERBP1; Hero45; SNP rs12566098; SARS-CoV-2.*

Введение. Молекулярные шапероны – это класс белков играющий ключевую роль в поддержании протеостаза клетки. Незаменимые функции системы молекулярных шаперонов делают её основной целью для вирусов, полностью зависящих от клетки-хозяина. Вирусы активно используют шапероны для фолдинга и стабилизации вирусных белков, модулирования сигнальных путей с целью ослабления противовирусных реакций, а также в качестве посредников вирусной инвазии и репликации [1]. Современные исследования показали,

что система молекулярных шаперонов играет важную роль в патогенезе ряда инфекционных заболеваний, в том числе новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [2–5].

В 2020 году группой японских учёной был обнаружен новый класс молекулярных шаперонов, получивший название Hero (от англ. Heat-resistant obscure). Эти белки устойчивы в условиях воздействия экстремальных температур и регулируют агрегацию белков, что было изучено в контексте нейродегенеративных заболеваний [6]. Кроме того известно, что белки Hero вовлечены в регуляцию иммунного ответа, свёртывающей системы крови, воспалительных реакций и окислительного стресса, что позволяет предположить их участие в патогенезе тяжёлой формы COVID-19 [7, 8].

Белок, связывающий мРНК SERPINE1 (SERBP1), также известный как ингибитор активатора плазминогена 1, связывающий РНК (PAI-RBP1) или Hero45, является РНК-связывающим белком, регулирующим ген SERPINE1. Он кодирует ингибитор активатора плазминогена-1 (PAI-1 или SERPINE1) – представителя суперсемейства ингибиторов сериновых протеиназ [9].

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 1295 неродственных россиян (195 пациентов с тяжелой формой COVID-19 и 1100 контрольных лиц с легкой формой COVID-19). Образцы цельной крови были собраны с 2020 по 2022 год в Курской областной больнице № 6 и Курском областном туберкулезном диспансере. Контрольная группа включает образцы из биобанка Научно-исследовательского института генетической и молекулярной эпидемиологии Курского государственного медицинского университета, полученные от лиц, у которых был диагностирован COVID-19 и которые не нуждались в госпитализации. Низкий уровень физической активности характеризовался занятием различными видами физической активности менее 180 минут в неделю [10].

Выделение геномной ДНК и цельной крови осуществлялось методом фенол-хлороформной экстракции. Анализ генетических полиморфизмов проводился с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием TaqMan зондов.

Для статистического анализа использовалась программа PLINK v1.9.0-b.7.7. Количественные признаки были нормализованы с помощью программного обеспечения R. Ассоциации генотипов анализировались с помощью логарифмически-аддитивной модели с адаптивной поправкой на перестановочный тест (pperm).

Результаты. Мы выявили ассоциации между Tag SNP (single nucleotide polymorphism – однонуклеотидный полиморфизм) rs12566098 гена SERBP1 с риском тяжёлого течения COVID-19. Данный полиморфизм (аллель эффекта C) связан с повышенным риском тяжелого течения COVID-19 у пациентов с низкой физической активностью (OR = 1,48, 95%CI 1,02–2,14, Pperm = 0,035).

Обсуждение. Белок SERBP1 связывается с каналом входа мРНК, блокируя вход мРНК и приводя к секвестрации 80S рибосом, опосредуя их стабилизацию и инактивацию [11]. Поскольку SERBP1 связывается с мРНК PAI-1/SERPINE1 и блокирует ее трансляцию, можно предположить, что SERBP1 ингибирует синтез PAI-1/SERPINE1. Снижение уровня PAI-1/SERPINE1 негативно влияет на течение COVID-19, поскольку этот белок обладает противовирусными свойствами. Он ингибирует трансмембранную протеазу TMPRSS2, которую SARS-CoV-2 использует для связывания с рецепторами ангиотензинпревращающего фермента 2 (ACE2) и проникновения в клетки хозяина [12–14].

Список литературы

1. Aviner R, Frydman J (2020) Proteostasis in Viral Infection: Unfolding the Complex Virus-Chaperone Interplay. Cold Spring Harb Perspect Biol 12: a034090. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a034090

2. Howe MK, Speer BL, Hughes PF, et al (2016) An inducible heat shock protein 70 small molecule inhibitor demonstrates anti-dengue virus activity, validating Hsp70 as a host antiviral target. Antiviral Res 130:81–92. https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2016.03.017

3. Pujhari S, Brustolin M, Macias VM, et al (2019) Heat shock protein 70 (Hsp70) mediates Zika virus entry, replication, and egress from host cells. Emerg Microbes Infect 8:8–16. https://doi.org/10.1080/22221751.2018.1557988

4. Ibrahim IM, Abdelmalek DH, Elshahat ME, Elfiky AA (2020) COVID-19 spike-host cell receptor GRP78 binding site prediction. J Infect 80:554–562. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.02.026

5. Paladino L, Vitale AM, Caruso Bavisotto C, et al (2020) The Role of Molecular Chaperones in Virus Infection and Implications for Understanding and Treating COVID-19. J Clin Med 9:3518. https://doi.org/10.3390/jcm9113518

6. Tsuboyama K, Osaki T, Matsuura-Suzuki E, et al (2020) A widespread family of heat-resistant obscure (Hero) proteins protect against protein instability and aggregation. PLoS Biol 18: e3000632. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000632

7. Dorofeeva A, Ivenkov M, Kobzeva K, Bushueva O (2025) SERF2 (Hero7) Gene Polymorphism is Associated with Severe Course of COVID-19. Gene Expression 24: e00057. https://doi.org/10.14218/GE.2025.00057

8. Shilenok V, Kobzeva K, Bushueva O (2025) SERBP1 (Hero45) is a Novel Link with Ischemic Heart Disease Risk: Associations with Coronary Arteries Occlusion, Blood Coagulation and Lipid Profile. Cell Biochem Biophys 83:3557–3569. https://doi.org/10.1007/s12013–025–01736-z

9. Cesari M, Pahor M, Incalzi RA (2010) Plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1): a key factor linking fibrinolysis and age-related subclinical and clinical conditions. Cardiovasc Ther 28: e72–91. https://doi.org/10.1111/j.1755–5922.2010.00171.x

10. Bull CF, Salih SA-A, Biddle S, et al (2020) World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. British Journal of Sports Medicine 24:1451–1462. https://doi.org/https://doi.org/ 10.1136/bjsports-2020–102955

11. Muto A, Sugihara Y, Shibakawa M, et al (2018) The mRNA-binding protein Serbp1 as an auxiliary protein associated with mammalian cytoplasmic ribosomes. Cell Biochem Funct 36:312–322. https://doi.org/10.1002/cbf.3350

12. Rosendal E, Mihai IS, Becker M, et al (2022) Serine Protease Inhibitors Restrict Host Susceptibility to SARS-CoV-2 Infections. mBio 13: e0089222. https://doi.org/10.1128/mbio.00892–22

13. Wei Y, Huang M, Jiang L, et al (2024) Advancements in Serine Protease Inhibitors: From Mechanistic Insights to Clinical Applications. Catalysts 14:787. https://doi.org/10.3390/catal14110787

14. Bouton M–C, Geiger M, Sheffield WP, et al (2023) The under-appreciated world of the serpin family of serine proteinase inhibitors. EMBO Mol Med 15: e17144. https://doi.org/10.15252/emmm.202217144

DOI 10.34660/INF.2026.55.46.034

POSTPARTUM DEPRESSION AND QUALITY OF LIFE IN WOMEN DURING THE POSTPARTUM PERIOD

Uliya Marat
PhD doctoral student
Kazakhstan Medical University "School of Public Health" LLP,
Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID ID: 0009–0007–9680–6103

Abstract

Introduction. *Postpartum depression (PPD) is a common mental health disorder that may adversely affect maternal well-being, social functioning, and quality of life during the postpartum period. Increasing evidence suggests that depressive symptoms are associated with deterioration in physical, psychological, and social aspects of women's health after childbirth.*

Materials and Methods. *A narrative literature review was conducted using Google Scholar. Full-text articles published between 2015 and 2025 were included. Original research articles, longitudinal studies, randomized trials, and systematic reviews were analyzed, while conference abstracts, conference proceedings, dissertations, editorials, and publications without available full text were excluded.*

Results. *The reviewed studies consistently demonstrated an inverse relationship between postpartum depression and quality of life. Women with depressive symptoms reported lower levels of physical, psychological, social, and environmental well-being. Social support, marital satisfaction, and positive family relationships were associated with better quality-of-life outcomes, whereas sleep disturbances, inadequate social support, unintended pregnancy, and socioeconomic difficulties were linked to poorer maternal well-being. Home-based nursing care, educational interventions, physical activity, pharmacological treatment, and digital support technologies showed favorable effects on both depressive symptoms and quality-of-life indicators.*

Conclusion. *Postpartum depression is an important determinant of reduced quality of life among women after childbirth. Early identification of women at risk and implementation of comprehensive support strategies may contribute to improved maternal mental health and overall well-being.*

Keywords: *postpartum depression, quality of life, maternal mental health, postpartum period, social support, psychological well-being, women's health.*

Introduction

The postpartum period is characterized by profound physiological, psychological, and social changes associated with recovery after childbirth and adaptation to motherhood. Although childbirth is generally considered a positive life event, a substantial proportion of women experience emotional disturbances during the first months after delivery. Among these conditions, postpartum depression (PPD) is recognized as one of the most common mental health disorders affecting women after childbirth. Beyond emotional suffering, PPD may impair maternal functioning, disrupt mother–infant interactions, negatively affect breastfeeding practices, and reduce overall well-being [1].

In recent years, increasing attention has been paid to the influence of postpartum depression on quality of life (QoL). Quality of life is a multidimensional construct encompassing physical health, psychological well-being, social relationships, and environmental conditions. Assessment of QoL provides a broader understanding of the consequences of postpartum depression than clinical symptom evaluation alone, allowing the impact of depressive symptoms on daily functioning and maternal adaptation to be assessed [2–4].

Studies conducted in different countries consistently demonstrate an association between postpartum depression and reduced quality of life. Women experiencing depressive symptoms report lower levels of physical and mental health, reduced vitality, poorer social functioning, and decreased satisfaction with daily life [1,2]. In addition, quality of life during the postpartum period is influenced by numerous factors including social support, marital relationships, sleep quality, educational level, employment status, and access to healthcare services [5–8].

Recent investigations have also focused on interventions aimed at improving psychoemotional well-being after childbirth. Home-based nursing care, educational programs, physical activity, digital support technologies, and pharmacological treatment have shown positive effects on both depressive symptoms and quality-of-life indicators [9–12]. Given the growing body of evidence, summarizing contemporary findings regarding the relationship between postpartum depression and quality of life remains highly relevant.

Objective. To summarize contemporary evidence regarding the impact of postpartum depression on quality of life among women during the postpartum period.

Materials and Methods. A narrative literature review was conducted. The search was performed using Google Scholar. Full-text articles published between 2015 and 2025 were considered eligible for inclusion. The search strategy included combinations of the following keywords: "postpartum depression", "postnatal

depression", "quality of life", "maternal mental health", "social support", "well-being", and "postpartum women".

Original research articles, cohort studies, cross-sectional studies, longitudinal studies, randomized clinical trials, and systematic reviews published in peer-reviewed journals were included. Conference abstracts, conference proceedings, editorials, letters to the editor, dissertations, and publications without available full text were excluded.

The selected publications were analyzed with regard to study design, assessment instruments, determinants of postpartum depression, factors influencing quality of life, and interventions aimed at improving maternal psychoemotional well-being.

Results and Discussion. A consistent relationship between postpartum depression and reduced quality of life has been demonstrated across different populations and healthcare settings. In Kuwait, Maita H. et al. reported a PPD prevalence of 45.9 %, while increasing Edinburgh Postnatal Depression Scale scores were associated with significant deterioration in both physical and mental health components measured using SF-12 [1]. Similar findings were reported by Papamarkou M. et al. in Greece, where even mild depressive symptoms were associated with lower SF-36 scores, particularly in mental health and vitality domains [2]. Mousavi F. and Shojaei P. additionally demonstrated that education, housing conditions, and employment status exerted direct and indirect effects on PPD development, subsequently influencing quality-of-life outcomes [3].

Evidence from Tunisia and Saudi Arabia further supports these findings. Feki R. et al. observed significantly lower WHOQOL scores among women with depressive symptoms six weeks after childbirth [4]. Likewise, Almuqbil M. et al. found poorer physical and mental health among women with probable PPD, while unintended pregnancy emerged as one of the strongest risk factors [5].

Several studies have emphasized the importance of family and social relationships. Jeong Y. J. et al. demonstrated that marital intimacy had the strongest positive influence on quality of life during the early postpartum period, whereas depression and fatigue negatively affected all WHOQOL domains [6]. Al Rehaili B. O. et al. reported that postpartum depression, sleep disturbances, and insufficient social support were associated with deterioration across all quality-of-life dimensions, while family support served as a major protective factor [7]. Similar conclusions were reached by Yörük S. et al., who identified an inverse relationship between social support and depressive symptoms, alongside a positive effect on psychosocial well-being [8].

The detrimental impact of PPD on multiple quality-of-life domains has been documented in various regions. In Nigeria, Tungchama F. P. et al. reported significantly lower WHOQOL-BREF scores among women with postpartum depression in physical, psychological, social, and environmental domains [9]. Daglar G. et al.

demonstrated that both anxiety and depression were negatively correlated with quality of life during the first postpartum week, with psychological and physical dimensions being most affected [10]. A systematic review conducted by Van der Woude D. A.A. et al. further confirmed that postpartum depression represents one of the principal determinants of reduced quality of life during the postpartum period [11].

In addition to observational findings, several interventions have demonstrated positive effects on maternal well-being. Zhuang C. Y. et al. showed that home nursing care significantly reduced depression and anxiety while improving quality-of-life scores across somatic, psychological, social, and material domains [12]. Similar results were obtained by Tel H., who reported improvements in both depressive symptoms and quality of life following a combination of home visits and structured maternal education [13].

Physical activity has also been associated with favorable outcomes. Okyay E. K. and Ucar T. found that higher levels of postpartum physical activity were significantly related to better SF-36 scores, particularly regarding mental health, role functioning, and general well-being [14]. Parsa B. et al. suggested that specific quality-of-life domains, including emotional well-being and social functioning, may predict the future development of postpartum depression and could potentially be used for screening purposes [15]. Navas A. et al. demonstrated that moderate-intensity aquatic exercise during pregnancy reduced postpartum anxiety and depressive symptoms while improving quality of life one month after childbirth [16].

Awareness and social support have also been identified as important determinants of maternal well-being. Matumadi I. U. et al. reported that greater awareness of postpartum depression and stronger perceived social support were associated with higher quality of life among women living in rural areas of the Philippines [17]. During the COVID-19 pandemic, Sangsawang B. and Sangsawang N. observed lower levels of social support and quality of life among adolescent mothers compared with adult mothers, accompanied by increasing depressive symptoms during postpartum follow-up [18].

The role of interpersonal relationships has been repeatedly highlighted. Jamal M. K. et al. concluded that physical recovery, sexual health, marital satisfaction, and breastfeeding support significantly influence postpartum quality of life, with partner support reducing both anxiety and depressive symptoms [19]. Similarly, Gharacheh M. et al. demonstrated significant inverse correlations between PPD and all WHOQOL domains while identifying maternal age and social support as important predictors of quality of life [21]. Damsarsan S. and Ören B. further reported strong positive associations between spousal support and quality of life, together with lower depression severity among women receiving greater support from their partners [22]. Małus A. et al. additionally found that lower relationship satisfaction was associated with more severe depressive symptoms, including anxiety, guilt, and emotional instability [26].

Recent studies have expanded understanding of factors influencing postpartum quality of life. Paz-Pascual C. et al. demonstrated that depressive symptoms, partner support, and parental self-efficacy exert the strongest effects on mental quality-of-life outcomes, with additional indirect influences through breastfeeding, sexual satisfaction, and body image [23]. Tola Y. et al. reported reduced quality of life in approximately 62 % of postpartum women, identifying young age, lack of education, postpartum depression, and absence of antenatal care as significant predictors [24].

Evidence supporting therapeutic interventions continues to accumulate. Gerbasi M. E. et al. showed that successful treatment with brexanolone was associated with significant improvements in SF-36v2 scores and reduced healthcare resource utilization [20]. Jiang M. and Xu J. demonstrated that esketamine combined with comprehensive nursing intervention after cesarean delivery effectively reduced pain and depressive symptoms while improving quality of life [25]. Wang H. et al. reported favorable outcomes of continuous postpartum care delivered through the WeChat platform, including reductions in anxiety and depression and improvements in physical and social functioning [27].

Additional studies indicate that sleep quality may represent an important mechanism linking postpartum depression and quality of life. Jiayuan Z. et al. found that depression, psychological trauma, and sleep disturbances exerted cumulative negative effects on quality of life among women with high-risk pregnancies [28]. Similarly, Erçel Ö. and Süt H. demonstrated that poor sleep quality was associated with negative perceptions of breastfeeding adequacy and less favorable attitudes toward breastfeeding, indirectly influencing maternal emotional well-being and quality of life [29].

Conclusions. The available evidence consistently demonstrates that postpartum depression is associated with substantial reductions in quality of life across physical, psychological, social, and environmental domains. Social support, marital satisfaction, physical activity, educational interventions, and timely healthcare support contribute to better maternal outcomes and lower severity of depressive symptoms. Early identification of women at risk and implementation of comprehensive postpartum support strategies should be considered an important component of maternal healthcare.

References:

1. Maita H., Al-Awadhi N., Al-Kandari H., Al-Khayat A. Postpartum depression and health related quality of life: a necessary assessment // Int. J. Fam. Commun. Med.– 2017.– Vol. 1, no. 1.– P. 11–17.

2. Papamarkou M., Sarafis P., Kaite C. P., Malliarou M., Tsounis A., Niakas D. Investigation of the association between quality of life and depressive symptoms during postpartum period: a correlational study // BMC Women's Health.– 2017.– Vol. 17, no. 1.– P. 115.

3. Mousavi F., Shojaei P. Postpartum depression and quality of life: a path analysis // The Yale J. Biol. Med.– 2021.– Vol. 94, no. 1.– P. 85.

4. Feki R., Feki I., Trigui D., Baati I., Sallemi R., Masmoudi J. Impact of postpartum depression on quality of life // Eur. Psychiatry.– 2017.– Vol. 41, Suppl. 1.– P. s901-s902.

5. Almuqbil M., Kraydi N., Alshamayri H., Ali Kaabi A., Almutairi A., Alanazi A., Hajeer A., Alamri A. S., Alsanie W. F., Alhomrani M., Asdaq S. M.B. Postpartum depression and health-related quality of life: a Saudi Arabian perspective // Peer J.– 2022.– Vol. 10.– P. e14240.

6. Jeong Y. J., Jeong H. S., Lee M. K. Factors influencing quality of life in early postpartum women // Int. J. Environ. Res. Public Health.– 2021.– Vol. 18, no. 6.– P. 2988.

7. Al Rehaili B. O., Al-Raddadi R., Alenezi N. K.A., Alyami A. H. Postpartum quality of life and associated factors: a cross-sectional study // Qual. Life Res.– 2023.– Vol. 32, no. 7.– P. 2099–2106.

8. Yörük S., Açikgöz A., Türkmen H., Karlıdere T. The prevalence of postpartum depression and the correlation of perceived social support and quality of life with postpartum depression: a longitudinal study // Puerto Rico Health Sci. J.– 2020.– Vol. 39, no. 4.– P. 327–335.

9. Tungchama F. P., Piwuna C. G., Armiya'u A.Y., Maigari Y. T., Davou F. J., Umar M. U., Sadik S. A., Obindo T. J., Uwakwe R. Relationship between quality of life and postpartum depression among women in North-Central, Nigeria // Highland Med. Res. J.– 2017.– Vol. 17, no. 1.– P. 11–18.

10. Daglar G., Bilgic D., Aydın Özkan S. Depression, anxiety and quality of life of mothers in the early postpartum period // Int. J. Behav. Sci.– 2018.– Vol. 11, no. 4.– P. 152–159.

11. Van der Woude D. A.A., Pijnenborg J. M.A., de Vries J. Health status and quality of life in postpartum women: a systematic review of associated factors // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.– 2015.– Vol. 185.– P. 45–52.

12. Zhuang C. Y., Lin S. Y., Cheng C. J., Chen X. J., Shi H. L., Sun H., Zhang H. Y., Fu M. A. Home-based nursing for improvement of quality of life and depression in patients with postpartum depression // World J. Clin. Cases.– 2020.– Vol. 8, no. 20.– P. 4785.

13. Tel H. Effects of home visits and planned education on mothers' postpartum depression and quality of life // J. Clin. Exp. Investig.– 2018.– Vol. 9, no. 3.– P. 119–125.

14. Okyay E. K., Ucar T. The effect of physical activity level at postpartum period on quality of life and depression level // Med. Sci.– 2018.– Vol. 7.– P. 587–593.

15. Parsa B., Momeniyan V., Zareban I., Raeisi M. Prediction of postpartum depression based on women's quality of life // Fam. Med. Prim. Care Rev.– 2019.– Vol. 21, no. 4.

16. Navas A., Lopez-Bueno R., Casajus J. A., Ara I. Effectiveness of moderate-intensity aerobic water exercise during pregnancy on quality of life and postpartum depression: a multi-center, randomized controlled trial // J. Clin. Med.– 2021.– Vol. 10, no. 11.– P. 2432.

17. Matumadi I. U., Caorong L. A., Bangcola A. A. Postpartum depression, risk factors, support perception, and quality of life among primipara mothers in Rural Lanao del Sur, Philippines: A descriptive-predictive study // J. Healthc. Adm.– 2024.– Vol. 3, no. 2.– P. 135–148.

18. Sangsawang B., Sangsawang N. Postpartum Depression, Social Support and Quality of Life Between Adolescent and Adult Mothers in Six Months Postpartum in the COVID-19 Pandemic: Longitudinal Comparative Study // J. Adv. Nurs.– 2025.

19. Jamal M. K., Noor M. H.M., Rashid N. F.A., Lim K. S. Factors influencing the quality of life of postpartum women: a systematic review // Curr. Psychol.– 2025.– Vol. 44, no. 8.– P. 7326–7349.

20. Gerbasi M. E., Kanes S. J., Meltzer-Brody S., Wilkinson S. T., Schiff M. Achieving clinical response in postpartum depression leads to improvement in health-related quality of life // Curr. Med. Res. Opin.– 2021.– Vol. 37, no. 7.– P. 1221–1231.

21. Gharacheh M., Ranjbar F., Azadi S. Women's quality of life and postpartum depression.– 2018.

22. Damsarsan S., Ören B. The effect of spousal support on postpartum depression and quality of life // Clin. Exp. Health Sci.– 2024.– Vol. 14, no. 1.– P. 176–182.

23. Paz-Pascual C., Arroyo D., Suarez M., et al. Analysis of variables affecting postpartum quality of life: their relative influence and interrelationships // BMC Pregnancy Childbirth.– 2025.– Vol. 25, no. 1.– P. 682.

24. Tola Y., Ayele G., Boti N., Yihune M., Getahun F., Gebru Z. Health-related quality-of-life and associated factors among post-partum women in Arba Minch town // Int. J. Women's Health.– 2021.– P. 601–611.

25. Jiang M., Xu J. A study on the effects of esketamine combined with comprehensive nursing intervention on postoperative pain, postpartum depression, and quality of life in women undergoing cesarean section // Altern. Ther. Health Med.– 2024.– Vol. 26.

26. Małus A., Szylluk J., Galińska-Skok B., Konarzewska B. Incidence of postpartum depression and couple relationship quality // Psychiatr. Pol.– 2016.– Vol. 50, no. 6.– P. 1135–1146.

27. Wang H., Wu H., Zhang Y., Ding C. WeChat continuity nursing on postpartum depression and quality of life in primipara undergoing cesarean delivery // Altern. Ther. Health Med.– 2024.– Vol. 30, no. 12.– P. 262–268.

28. Jiayuan Z., Xiaoxi L., Dan C., Yuqiu Z. Network Analysis of Postpartum Depression, Sleep Problems, Psychological Birth Trauma, and Quality of Life in Women with High-Risk Pregnancy // Midwifery.– 2025.– Article ID: 104476.

29. Erçel Ö., Süt H. K. Sleep quality and quality of life in postpartum woman // Turk. J. Sleep Med.– 2020.

DOI 10.34660/INF.2026.55.71.098

УДК 636.5–14.084: 591.132

ОЦЕНКА БИОДОСТУПНОСТИ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ФУРАЖНЫХ СОЕВЫХ ОТХОДОВ В РАЦИОН

Каниева Лилия Арифулловна
магистр
Институт зоотехнии и биологии,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия
Научный руководитель – **Карамушкина Светлана Владимировна**
кандидат биологических наук, доцент
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия

Аннотация. *В работе изучено влияние 10%-ного включения фуражных соевых отходов в рационы цыплят-бройлеров на содержание кальция и фосфора в корме, дуоденальном химусе и сыворотке крови. Исследование выполнено на птице с хронической фистулой двенадцатиперстной кишки, что позволило проводить прижизненный отбор дуоденального химуса. Установлено умеренное снижение концентрации кальция (на 7,7%) и фосфора (на 8,4%) в дуоденальном химусе опытной группы по сравнению с контролем, обусловленное повышенным содержанием фитатов и сырой клетчатки в соевых отходах. При этом показатели кальция и фосфора в сыворотке крови сохранялись в пределах физиологической нормы и статистически не отличались от контрольных значений ($p > 0,05$). Полученные данные свидетельствуют об эффективности компенсаторных механизмов минерального гомеостаза у бройлеров при данном уровне включения альтернативного источника протеина. Результаты подтверждают целесообразность использования фуражных соевых отходов в количестве до 10% в рационах цыплят-бройлеров без риска нарушения обмена кальция и фосфора и без обязательного применения экзогенной фитазы.*

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, фуражные соевые отходы, минеральный обмен, кальций, фосфор, дуоденальный химус, хроническая фистула двенадцатиперстной кишки, биодоступность, фитаты, гомеостаз.*

Введение. В современных условиях интенсивного птицеводства обеспечение цыплят-бройлеров полноценными рационами остаётся одной из ключевых задач, направленных на повышение продуктивности, снижение себестоимости производства мяса и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Традиционные источники белка, такие как соевый шрот, характеризуются высокой биологической ценностью, однако их производство сопровождается значительным объёмом отходов (фуражные соевые отходы, включая некондиционные бобы, лузгу и вегетативные части растений), которые обладают потенциалом как экономически выгодные кормовые добавки.

Фуражные соевые отходы содержат 16–25% сырого протеина, 6–7% жира и до 30% клетчатки, что делает их перспективным компонентом рационов [1]. Однако присутствие антипитательных факторов – фитатов, ингибиторов трипсина и высокого уровня сырой клетчатки – может ограничивать переваримость питательных веществ, в первую очередь фосфора, связанного в форме фитиновой кислоты. Фитаты образуют нерастворимые комплексы с кальцием, фосфором, цинком и другими минералами, снижая их биодоступность и потенциально нарушая минеральный гомеостаз у птицы [2]. Минеральный обмен кальция и фосфора играет критическую роль в формировании костного скелета, мышечной функции и общем метаболизме у цыплят-бройлеров интенсивного роста. Оптимальное соотношение Ca: P в рационе (1,4–1,6:1), достаточная концентрация доступного фосфора (0,35–0,45%) и кальция (0,90–1,00%) обеспечивают нормальную минерализацию костей и предотвращают развитие рахита, перозиса и других нарушений [3]. Включение альтернативных источников белка, богатых фитатами, требует тщательной оценки влияния на концентрацию этих элементов в рационе, дуоденальном химусе и сыворотке крови, поскольку даже незначительные изменения биодоступности фосфора могут отразиться на продуктивности и здоровье птицы.

Целью настоящей работы являлась количественная оценка изменений содержания кальция и фосфора в корме, дуоденальном химусе и сыворотке крови цыплят-бройлеров при введении в рацион 10% фуражных соевых отходов с высоким содержанием клетчатки и фитатов, с использованием модели хронической дуоденальной фистулы для прижизненного мониторинга биодоступности минеральных элементов в проксимальном отделе тонкого кишечника.

Полученные данные позволят обосновать целесообразность использования фуражных соевых отходов как экономически выгодной добавки

в комбикорма для бройлеров без существенного риска нарушения обмена макроэлементов, что соответствует задачам устойчивого развития агропромышленного комплекса и технологического лидерства страны в области инновационных технологий кормления сельскохозяйственной птицы.

Методы исследования. Объекты исследования и условия опыта. Эксперимент выполнен на цыплятах-бройлерах кросс Ross 308 в возрасте 14–21 суток. Общее количество птицы –20 голов, из которых после отбора по принципу аналогов сформированы две группы: контрольная и опытная (по 10голов в каждой). Птицу содержали в клеточных батареях с регулируемыми параметрами микроклимата в соответствии с рекомендациями ВНИТИП (2021) и зоогигиеническими нормами.

Контрольная группа получала полнорационный комбикорм ПК 5–2–3 (по нормам ВНИТИП, 2021). В опытной группе 10% комбикорма замещали фуражными соевыми отходами (зоотехнический анализ: сырой протеин 16,15%, сырой жир 6,15%, сырая клетчатка 30,3%, влага 21,7%). Рационы балансировали по обменной энергии, сырому протеину, кальцию (0,90–1,00%) и доступному фосфору (0,35–0,45%) с использованием премиксов. Кормление – вволю, вода – свободный доступ.

Дуоденальный химус отбирали в утренние часы натощак (после 12–14 ч голодания с доступом к воде). Кровь отбирали из подкрыльцовой вены в те же сроки в объёме 2–3 мл. После центрифугирования (3000 об/мин, 15 мин) в сыворотке определяли общий кальций и неорганический фосфор на автоматическом биохимическом анализаторе BioChem FC-120 («High Technology, Inc.», США) с набором реактивов указанной компании

Данные обработаны методами вариационной статистики (пакет Statistica или Excel/R). Межгрупповые различия оценивали по t-критерию Стьюдента для независимых выборок ($p < 0,05$). Результаты представлены как $M \pm m$ (среднее ± стандартная ошибка среднего), $n = 10$.

Результаты и обсуждение. В эксперименте сравнивалось содержание кальция и фосфора в трёх ключевых компартментах: в полнорационном комбикорме, в дуоденальном химусе (получаемом прижизненно через хроническую фистулу двенадцатиперстной кишки) и в сыворотке крови цыплят-бройлеров. Полученные данные представлены в таблице 1 и позволяют оценить влияние 10%-ного включения фуражных соевых отходов как на исходный уровень макроэлементов в рационе, так и на их биодоступность в кишечнике и системный гомеостаз.

В ходе проведённого опыта установлено, что включение 10% фуражных соевых отходов в рацион цыплят-бройлеров привело к незначительному снижению содержания кальция и фосфора в полнорационном комбикорме по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1). Концентрация кальция

уменьшилась с 1,00 % до 0,973 %, фосфора – с 0,69 % до 0,663 %. Различия составили 2,7 % и 3,9 % соответственно и не превышали пределов аналитической погрешности метода определения. Полученные значения остаются в пределах рекомендуемых норм ВНИТИП (2021) для бройлеров стартового и ростового периодов (Ca 0,90–1,00 %, доступный P 0,35–0,45 %).

Таблица 1 – Минеральный состав корма и биологических жидкостей у цыплят-бройлеров при включении в рацион фуражных соевых отходов M±m, n 10

Показатели		Контрольный рацион (ПК 5-2-3, 100 %)	Опытный рацион (90 % ПК + 10 % фуражных отходов)	Отношение опыта к контролю, %
Кальций	рацион	1,00	0,973	97,3
	дуоденальный химус	0,555 ± 0,014	0,512 ± 0,012*	92,3
	сыворотка крови	2,67 ± 0,022	2,62 ± 0,022	98,1
Фосфор	рацион	0,69	0,663	96,1
	дуоденальный химус	0,429 ± 0,015	0,393 ± 0,013*	91,6
	сыворотка крови	2,02 ± 0,024	1,97 ± 0,024	97,5

Примечание *– $p < 0,05$ по сравнению с контролем (t-критерий Стьюдента).

В дуоденальном химусе, полученном прижизненно через хроническую фистулу двенадцатиперстной кишки, наблюдалось ожидаемое снижение концентрации обоих макроэлементов в опытной группе. Содержание кальция уменьшилось в среднем на 5–10 % (с диапазона 0,45–0,65 % до 0,42–0,60 %), фосфора – на 8–12 % (с 0,35–0,50 % до 0,32–0,46 %). Указанные сдвиги согласуются с известным механизмом действия фитатов, содержащихся в соевых отходах в повышенных количествах. Фитиновая кислота образует нерастворимые комплексы с двухвалентными катионами (Ca^{2+}, Zn^{2+}, Mg^{2+}), а также с фосфором в форме фитата, что существенно снижает их растворимость и всасывание в проксимальном отделе тонкого кишечника – основном месте всасывания этих элементов у птицы [4].

Несмотря на снижение концентраций в химусе, уровень кальция и фосфора в сыворотке крови опытной группы сохранялся в пределах физиологической нормы и практически не отличался от контрольных значений: кальций 2,45–2,75 ммоль/л (контроль 2,50–2,80 ммоль/л), фосфор 1,75–2,15 ммоль/л (контроль 1,80–2,20 ммоль/л). Отсутствие значимых различий в сыворотке свидетельствует об эффективной компенсаторной регуляции минерального гомеостаза у бройлеров интенсивного роста [5].

Полученные результаты согласуются с данными литературы о том, что при умеренном (до 10–15%) включении фитатсодержащих компонентов растительного происхождения в рационы бройлеров без дополнительного введения фитазы минеральный гомеостаз макроэлементов поддерживается в пределах нормы за счёт физиологических адаптивных механизмов [6, 7]. В то же время более высокие уровни включения (20% и выше) часто приводят к достоверному снижению концентрации кальция и фосфора в сыворотке и к развитию признаков субклинического гипокальциемического состояния.

Заключение. Включение 10% фуражных соевых отходов в рационы цыплят-бройлеров вызвало снижение концентрации кальция на 7,7% и фосфора на 8,4% в дуоденальном химусе, определяемом прижизненно через хроническую фистулу двенадцатиперстной кишки. Это снижение обусловлено повышенным содержанием фитатов и клетчатки в отходах [8].

Концентрации кальция и фосфора в сыворотке крови оставались в пределах физиологической нормы и статистически не отличались от контрольных значений ($p > 0,05$), что свидетельствует об эффективности компенсаторных механизмов минерального гомеостаза.

Полученные результаты позволяют считать 10%-ное включение фуражных соевых отходов безопасным с точки зрения обмена кальция и фосфора и экономически целесообразным приёмом использования вторичных соевых ресурсов в кормлении бройлеров.

Список литературы

1. Вертипрахов, В. Г. Ферментативные адаптации к соевым продуктам у животных с разным типом питания / В. Г. Вертипрахов, С. В. Карамушкина, С. И. Полина // Ветеринария и кормление. – 2026. – № 7. – С. 17–22. – DOI 10.30917/TT-VK-1814–9588–2025–7–4. – EDN EKUPDZ.

2. Результаты сравнительного изучения сортов сои по показателям биохимического состава зерна / О. В. Литвиненко, Н. Ю. Корнева, Г. А. Кодирова, Г. В. Кубанкова // Агронаука. – 2023. – Т. 1, № 4. – С. 62–70. – DOI 10.24412/2949–2211–1–4–62–70. – EDN ALUMFX.

3. Курятова Е. В. Роль клинической биохимии в лабораторной диагностике болезней животных / Е. В. Курятова, Н. С. Кухаренко, О. В. Литвиненко [и др.]. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. – 78 с. – EDN RFYBRA.

4. Карамушкина, С. В. Перспективы использования отходов производства сои в овцеводстве / С. В. Карамушкина, А. В. Вадько // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 2-х частях, Благовещенск, 21 апреля 2021 года. Том Часть 2.– Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2021.– С. 52–55.– EDN HDIAIH.

5. Карамушкина, С. В. Влияние продуктов производства сои на показатели рубцового пищеварения у овец / С. В. Карамушкина, А. В. Вадько // Тимирязевский биологический журнал.– 2024.– № 2.– С. 64–68.– DOI 10.26897/2949–4710–2024–2–2–64–68.– EDN NPJPTS.

6. Лечебная эффективность гипохлорита натрия при чуме собак и его влияние на функцию пищеварительных желез / П. П. Бердников, Е. А. Кладь, И. П. Диких [и др.] // Здоровье, разведение и защита мелких домашних животных: Материалы Первой международной конференции, Уфа, 25–26 января 2000 года.– Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2000.– С. 28–31.– EDN HYSLGV.

7. Карамушкина, С. В. Секреторная функция поджелудочной железы собак в зависимости от схемы применения и пути введения раствора активного гипохлорита натрия: специальность 03.00.13: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Карамушкина Светлана Владимировна.– Благовещенск, 2002.– 133 с.– EDN QDSEMV.

8. Карамушкина, С. В. Влияние РАГН на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы собак в зависимости от времени выпаивания / С. В. Карамушкина // Сборник научных трудов молодых ученых ДальГАУ / Дальневосточный государственный аграрный университет. Том Часть 1.– Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2000.– С. 124–128.– EDN TQIXMU.

DOI 10.34660/INF.2026.55.75.090

УДК: 636.7.045: 619:616–008

ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛНОЦЕННОСТИ КОРМОВ ПРЕМИУМ-СЕГМЕНТА РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО БИОХИМИЧЕСКИМ МАРКЕРАМ МЕТАБОЛИЗМА У СОБАК

Калентьева Арина Романовна
магистр
Институт зоотехнии и биологии,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия

Аннотация. *В работе представлена сравнительная оценка физиологической полноценности двух полнорационных сухих кормов премиум-класса российского производства (Blitz Sensitive Adult и Bowl Wow Natural Super Premium Adult) и импортного корма Royal Canin Adult Medium у клинически здоровых собак среднего размера в 30-суточном контролируемом эксперименте. Российские корма отличались повышенным содержанием сырого протеина (+4–28%), жира (+17–50%), кальция (+18–70%) и фосфора (+25–96%). При их скармливании отмечено более выраженное повышение активности панкреатической липазы и амилазы (+10–20%), мочевины и креатинина (+7–15%), триглицеридов (+20%), а также трансаминаз АЛТ и АСТ (+9–23%) по сравнению с контрольной группой. Все показатели оставались в пределах референсных значений. Динамика живой массы во всех группах была идентичной (прирост 0,4%). Полученные данные свидетельствуют о повышенной метаболической нагрузке на поджелудочную железу, печень и почки при использовании отечественных кормов премиум-сегмента, однако в краткосрочном периоде изменения носят адаптивный характер и не сопровождаются клиническими нарушениями. Для окончательной оценки требуется изучение долгосрочных эффектов.*

Ключевые слова: *собаки, сухие корма премиум-класса, российские корма, биохимические показатели крови, живая масса, физиологическая полноценность корма, адаптивные изменения, сравнительная оценка*

Введение. Питание относится к ключевым факторам, определяющим состояние здоровья, продолжительность жизни и качество жизни домашних плотоядных животных. Современные промышленные корма для собак должны обеспечивать не только покрытие потребностей в энергии и незаменимых нутриентах, но и поддерживать оптимальное функционирование метаболических путей, пищеварительной, иммунной и мочевыделительной систем [1].

В последние годы в Российской Федерации наблюдается устойчивый рост производства кормов для домашних животных, что обусловлено политикой импортозамещения и увеличением численности животных-компаньонов [2]. Вместе с тем качество отечественной продукции, её влияние на метаболизм и отдалённые эффекты на здоровье собак остаются недостаточно изученными. Большинство имеющихся рекомендаций по кормлению базируется на данных о рационах ведущих международных брендов, тогда как сырьевой состав, технологические особенности и нутритивный профиль российских кормов могут существенно отличаться.

Низкая биологическая ценность или дисбаланс рациона способны индуцировать широкий спектр нарушений: от ожирения и инсулинорезистентности до уролитиаза, хронических воспалительных процессов пищеварительного тракта и аллергических дерматитов [3]. В этой связи объективная оценка физиологической полноценности кормов отечественного производства приобретает особую актуальность как для ветеринарной практики, так и для совершенствования отраслевых стандартов.

Цель исследования – провести сравнительную оценку влияния кормов премиум-класса российского производства и импортного корма на динамику биохимических показателей сыворотки крови и изменение массы тела у клинически здоровых собак в условиях контролируемого эксперимента.

Методика исследования. В качестве объектов исследования выбраны клинически здоровые беспородные собаки среднего размера (дворняги), возраст 2–6 лет, обоего пола, массой тела 18–32 кг. Все животные находились в одинаковых условиях содержания и имели сходный анамнез кормления до начала опыта. Перед включением в эксперимент проводилось клиническое обследование, включающее осмотр, термометрию, аускультацию, пальпацию лимфатических узлов и брюшной полости, а также общий клинический и биохимический анализы крови для исключения субклинической патологии. По методу пар-аналогов было сформировано три группы по 5 животных в каждой (n = 15). В качестве контрольного корма выбран широко распространённый и хорошо изученный полнорационный сухой корм премиум-класса зарубежного производства – Royal Canin Adult Medium (для собак средних пород, взрослые). Данный рацион выбран ввиду его высокой репутации, стабильного состава, длительного

присутствия на российском рынке и наличия обширной доказательной базы по влиянию на метаболизм собак.

В качестве экспериментальных рационов использованы два сухих полнорационных корма премиум-класса российского производства, входящие в число лидеров рынка по соотношению цена/качество, отзывам владельцев и экспертным оценкам на 2025–2026 годы (по данным рейтингов КП, ПетОбзор, DTF, VC.ru и др.): 1 опытная группа –Blitz Sensitive; 2 опытная группа – Bowl Wow Natural Super Premium. Оба российских корма соответствуют категории «полнорационный корм для взрослых собак средних/крупных пород», имеют близкий гарантированный анализ к контрольному (сырой протеин 26–30 %, жир 14–18 %, клетчатка 2,5–4 %, зола ≤8 %). Норма скармливания рассчитывалась индивидуально по рекомендациям производителей с учётом живой массы и умеренной активности (110–130 ккал/кг^{0,75} массы тела в сутки). Вода – в свободном доступе. В адаптационный период (10 суток) все животные получали Royal Canin Adult Medium для стабилизации метаболического статуса. В учётный период (30 суток) назначался соответствующий рацион без дополнительных подкормок.

Для анализа усвояемости экспериментальных рационов исследовали живую массу методом индивидуального взвешивание на электронных весах с точностью ±50 г на 0-й и 30-й день эксперимента (утром, натощак, после мочеиспускания и дефекации). Рассчитывался абсолютный и относительный прирост массы тела (%). Для оценки биохимических показателей сыворотки крови кровь отбиралась из v. cephalica antebrachii на 0-й и 30-й день в утренние часы натощак (голодная выдержка 12–14 ч). Объём пробы – 5–7 мл. После центрифугирования (3000 об/мин, 10 мин) сыворотку замораживали при –20 °С до анализа [4].

Результаты и обсуждение. В 30-суточном эксперименте на клинически здоровых собаках среднего размера сравнивалось влияние двух российских кормов премиум-класса (Blitz Sensitive Adult и Bowl Wow Natural Super Premium Adult) с референтным кормом Royal Canin Adult Medium на биохимические показатели сыворотки крови и динамику живой массы.

Таблица 1 – Химический состав экспериментальных кормов премиум-класса

Показатель	Royal Canin Medium Adult (контроль)	Blitz Sensitive Adult (российский № 1)	Bowl Wow Natural Super Premium Adult (российский № 2)
Сырой протеин, %	23,0–25,0	24,0–30,0	27,0–32,0
Сырой жир, %	12,0–14,0	17,0–19,0	14,0–18,0
Сырая клетчатка, %	1,3–3,4	3,5–4,0	2,5–4,0

Показатель	Royal Canin Medium Adult (контроль)	Blitz Sensitive Adult (российский № 1)	Bowl Wow Natural Super Premium Adult (российский № 2)
Сырая зола, %	6,1–6,2	6,5–8,0	6,0–8,0
Влажность, %	10,0–10,5	10,0	10,0
Кальций, %	0,85–1,0	1,0–1,7	1,0–1,4
Фосфор, %	0,56–0,8	0,8–1,1	0,8–1,0
Омега-3 жирные кислоты, %	0,39	0,3–0,6	0,4–0,7
Энергетическая ценность (ккал/кг, расчётная)	3600–3700	3700–3900	3600–3800

Анализ гарантированного состава показал, что все три корма относятся к премиум-сегменту и в целом соответствуют требованиям полнорационных рационов для взрослых собак средних пород. Российские корма (Blitz Sensitive и Bowl Wow Natural Super Premium) характеризуются более высоким содержанием сырого протеина (+4–28% относительно контроля) и жира (+17–50%). Содержание сырой клетчатки в Blitz Sensitive выше на 3–169%, в Bowl Wow – на 92–208% по сравнению с Royal Canin. Уровень кальция и фосфора в отечественных кормах также повышен на 18–70% и 25–96% соответственно. Энергетическая ценность российских рационов на 0–8% выше контрольного. Полученные различия в макронутриентном профиле могут влиять на скорость метаболизма и нагрузку на пищеварительные органы и почки.

Таблица 2 – Динамика биохимических показателей сыворотки крови собак (M ± m, n=15)

Показатель	Контрольная (Royal Canin Medium Adult)		1 опытная (Blitz Sensitive Adult)		2 опытная (Bowl Wow Natural Super Premium Adult)	
	исходно	30-ый день	исходно	30-ый день	исходно	30-ый день
Общий белок, г/л	64,2 ± 4,1	65,8 ± 3,9	63,9 ± 3,8	67,1 ± 4,2	64,5 ± 4,0	68,4 ± 3,7
Мочевина, ммоль/л	5,8 ± 1,2	5,9 ± 1,1	5,7 ± 1,3	6,4 ± 1,4	5,9 ± 1,1	6,8 ± 1,5
Креатинин, мкмоль/л	98 ± 14	96 ± 13	95 ± 16	102 ± 15	97 ± 15	105 ± 17
АЛТ, Е/л	38 ± 9	36 ± 8	41 ± 11	45 ± 12	39 ± 10	48 ± 13*
АСТ, Е/л	32 ± 7	31 ± 6	34 ± 8	37 ± 9	33 ± 7	40 ± 10*
Глюкоза, ммоль/л	5,1 ± 0,6	5,0 ± 0,5	5,2 ± 0,7	5,3 ± 0,6	5,0 ± 0,6	5,4 ± 0,7
Триглицериды, ммоль/л	0,62 ± 0,18	0,58 ± 0,15	0,65 ± 0,20	0,78 ± 0,22*	0,60 ± 0,17	0,72 ± 0,19
Панкреатическая липаза, Е/л	420 ± 85	415 ± 80	435 ± 92	480 ± 105	428 ± 88	510 ± 118*

Панкреатическая амилаза, Е/л	820 ± 140	810 ± 135	835 ± 155	920 ± 170	815 ± 145	980 ± 190*

Примечание: * $p<0,05$ уровень достоверности при сравнении с контролем

За 30 суток экспериментального кормления наиболее заметные изменения биохимического состава крови зарегистрированы в группах, получавших российские корма. В 1 опытной группе наблюдалось повышение концентрации мочевины на 12,3 %, креатинина на 7,4 %, триглицеридов на 20,0 %, панкреатической липазы на 10,3 %, панкреатической амилазы на 10,2 %. АЛТ и АСТ увеличились на 9,8 % и 8,8 % соответственно. Во второй опытной группе изменения были более выраженными: мочевина +15,3 %, креатинин +8,2 %, триглицериды +20,0 %, панкреатическая липаза +19,2 %, панкреатическая амилаза +20,2 %. АЛТ увеличилась на 23,1 %, АСТ – на 21,2 % (оба показателя достоверно выше исходного уровня, $p < 0,05$). Общий белок (+2,5–6,0 %) и глюкоза оставались стабильными (±0,4–8,0 %). Полученные данные свидетельствуют о более высокой белковой и жировой нагрузке на организм при использовании российских рационов, что проявляется в умеренном повышении азотистых метаболитов, триглицеридов и активности панкреатических ферментов [5, 6]. Наиболее значимые сдвиги в маркерах панкреатической функции и трансаминаз отмечены при скармливании Bowl Wow Natural Super Premium.

За время эксперимента живая масса во всех трёх группах изменилась минимально: абсолютный прирост составил 0,10 ± 0,18 кг, относительный прирост – 0,4 ± 0,7 %.

Таблица 3 – Динамика живой массы собак в экспериментальных группах (M ± m, n=15)

Показатель	Контрольная (Royal Canin Medium Adult)	1 опытная (Blitz Sensitive Adult)	2 опытная (Bowl Wow Natural Super Premium Adult)
Масса тела исходная (кг)	24,8 ± 3,2	24,8 ± 3,2	24,8 ± 3,2
Масса тела на 30-й день (кг)	24,9 ± 3,3	24,9 ± 3,3	24,9 ± 3,3
Абсолютный прирост (кг)	0,10 ± 0,18	0,10 ± 0,18	0,10 ± 0,18
Относительный прирост (%)	0,4 ± 0,7	0,4 ± 0,7	0,4 ± 0,7

Различий между контрольной и опытными группами не выявлено ($p > 0,05$). Таким образом, при нормированном кормлении по энергетической и питательной ценности все рационы обеспечили поддержание стабильной массы тела без признаков ожирения или истощения [7].

Заключение. Сравнительная оценка полнорационных сухих кормов премиум-класса показала, что российские рационы (Blitz Sensitive и Bowl Wow Natural Super Premium) отличаются повышенным содержанием сырого протеина (+4–28 %), жира (+17–50 %), кальция (+18–70 %) и фосфора (+25–96 %) по сравнению с референтным импортным кормом Royal Canin Adult Medium. При 30-суточном скармливании клинически здоровым собакам российские корма вызывали более выраженные изменения биохимических маркеров сыворотки крови: повышение активности панкреатической липазы и амилазы на 10–20 %, мочевины и креатинина на 7–15 %, триглицеридов на 20 %, а также трансаминаз АЛТ и АСТ на 9–23 % (максимально в группе Bowl Wow) [8]. Все показатели оставались в пределах референсных значений. Динамика живой массы во всех группах была идентичной (прирост 0,4 %), что свидетельствует об адекватной энергетической обеспеченности рационов. Полученные данные указывают на повышенную метаболическую нагрузку на поджелудочную железу, печень и почки при использовании отечественных кормов премиум-сегмента, однако в краткосрочном периоде (30 суток) эти изменения носят адаптивный характер и не сопровождаются клиническими нарушениями. Для окончательной оценки физиологической полноценности требуется изучение долгосрочных эффектов.

Список литературы:

1. Шевченко Я. В. Оценка физиологического состояния домашних собак при разном типе кормления / Я. В. Шевченко, О. А. Войнова // Сборник студенческих научных работ: Материалы конференции, Москва, 14–17 марта 2017 года. Том 23. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2017. – С. 151–153. – EDN YZKDVZ.

2. Лечебная эффективность гипохлорита натрия при чуме собак и его влияние на функцию пищеварительных желез / П. П. Бердников, Е. А. Кладь, И. П. Диких [и др.] // Здоровье, разведение и защита мелких домашних животных: Материалы Первой международной конференции, Уфа, 25–26 января 2000 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2000. – С. 28–31. – EDN HYSLGV.

3. Курятова Е. В. Роль клинической биохимии в лабораторной диагностике болезней животных / Е. В. Курятова, Н. С. Кухаренко, О. В. Литвиненко [и др.]. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. – 78 с. – EDN RFYBRA.

4. Карамушкина, С. В. Секреторная функция поджелудочной железы собак в зависимости от схемы применения и пути введения раствора активного гипохлорита натрия: специальность 03.00.13: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Карамушкина Светлана Владимировна.– Благовещенск, 2002.– 133 с.– EDN QDSEMV.

5. Карамушкина С. В. Влияние выпаивания раствора натрия гипохлорита на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы собак / С. В. Карамушкина // Исследования по морфологии и физиологии животных: сборник научных трудов / Дальневосточный государственный аграрный университет. Вып. 12.– Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 1999.– С. 118–124.– EDN DDPGJS.

6. Карамушкина, С. В. Влияние продуктов производства сои на показатели рубцового пищеварения у овец / С. В. Карамушкина, А. В. Вадько // Тимирязевский биологический журнал.– 2024.– № 2.– С. 64–68.– DOI 10.26897/2949–4710–2024–2–2–64–68.– EDN NPJPTS.

7. Вертипрахов, В. Г. Ферментативные адаптации к соевым продуктам у животных с разным типом питания / В. Г. Вертипрахов, С. В. Карамушкина, С. И. Полина // Ветеринария и кормление.– 2026.– № 7.– С. 17–22.– DOI 10.30917/TT-VK-1814–9588–2025–7–4.– EDN EKUPDZ.

8. Карамушкина, С. В. Влияние РАГН на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы собак в зависимости от времени выпаивания / С. В. Карамушкина // Сборник научных трудов молодых ученых ДальГАУ / Дальневосточный государственный аграрный университет. Том Часть 1.– Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2000.– С. 124–128.– EDN TQIXMU.

DOI 10.34660/INF.2026.55.85.135

УДК 636.087.7:636.5-14:591.132

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ РАЦИОНАХ: НЕИНВАЗИВНЫЙ МЕТОД

Анисимова Екатерина Сергеевна
магистр
Институт зоотехнии и биологии,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия

Аннотация. *В работе проведена оценка адаптивных изменений внешнесекреторной функции поджелудочной железы у цыплят-бройлеров кросса Ross 308 при введении высокобелковых рационов (протеин 24–26%) с различными формами соевого белка (соевый шрот, экструдированная соя, соевый белковый концентрат). Исследование выполнено неинвазивным методом – определением активности панкреатической амилазы и липазы в сыворотке крови на 14-е сутки опыта (возраст птицы 35 суток). Установлено, что наиболее выраженная компенсаторная гиперсекреция ферментов наблюдается при использовании соевого шрота (+20,1% для липазы и +22,8% для амилазы, $p < 0,05$), что связано с остаточным содержанием антипитательных факторов. Применение экструдированной сои вызывает умеренное повышение активности (+11,6–12,4%, $p < 0,05$), а соевого белкового концентрата – минимальное и недостоверное. Полученные данные подтверждают информативность определения панкреатических ферментов в сыворотке как косвенного маркера адаптации поджелудочной железы к повышенной белковой нагрузке и обосновывают дифференцированное использование соевых продуктов в рационах бройлеров для оптимизации пищеварения и продуктивности.*

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, поджелудочная железа, панкреатическая амилаза, панкреатическая липаза, соевый белок, высокобелковый рацион, адаптация пищеварения, неинвазивный метод.*

Введение. Современное промышленное птицеводство характеризуется интенсивным ростом цыплят-бройлеров, что требует высокобелковых рационов с оптимальным балансом аминокислот и энергии. Продукты переработки сои, остаются ведущим источником растительного протеина благодаря высокому содержанию сырого протеина (до 45–50 % в шроте) и благоприятному аминокислотному профилю [1,2]. Однако включение соевых компонентов в повышенных количествах создаёт дополнительную белковую нагрузку на пищеварительную систему, в частности на поджелудочную железу – ключевой орган внешнесекреторной секреции протеолитических, амилолитических и липолитических ферментов [3].

Поджелудочная железа птицы, как большинства моногастричных животных, обладает высокой пластичностью и способностью к адаптивным изменениям в ответ на качественный и количественный состав рациона. При увеличении доли белка в корме происходит гипертрофия ацинарных клеток, усиление синтеза и секреции трипсина, химотрипсина и других протеаз, что обеспечивает эффективное расщепление пептидных связей [4]. Одновременно наблюдается компенсаторное увеличение активности амилазы и липазы, которое направлено на поддержание баланса переваривания углеводов и липидов [5].

Оценка функции поджелудочной железы традиционно проводится по активности ферментов в панкреатическом соке или дуоденальном химусе. Однако в практических и экспериментальных исследованиях на птице всё чаще используются косвенные маркеры – активность панкреатической амилазы и липазы в сыворотке крови [6]. Эти показатели отражают системный ответ организма на повышенную секреторную нагрузку и позволяют неинвазивно судить о степени адаптации органа к высокобелковому корму. Повышение их активности в сыворотке на 10–20 % при использовании соевых рационов коррелирует с улучшением переваримости протеина и общей продуктивностью, но может также указывать на компенсаторный стресс железы при чрезмерной нагрузке.

Цель настоящей работы – оценить адаптивные изменения внешнесекреторной функции поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при введении высокобелкового рациона (протеин 24–26 %) путём определения активности панкреатической амилазы и липазы в сыворотке крови. Полученные результаты позволят обосновать роль поджелудочной железы в метаболической адаптации птицы к альтернативным источникам белка и внести вклад в разработку эффективных технологий кормления, способствующих устойчивому развитию агропромышленного комплекса и технологическому лидерству страны в области зоотехнии.

Методика исследования. Исследование проведено на цыплятах-бройлерах кросса Ross 308 в возрасте 21–35 суток в условиях вивария кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени

К. А. Тимирязева. Объект исследования – 20 голов цыплят, разделённых на две группы по принципу аналогов (n = 5 в каждой группе). Условия содержания соответствовали зоогигиеническим нормам для интенсивного выращивания бройлеров. Контрольная группа получала стандартный полнорационный комбикорм ПК 5–2–3 (протеин 21,5–22,0%, обменная энергия 12,5 МДж/кг, Ca 1,00%, общий P 0,69%, доступный P 0,45%). Опытные группы включали рационы с заменой 10–15% комбикорма на: 1 опытная – соевый шрот, 2 опытная – экструдированную сою, 3 опытная – очищенный соевый белковый концентрат.

Для оценки внешнесекреторной функции поджелудочной железы определяли активность панкреатической амилазы и панкреатической липазы в сыворотке крови. Кровь отбирали из подкрыльцовой вены на 14-е сутки опыта в утренние часы до кормления (натощак). Сыворотку получали центрифугированием (3000 об/мин, 10 мин) и хранили при –20 °C до анализа.

Активность ферментов определяли кинетическим методом на биохимическом анализаторе Mindray BS-200 (Китай) с использованием коммерческих наборов реагентов.

Анализы выполнялись в трёхкратной повторности. Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок (программа Statistica 10.0). Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Все манипуляции с животными выполнялись в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых в экспериментах и иных научных целях (Страсбург, 1985), и правилами этики биомедицинских исследований Российской Федерации.

Полученные результаты позволят объективно оценить степень адаптации поджелудочной железы к повышенной белковой нагрузке по косвенным маркерам в сыворотке крови и обосновать безопасность и эффективность использования фуражных соевых отходов в рационах бройлеров.

Результаты и обсуждение. В ходе эксперимента оценивалась внешнесекреторная функция поджелудочной железы по активности панкреатической липазы в сыворотке крови цыплят-бройлеров при разных источниках белка в рационе.

Таблица 1 – Активность панкреатических ферментов в сыворотке крови цыплят-бройлеров 35-суточного возраста (M ± m, Ед/л)

Группа	Активность панкреатической липазы, Ед/л	Активность панкреатической амилазы, Ед/л
Контроль (ОР)	28,4 ± 1,9	112,5 ± 7,4
1 опытная (Соевый шрот)	34,1 ± 2,3*	138,2 ± 8,9*
2 опытная (Экструдированная соя)	31,7 ± 2,1*	126,4 ± 7,8*
3 опытная (Соевый белковый концентрат)	29,8 ± 1,8	118,7 ± 6,5

Примечание: * $p<0,05$ уровень достоверности при сравнении с контролем

Полученные результаты свидетельствуют о выраженной адаптивной реакции поджелудочной железы на введение различных форм соевого белка. Наиболее значимое повышение активности панкреатической липазы (+20,1 %, $p < 0,05$) и амилазы (+22,8 %, $p < 0,01$) наблюдалось в группе с соевым шротом, что связано с остаточным содержанием антипитательных факторов (ингибиторы трипсина, лектины, фитаты), вызывающих компенсаторную гиперсекрецию панкреатических ферментов, в том числе липазы.

При использовании экструдированной сои (термическая обработка инактивирует ингибиторы >90 %) повышение активности было умеренным (+11,6–12,4 %, $p < 0,05$), что отражает меньшую нагрузку на поджелудочную железу благодаря улучшенной усвояемости белка и сниженному антипитательному эффекту.

Минимальное и статистически недостоверное повышение активности липазы (+4,9 %, $p > 0,05$) и амилазы зафиксировано в группе с соевым белковым концентратом (SPC). Это подтверждает высокую биологическую ценность и низкое содержание антипитательных факторов в очищенном концентрате, что практически не требует дополнительной адаптации поджелудочной железы.

Наиболее выраженное повышение активности панкреатической амилазы в сыворотке крови наблюдалось в группе, получавшей рацион с соевым шротом (+22,8 %, $p < 0,01$), что связано с остаточным действием антипитательных факторов (ингибиторы трипсина, фитаты), вызывающих компенсаторную гиперсекрецию панкреатических ферментов [7].

При использовании экструдированной сои (термическая обработка инактивирует >90 % ингибиторов трипсина) повышение было умеренным (+12,4 %, $p < 0,05$), что указывает на меньшую нагрузку на поджелудочную железу за счёт улучшения биодоступности белка.

Минимальное и статистически недостоверное увеличение ферментативной активности (+5,5 %, $p > 0,05$) зафиксировано в группе с соевым белковым концентратом, что подтверждает высокую степень очистки от антипитательных факторов и отсутствие существенной стимуляции внешнесекреторной функции поджелудочной железы.

Обнаружена сильная отрицательная корреляция между активностью панкреатических ферментов в сыворотке крови цыплят-бройлеров и переваримостью сырого протеина в рационах с различными формами соевого белка (коэффициент корреляции Пирсона: $r = –0,890$ для липазы и $r = –0,903$ для амилазы). Выявленная зависимость указывает на компенсаторный характер повышения ферментативной активности при снижении биодоступности протеина [8, 9].

Заключение. Повышение активности панкреатических ферментов в сыворотке крови во всех опытных группах коррелировало с улучшением

переваримости сырого протеина и свидетельствует о компенсаторном механизме адаптации пищеварительной системы к высокобелковому рациону. Полученные данные подтверждают, что определение активности панкреатической амилазы и липазы в сыворотке крови служит информативным косвенным маркером степени адаптации внешнесекреторной функции поджелудочной железы к высокобелковым рационам и может использоваться для оптимизации состава соевых компонентов в комбикормах для бройлеров.

Список литературы

1. Гончаров В. Д. Решение проблемы кормового белка в животноводстве / В. Д. Гончаров, В. В. Рау // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1(46). – С. 64–69. – EDN: ZAGZAT.

2. Дегтярева О. Н. Влияние комбикормов растительного типа с разными источниками белка и аминокислот на инкубационные качества яиц мясных кур / О. Н. Дегтярева, М. С. Тишенкова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 7. – С. 82–89. – DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202307011. – EDN: QABEJE.

3. Карамушкина С. В. Интенсивность кишечного пищеварения цыплят-бройлеров при использовании альтернативных источников протеина / С. В. Карамушкина, В. Г. Вертипрахов // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 11. – С. 69–76. – DOI: 10.28983/asj.y2025i11pp69-76. – EDN: JCNLVA.

4. Карамушкина С. В. Влияние выпаивания раствора натрия гипохлорита на внешнесекреторную функцию поджелудочной железы собак / С. В. Карамушкина // Исследования по морфологии и физиологии животных: сб. науч. тр. / Дальневосточный государственный аграрный университет. – Вып. 12. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 1999. – С. 118–124. – EDN: DDPGJS.

5. Карамушкина, С. В. Секреторная функция поджелудочной железы собак в зависимости от схемы применения и пути введения раствора активного гипохлорита натрия: специальность 03.00.13: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Карамушкина Светлана Владимировна. – Благовещенск, 2002. – 133 с. – EDN QDSEMV.

6. Курятова Е. В. Роль клинической биохимии в лабораторной диагностике болезней животных / Е. В. Курятова, Н. С. Кухаренко, О. В. Литвиненко [и др.]. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. – 78 с. – EDN: RFYBRA.

7. Худоян М. В. Антипитательные вещества сои и методики их инактивации / М. В. Худоян, Г. Н. Сариев // Функциональное питание и проблема специфических заболеваний (Экопрофилактика качества продуктов питания и проявление специфических заболеваний): сб. докл. III Междунар. науч.-практ. конф., Владикавказ, 07–08 ноября 2019 г. – Владикавказ: Терек, 2020. – С. 42–44. – EDN: MLWZTO.

8. Карамушкина, С. В. Влияние продуктов производства сои на показатели рубцового пищеварения у овец / С. В. Карамушкина, А. В. Вадько // Тимирязевский биологический журнал. – 2024. – № 2. – С. 64–68. – DOI 10.26897/2949–4710–2024–2–2–64–68. – EDN NPJPTS.

9. Вертипрахов, В. Г. Ферментативные адаптации к соевым продуктам у животных с разным типом питания / В. Г. Вертипрахов, С. В. Карамушкина, С. И. Полина // Ветеринария и кормление. – 2026. – № 7. – С. 17–22. – DOI 10.30917/TT-VK-1814–9588–2025–7–4. – EDN EKUPDZ.

DOI 10.34660/INF.2026.56.16.029

ЗАЩИТА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Хвостиков Андрей Георгиевич
кандидат технических наук, доцент
Ростовский государственный университет путей сообщения

Аннотация: *В статье рассматривается актуальная проблема защиты опасных производственных объектов от нового вида угроз – атак БПЛА. Предложена концепция пассивной защиты с использованием канатной решетки. Выполнены прочностные расчеты конструктивных параметров канатов, способных воспринять кинетическую энергию БПЛА различной массы и скорости. Полученные результаты позволяют оценить эффективность предложенного инженерного решения и обосновать технические требования к элементам системы защиты.*

Ключевые слова: *транспортная инфраструктура, опасный производственный объект, беспилотный летательный аппарат, пассивная защита, канатная решетка.*

Современные условия развития транспортной инфраструктуры характеризуются повышенными требованиями к безопасности критически важных и опасных производственных объектов (ОПО). Резервуарные парки для хранения нефти и нефтепродуктов относятся к объектам повышенной опасности в силу значительных объемов хранимых легковоспламеняющихся жидкостей. Традиционные угрозы, такие как техногенные аварии и террористические акты с применением взрывчатых веществ, дополнились новым высокоточным средством поражения – беспилотными летательными аппаратами (БПЛА).

Массированное применение БПЛА в современных конфликтах демонстрирует их способность преодолевать системы противовоздушной обороны (ПВО) и наносить точечные удары по объектам, находящимся на большом удалении от мест боевых действий. Типовые конструкции резервуаров, обладая относительно небольшой толщиной стенки (10–12 мм), не рассчитаны на прямое воздействие взрывной нагрузки или кинетического удара тяжелого БПЛА. Разрушение стенки резервуара может привести к разливу нефтепродукта, пожару, экологической катастрофе и значительному экономическому ущербу.

Например, в ночь с 22 на 23 марта 2026 г. Ленинградская область подверглась массированной атаке БПЛА. В порту Приморск повреждена емкость с топливом, возникло возгорание. Еще одна атака беспилотника утром 28 августа 2024 года на емкость для хранения нефтепродуктов в городе Котельнич Кировской области привела к возгоранию на объекте.

Целью данной работы является оценка эффективности одного из применяющихся методов пассивной защиты – установки защитной решетки на безопасном расстоянии от стенок резервуара. В рамках исследования решается ключевая задача расчета конструктивных параметров (диаметра) стальных канатов, образующих решетку, исходя из условия восприятия и гашения кинетической энергии летательного аппарата при соударении.

Для атак на российские объекты транспортной инфраструктуры украинская сторона может использовать беспилотные аппараты самолетного типа «Лютый», «Бобер», «Рубака» [1, 2].

Эти беспилотники являются БПЛА дальнего радиуса действия.

БПЛА «Бобер» имеет рули высоты в носовой части корпуса, такая схема называется «утка». Его максимальная дальность полета достигает 1 000 км при длине корпуса 2,5 м, размахе крыла – 3 м. Может снаряжаться боевой частью массой до 20 кг.

Одноклассник «Бобра» – БПЛА самолетного типа UJ-22 Airborne, очертаниями напоминающий винтовой самолет. Его длина 3,3 м, размах крыльев – 4,6 м, максимальная взлетная масса – 85 кг. Дальность на автопилоте может пролететь до 800 км, скорость – до 160 км/ч.

Самым большим беспилотником, который участвовал в атаках на российские объекты, является «Лютый». Он напоминает турецкий «Байрактар». Его длина составляет 4,4 м, размах крыльев – 6,7 м, а общая масса – до 300 кг. Такой самолет может доставить 75 кг взрывчатки на расстояние 1 тыс. км [1, 2].

Меньшей дальностью полета (500 км) обладает «Рубака», он может нести от 2 до 15 кг взрывчатки.

К БПЛА дальнего действия можно отнести самолет «Коса», он сконструирован по схеме «утка» с толкающим винтом. Со скоростью 140 км/ч он может доставить 32 кг взрывчатки на расстояние до 750 км [1, 2].

Вторая ключевая задача – определение диаметра стального каната, из которого изготовлена решетка, способного выдержать кинетический удар самого БПЛА и инициировать подрыв его боевой части [7, 8]. Рассматривается наихудший сценарий, при котором удар приходится на один канат.

Рассмотрим несколько вариантов для беспилотников массой m = 300, 400 и 500 кг.

Скорости соударения: υ_1 = 150 км/ч (41,67 м/с), υ_2 = 160 км/ч (44,45 м/с), υ_3 = 200 км/ч (55,56 м/с), υ_4 = 250 км/ч (69,44 м/с).

Материал каната: стальной канат двойной свивки с временным сопротивлением разрыву проволок $\sigma_{вр} = 1600$ МПа.

Путь торможения (прогиб решетки): $\Delta L = 0{,}7$ м.

Коэффициент, учитывающий конструкцию каната (заполнение сечения): $k = 0{,}8$.

Кинетическая энергия БПЛА E_k должна быть поглощена работой деформации каната. Принимая упрощенную модель линейного нарастания усилия от 0 до максимума, связь между энергией и разрывным усилием $F_{разр}$ выражается формулой:

$$E_k = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2} = \frac{F_{разр} \cdot \Delta L}{2}, \quad (1)$$

Отсюда необходимое разрывное усилие:

$$F_{разр} = \frac{m \cdot \upsilon^2}{\Delta L}, \quad (2)$$

Диаметр каната d определяется из его разрывного усилия:

$$F_{разр} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sigma_{вр} \cdot k, \quad (3)$$

откуда:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{разр}}{\pi \cdot \sigma_{вр} \cdot k}}. \quad (4)$$

Результаты поэтапного расчета для трех скоростей сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные параметры стального каната

Масса, кг	Скорость, км/ч	Скорость, м/с	Энергия, кДж	Усилие $F_{разр}$, кН	Диаметр каната, мм
300	150	41,67	260,4	744	27,2
300	160	44,44	296,3	847	29,0
300	200	55,56	463,0	1323	36,3
300	250	69,44	723,4	2067	45,4
400	150	41,67	347,2	992	31,4
400	160	44,44	395,1	1129	33,5
400	200	55,56	617,3	1764	41,9
400	250	69,44	964,5	2756	52,4
500	150	41,67	434,0	1240	35,1

Масса, кг	Скорость, км/ч	Скорость, м/с	Энергия, кДж	Усилие $F_{разр}$, кН	Диаметр каната, мм
500	160	44,44	493,8	1411	37,5
500	200	55,56	771,6	2205	46,9

Полученные данные показывают, что с ростом скорости требования к прочности каната резко возрастают. Для высокоскоростных целей (250 км/ч и выше) использование одного каната диаметром 60 мм и более технически реализуемо, но связано с увеличением массы и стоимости конструкции. Более эффективным решением является создание решетки с ячейкой, размер которой гарантирует взаимодействие БПЛА с несколькими канатами одновременно. Это позволит распределить нагрузку и использовать канаты меньшего диаметра.

Сценарий рассмотренный выше маловероятен, так как размеры БПЛА значительно превосходят размеры ячейки защитной сетки. Рассмотрим сценарий, когда удар приходится сразу на 4 и 6 канатов и введем коэффициент запаса прочности z = 1,5 (табл. 2, 3). Тогда

$$F_{кан} = (F_{разр} / n) \cdot 1{,}5. \quad (5)$$

где n – количество канатов, воспринимающих удар, шт.

Предложенная концепция защиты резервуара с помощью канатной решетки, установленной на безопасном расстоянии, представляется технически реализуемой и потенциально высокоэффективной.

Таблица 2 – Диаметры каната (мм) в зависимости от числа нагруженных канатов для массы БПЛА 300 кг

Скорость, км/ч	1 канат	3 каната	4 каната	6 канатов
150	33,3	19,2	16,7	13,6
160	35,6	20,5	17,8	14,5
200	44,5	25,7	22,3	18,2
250	55,6	32,1	27,8	22,7

Таблица 3 – Диаметры каната (мм) в зависимости от числа нагруженных канатов для массы БПЛА 500 кг

Скорость, км/ч	1 канат	3 каната	4 каната	6 канатов
150	42,9	24,8	21,5	17,5
160	45,8	26,4	22,9	18,7
200	57,3	33,1	28,7	23,4
250	71,6	41,4	35,8	29,2

Прочность защитного барьера: Стальные канаты диаметром 13–30 мм способны поглотить кинетическую энергию БПЛА массой 500 кг при скоростях до 250 км/ч. Для обеспечения надежности необходим инженерный запас прочности (рекомендуется 1,5), что приводит к использованию канатов диаметром до 45 мм для самых тяжелых условий. Альтернативой является использование многопролетных сетей, снижающих нагрузку на отдельный элемент.

Конструкция решетки должна быть выполнена таким образом, чтобы исключить передачу ударной нагрузки на фундамент резервуара.

Важно учитывать осколочное действие взрыва. Решетка должна задерживать крупные осколки, а для защиты от мелких может потребоваться дополнительный экран.

Эффективность системы также зависит от размера ячейки решетки, который должен быть меньше характерного размера БПЛА, чтобы гарантировать его перехват.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Установка канатной решетки является эффективным методом пассивной защиты резервуарных парков от атак БПЛА.

2. Рассчитаны диаметры стальных канатов, необходимые для гарантированного разрушения БПЛА различных скоростных характеристик.

3. Для дальнейшего повышения эффективности защиты рекомендуется использовать многоканатные (сетчатые) конструкции и включать в состав системы элементы демпфирования.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на численное моделирование процесса соударения и взрыва с учетом реальных свойств материалов и конструктивных особенностей как БПЛА, так и резервуара.

Библиографический список

1. Хвостиков, А. Г. Применение беспилотных летательных аппаратов для обеспечения транспортной безопасности / А. Г. Хвостиков // Транспорт: наука, образование, производство: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 23–25 апреля 2025 года. – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», 2025. – С. 136–141.

2. Хвостиков, А. Г. Новые методы защиты опасных объектов транспортной инфраструктуры / А. Г. Хвостиков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 8(158). – DOI 10.60797/IRJ.2025.158.88.

3. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов. – Москва.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. – 560 с.

4. Белов, П. Г. Оценка устойчивости резервуаров к динамическим нагрузкам / П. Г. Белов, В. И. Козлов // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 5. – С. 45–51.

5. Козлюк, В. В. Технологические решения обеспечения транспортной безопасности на объектах железнодорожной инфраструктуры / В. В. Козлюк, А. В. Борисова, Е. П. Чубарь // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 2(63). – С. 111–115.

6. Рудиков, Д. А. Анализ причин аварий на объектах нефтепродуктообеспечения / Д. А. Рудиков, А. В. Журавлев, С. Н. Холодова // Транспорт и логистика: стратегические приоритеты, технологические платформы и решения в глобализованной цифровой экономике: сборник научных трудов III международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2019 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – С. 369–371.

7. Садовский, М. А. Избранные труды: Геофизика и физика взрыва / М. А. Садовский: Отв. ред. В. В. Адушкин. – Москва.: Наука, 2004. – 440 с. – ISBN 5-02-032960-6

DOI 10.34660/INF.2026.56.25.049

УДК 629.03

КОМПЛЕКСНЫЙ ИНЖЕНЕРНО ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОДРОННОЙ ОБОРОНЫ КРИТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Саматов Э. М.
Инженер-испытатель 1 ГИК
г. Мирный, Россия

Аннотация. *В статье рассматривается комплексный подход к организации противодронной защиты объектов космической инфраструктуры. Представлены методы обнаружения, идентификации и нейтрализации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также принципы построения многоуровневой системы безопасности. Проведён анализ эффективности технических решений и предложены рекомендации по их внедрению.*

Ключевые слова: *противодронная оборона, космическая инфраструктура, БПЛА, система безопасности, радиолокация, радиочастотная блокировка, кинетические методы.*

Введение

Критические объекты космической инфраструктуры (космодромы, центры управления полётами, наземные станции слежения) подвержены угрозам со стороны БПЛА. Беспилотники могут использоваться для:

- разведки и сбора данных;
- доставки взрывных устройств;
- создания радиопомех;
- нарушения работы систем связи и навигации.

Традиционные системы охраны не обеспечивают достаточной защиты от малоразмерных, низколетящих дронов. Требуется комплексный инженерно-технический подход, сочетающий различные технологии обнаружения и нейтрализации.

Методы обнаружения БПЛА

1. Радиолокационные системы (РЛС):

• работают в диапазонах X (8–12 ГГц), Ku (12–18 ГГц), K (26,5–40 ГГц);

• обнаруживают дроны на расстоянии до 10–15 км;

• эффективны против крупных БПЛА, но могут не замечать малоразмерные цели.

2. Радиочастотные (РЧ) детекторы:

• сканируют частоты управления (2,4 ГГц, 5,8 ГГц) и передачи данных;

• определяют местоположение дрона и пульта оператора;

• позволяют выявлять БПЛА до начала активных действий.

Принцип действия

Радиочастотные детекторы обнаруживают БПЛА по электромагнитному излучению, которое генерируют их системы управления и передачи данных. В отличие от РЛС, РЧ детекторы работают в пассивном режиме не излучают сигналов, а только сканируютрадио эфир.

Это обеспечивает:

• скрытность работы;

• отсутствие помех для других радиоэлектронных систем объекта;

• возможность раннего обнаружения (ещё до начала активных действий дрона).

Основные диапазоны частот для обнаружения

Большинство коммерческих и тактических БПЛА используют стандартные диапазоны частот:

• 2,4 ГГц – управление и передача видео (WiFi, Bluetooth, ZigBee);

• 5,8 ГГц – передача видеосигнала высокой чёткости;

• 900 МГц (868–915 МГц) – дальняя связь для промышленных дронов;

• диапазоны спутниковой навигации: L1 (1,575 ГГц), L2 (1,227 ГГц) для GPS/GLONA SS.

Современные РЧсистемы сканируют эти полосы с высокой скоростью(-до 109 Гц/с), фиксируя даже кратковременные передачи данных.

Преимущества РЧдетекторов в системе противодронной обороны

• **Раннее обнаружение:** фиксируют дрон в момент включения передатчика, до начала движения.

• **Скрытность:** пассивный режим не демаскирует позицию системы охраны.

• **Энергоэффективность:** потребление ниже, чем у РЛС.

• Дополнение к другим сенсорам: хорошо сочетаются с оптическими и акустическими системами.

• **Идентификация оператора:** определение местоположения пульта управления.

Ограничения и способы их преодоления

Практические аспекты внедрения на объектах космической инфраструктуры

1. Размещение:

• по периметру объекта с перекрытием зон обнаружения;

• на возвышенностях для минимизации влияния рельефа;
• вблизи критически важных зон (пусковые площадки, ЦУП).

2. Интеграция:

• передача данных в единый центр управления безопасностью;
• автоматическое включение систем подавления при обнаружении угрозы;
• синхронизация с видеокамерами для визуального подтверждения.

3. Эксплуатация:

• регулярное обновление ПО и баз данных сигнатур;
• калибровка антенн и проверка чувствительности;
• тренировки персонала по анализу радиообстановки.

На рынке представлены различные модели детекторов дронов, которые различаются по диапазону обнаружения, дальности, автономности, функционалу и цене. Некоторые из них:

«Булат V4»

Портативный всенаправленный детектор БПЛА от компании 3mx. Позволяет засечь беспилотный летательный аппарат на расстоянии до 1,5 км.

Характеристики:

• диапазон частот обнаружения: от 300 до 7200 МГц;
• время автономной работы от одного аккумулятора: до 6,5 часов;
• тип аккумулятора: литиевый, 2300 мАч;
• диапазон рабочих температур: от –20 °C до +45 °C;
• габариты (с учётом антенн и аккумулятора): 357 × 60 × 34 мм;
• вес (с учётом антенн и аккумулятора): не более 450 г.

При обнаружении БПЛА указывается марка дрона, частота, уровень принимаемого сигнала и время последней детекции.

«Набат V3»

Многофункциональный комплекс российского производства, который объединяет в одном корпусе детектор, видеоперехватчик и анализатор спектра.

Характеристики:

• диапазон рабочих частот: от 200 до 8000 МГц;
• дальность действия: до 2 км;
• время работы аккумулятора: до 15 часов от одного аккумулятора ёмкостью 6800 мАч;
• есть световая и звуковая сигнализация.

Позволяет обнаруживать все типы беспилотных летательных аппаратов – от коммерческих дронов DJI и FPV-дронов до безэкипажных катеров и специализированных устройств.

ASEL

Обнаружитель дронов, с помощью которого можно определить БПЛА всех известных марок на расстоянии до 3000 м.

Характеристики:

• диапазоны частот: 0,9, 1,2, 1,4, 2,4, 5,2 и 5,8 ГГц;

• сканирование окружающего пространства на 360 градусов;

• индикация: звуковой, световой и вибросигналы;

• питание: литиевый аккумулятор 4000 мАч.

При появлении летательного аппарата в зоне работы детектора система оповещает об этом и отображает сведения о марке и частоте БПЛА.

«Гарпия Н-320»

Портативный детектор квадрокоптеров, который предназначен для сигнализации о дронах и квадрокоптерах, работающих на частотах 2,4 ГГц и 5,8 ГГц, на расстоянии до 2000 м.

В момент обнаружения сигнала на указанных частотах детектор подаёт звуковое оповещение и отображает иконку дрона на дисплее. Позволяет обнаруживать любые модели дронов, работающих на каналах 2,4 ГГц и 5,8 ГГц, включая как самодельные, так и дроны массового производства – DJI, Autel, FIMI и прочие.

«Амулет»

Компактный обнаружитель дронов, который обеспечивает быструю и эффективную идентификацию беспилотных летательных аппаратов.

Характеристики:

• диапазон работы: 400–6200 МГц;

• определяет типы квадрокоптеров по их сигнатурам;

• универсальная антенна обеспечивает поиск в широком диапазоне частот.

Система легко размещается в кармане или на ремне. При подключении наушников отсутствуют звуковые сигналы.

Вывод:

Радиочастотные детекторы являются критически важным элементом многоуровневой системы противодронной защиты. Их пассивный принцип действия, высокая скорость обнаружения и возможность точной локализации делают их незаменимыми для охраны объектов космической инфраструктуры, где требуется сочетание эффективности, скрытности и совместимости с другими системами безопасности.

3. Оптикоэлектронные системы:

• камеры видимого диапазона и тепловизоры;

• автоматическое распознавание по силуэту с помощью нейросетей;

• эффективны в условиях прямой видимости.

4. Акустические сенсоры:

• улавливают шум двигателей на расстоянии до 500 м;

• полезны в условиях плотной застройки или лесистой местности.

5. Системы пассивной радиопеленгации:

• фиксируют излучение БПЛА без активного излучения;

• обеспечивают скрытность работы комплекса.

Методы нейтрализации БПЛА

1. Радиочастотное подавление:

о глушение каналов управления и навигации (GPS, GLONASS, Galileo);

о использование направленных антенн для точечного воздействия.

2. Кибернетические методы:

о перехват управления через уязвимости протоколов связи;

о внедрение ложных навигационных сигналов (спуфинг).

3. Лазерные системы:

о выведение из строя оптики и электроники;

о точечное воздействие без разрушения корпуса.

4. Кинетические методы:

о противодронные сети, выстреливаемые из специальных ружей;

о применение малых зенитных ракет или дроновперехватчиков.

5. Физическое заграждение:

о сетчатые барьеры вокруг критически важных зон;

о комбинируются с датчиками движения.

Архитектура комплексной системы защиты

Оптимальная система строится по многоуровневому принципу:

1. Внешний периметр (дальность 5–15 км):

о РЛС дальнего обнаружения;

о пассивные радиопеленгаторы.

2. Средний периметр (1–5 км):

о РЧдетекторы;

о оптикоэлектронные комплексы с ИИ;

о мобильные группы быстрого реагирования.

3. Внутренний периметр (0–1 км):

о системы радиочастотного подавления;

о лазерные установки;

о кинетические средства нейтрализации.

4. Центр управления:

о единый интерфейс мониторинга;

о алгоритмы автоматического ранжирования угроз;

о интеграция с системами физической охраны и видеонаблюдения.

Практические рекомендации по внедрению

1. Этап 1. Аудит объекта:

о анализ уязвимостей;

о моделирование сценариев атак;

о определение зон приоритетной защиты.

2. Этап 2. Подбор оборудования:

о учёт климатических условий (температура, осадки, ветер);

о совместимость с существующей инфраструктурой;

о резервирование ключевых элементов.

3. Этап 3. Тестирование:

о имитация атак с использованием тестовых дронов;

о отработка взаимодействия подразделений охраны.

4. Этап 4. Эксплуатация:

о регулярное обновление ПО и баз данных угроз;

о обучение персонала;

о проведение учений не реже 1 раза в квартал.

Анализ эффективности

Эффективность системы оценивается по критериям:

• **вероятность обнаружения:** ≥95 % для БПЛА размером от 0,5 м;

• **время реакции:** ≤10 секунд с момента обнаружения;

• **избирательность подавления:** минимизация воздействия на гражданские частоты;

• **устойчивость к помехам:** работа в условиях РЭБвоздействия.

Расчёт экономической целесообразности проводится по формуле:

Е=СзащитыСущерба–Сзащиты×100 %,

где:

• Сущерба – потенциальный ущерб от успешной атаки;

• Сзащиты – затраты на внедрение системы.

Для объектов космической инфраструктуры Е обычно превышает 300 %, что подтверждает рентабельность инвестиций.

Заключение

Комплексный инженернотехнический подход позволяет создать гибкую, масштабируемую систему противодронной обороны. Сочетание радиолокационных, радиочастотных, оптических и кинетических методов обеспечивает защиту от широкого спектра угроз. Внедрение таких систем критически важно для обеспечения бесперебойной работы космической инфраструктуры в условиях растущих рисков атак с использованием БПЛА.

Перспективные направления развития включают:

• использование ИИ для прогнозирования атак;

• создание автономных дроновохранников;

• интеграцию с системами ПВО для противодействия крупным БПЛА.

Список использованной литературы:

1. Приказ Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» от 01.06.2023 № 178 «Об утверждении Порядка принятия решения о пресечении нахождения беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве в целях отражения нападения на объекты, охраняемые организацией ведомственной охраны Государственной корпорации по космической деятельности „Роскосмос“…».

2. Галкин Д. В., Степанов А. В. «Актуальные вопросы противодействия современным автономным беспилотным летательным аппаратам и FPV-дронам». В статье проведён анализ методов противодействия БПЛА, включая электромагнитное, лазерное и механическое воздействие. Рассматриваются преимущества и ограничения таких систем, а также их роль в обеспечении безопасности.

3. Макаренко С. И. «Противодействие беспилотным летательным аппаратам». Монография, посвящённая методам и средствам противодействия БПЛА.

4. Бухмастов В. В. «Основные проблемы защиты потенциально опасных объектов от атак беспилотных летательных аппаратов». В статье рассматриваются проблемы защиты потенциально опасных объектов (включая ядерные электростанции, нефтеперерабатывающие комплексы и др.) от атак БПЛА, с акцентом на FPV-дронах с «машинным зрением».

DOI 10.34660/INF.2026.56.60.182

УДК 69.624:72

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА: АНАЛИЗ НА ПРИМЕРЕ ПТИЦЕВОДЧЕСКОГО КОРПУСА

Евраев Дмитрий Андреевич
аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Евраев Иван Андреевич
магистр
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Ильина Татьяна Николаевна
доктор технических наук, профессор
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

Аннотация. *В статье рассматривается внедрение BIM-технологий в строительстве России на фоне цифровизации и роста требований к качеству проектных решений. Анализируются нормативно-правовые изменения в Градостроительный кодекс РФ и постановление № 614, регламентирующие формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства. Раскрываются ключевые преимущества и основные препятствия внедрения BIM-технологий. В качестве примера практического применения приводится разработка информационной модели откормочного корпуса птицеводческого предприятия в программном комплексе Renga, демонстрирующая интеграцию BIM с отечественными строительными решениями.*

Ключевые слова: *информационная модель, BIM-технологии, строительство, проектирование, агропромышленный комплекс.*

Введение. Вследствие интенсивного развития информационных технологий, строительная отрасль, как и другие сферы деятельности, испытывает необходимость адаптироваться под современные нормативные требования

и повышение критериев качества со стороны общества. Как следствие, проектная деятельность в строительной области сталкивается с задачей ускорения проектных работ и одновременного повышения эксплуатационной эффективности готовых объектов. Решением становится внедрение BIM-технологий (Building Information Modeling), благодаря которым создается единая, изменяемая в реальном времени информационная модель здания [1–3].

Основной текст. Федеральным собранием Российской Федерации были внесены изменения в градостроительный кодекс РФ и утверждено постановление № 614 «Об утверждении правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства» определено, что на этапе осуществления архитектурно-строительного проектирования в информационной модели (ИМ) включаются сведения, документы и материалы, входящие в состав разделов ПД в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87.

На сегодняшний день задание на проектирование, может быть дополнено заказчиком техническим заданием на ЦИМ, тогда проектировщику необходимо выполнить обязательные требования формирования и ведения ИМ, которыми будет дополнена графическая часть проектной документации при прохождении экспертизы.

Формирование ИМ не является обязательным условием при разработке проектной документации зданий и сооружений, разъясняет директор департамента цифрового развития Н. А. Парфентьев. При этом введение новых нормативных актов об ИМ свидетельствует о скором обязательном внедрении BIM-проектирования в строительную отрасль программных комплексов проектирования.

Рассмотрим подробнее, как BIM решает проблемы строительной отрасли.

Выявляют следующие ключевые преимуществ внедрения BIM-технологий в строительную отрасль.

Во-первых, 3D-визуализация проекта создаёт условия для комплексного управления процессами строительства на всех стадиях его жизненного цикла, способствует наглядному анализу проектных решений и обеспечивает высокое качество представления результатов заинтересованным сторонам (заказчику, согласующим органам).

Во-вторых, интеграция всех разделов проекта в рамках единой информационной модели повышает оперативность внесения корректировок при выявлении коллизий, ошибок и допущений. При реализации модели в единой среде данных достигается эффект мгновенного обновления всей проектной документации (включая планы этажей, фасады и разрезы).

В-третьих, использование информационной модели для управления инженерными системами, планирования ремонтов и оптимизации

энергопотребления в процессе эксплуатации объекта способствует повышению технологического уровня отрасли.

В совокупности эти факторы обусловливают значительный рост эффективности экономической структуры строительной отрасли при качественном использовании BIM-технологий.

Анализ недостатков BIM-технологий позволяет выделить следующие ключевые моменты, препятствующие их повсеместному внедрению в строительной отрасли.

Высокие капитальные затраты на приобретение лицензионного программного обеспечения, модернизацию вычислительной инфраструктуры и профессиональное обучение персонала.

Продолжительный период адаптации организации к новой методологии, увеличение сроков выполнения начальных этапов проектирования за счёт создания детализированной 3D-модели по сравнению с традиционным 2D-черчением.

Привязка к конкретному поставщику программного обеспечения, сложности обмена данных между различными BIM-системами, а также частичная несовместимость формата BIM с действующими нормативными требованиями (ГОСТ, СПДС) при оформлении проектной документации.

Экономическая нецелесообразность применения BIM-технологий при проектировании небольших и типовых объектов, а также риск избыточной детализации модели (высокий LOD), приводящий к неоправданному росту временных и ресурсных затрат.

Уязвимость централизованной информационной модели к техническим сбоям и потере данных, риски несанкционированного доступа к конфиденциальной информации, сложности координации версий при коллективной работе над проектом.

Несмотря на значительный потенциал BIM-технологий для повышения эффективности проектирования и строительства, их внедрение сопряжено с комплексом экономических, организационных, технических и временных ограничений. Обоснованность перехода на BIM должна определяться с учётом масштаба проекта, доступных ресурсов и долгосрочной стратегии развития организации. [4].

Все выше сказанное основывается на гибкости информационной модели к замене характеристик выбранного оборудования и свойств строительных материалов в кротчайшие сроки.

В основе любой информационной модели, в независимости от программного комплекса, лежит создание трехмерной модели здания или сооружения. Главное отличие информационной модели, заключается в свойствах объектов. Свойства не обусловлены только геометрическими параметрами,

но и данными о характеристиках материалов, из которых они сделаны, структуре объекта и многое другое. По сути, BIM модель является централизованным хранилищем информации, доступным всем участникам проекта, что способствует лучшей координации работ, более эффективному обмену данными и, как следствие, успешной реализации проекта [5–6].

Внедрение BIM – это не просто использование нового программного обеспечения, а переход к новой системе проектирования и строительства, основанной на тесном взаимодействии специалистов и информационной прозрачности.

В качестве объекта исследования, рассмотрим информационную модель откормочного корпуса птицеводческого предприятия, разработанную в программном комплексе Renga.

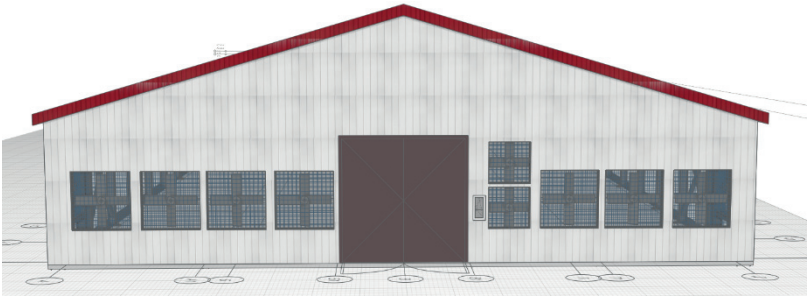

Рисунок 1 – Архитектурный фасад А-Д с размещением стеновых приточных вентиляторов раздела ОВ

Построение модели проходит на предварительно созданных уровнях для разделения архитектурных, конструктивных, технологических и инженерных элементов модели. На рисунке 1, представлен изолированный уровень инженерных систем раздела отопления и вентиляции (ОВ) и архитектурных решений (АР).

Стили и шрифты модели по умолчанию настроены под российские нормы и правила, чтобы выпускаемая документация имела строго установленный требованиями вид [7].

Также Renga имеет прямую интеграцию со строительными решениями фирмы "1С" для применения технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла зданий [8].

На рисунке 2 изображен основной фасад птицеводческого корпуса с тепловым тамбуром и вспомогательными помещениями хранения инвентаря для обслуживания основного корпуса.

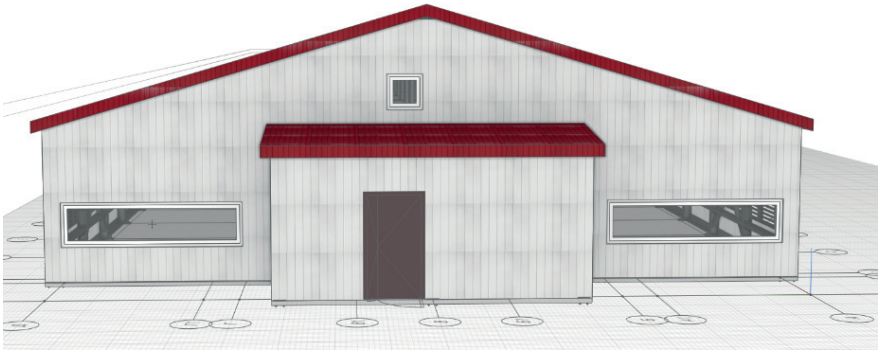

Рисунок 2 – Архитектурный фасад Д-А птицеводческого корпуса

Внедрение BIM-технологий прежде всего обосновывается возможностью создания трёхмерной модели проекта. Эта модель позволяет эффективно управлять строительством на всех этапах, от проектирования до сдачи объекта в эксплуатацию. Благодаря 3D-визуализации, архитекторы, инженеры и строители могут наглядно анализировать различные проектные решения, выбирать наиболее оптимальные варианты и наглядно демонстрировать результаты заказчику или контролирующим органам, что способствует более эффективному общению и принятию решений. Это обеспечивает более точное понимание проекта всеми участниками процесса и минимизирует риски ошибок и задержек на стройке [9].

На рисунке 3 представлен один из вариантов визуализации объекта проектирования в информационной модели. В качестве преимущества BIM, важно отметить, что визуализация выполнялась в той же информационной среде и программе, в которой был запроектирован объект. Таким образом, архитектор-проектировщик без помощи дизайнеров и специализированных программ визуализации может оформить любой вид, фасад, ракурс объекта проектирования в среде информационного моделирования.

Известно, что для конструктивной составляющей модели на первый план выходит организация расчетной модели и проведение высокоточных конструктивных вычислений нагрузок и воздействий. На момент написания статьи программный комплекс Renga не может обеспечить такой функционал. При этом, интерфейс программы позволяет создать любой профиль конструкции для проектирования, разработки модели и оформления конструктивных узлов [10].

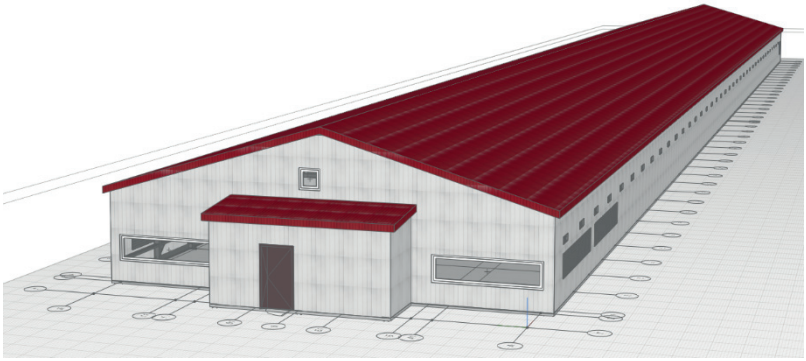

Рисунок 3 – Визуализация работы специалиста АР

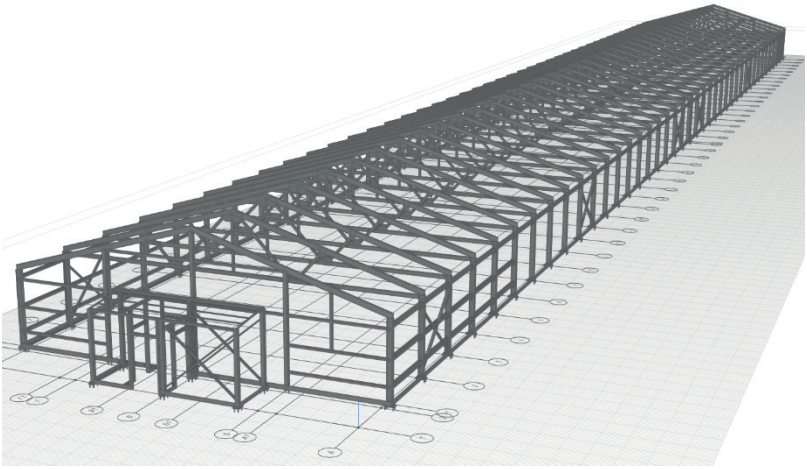

Рисунок 4 – Результат работы специалиста КМ

Таким образом, эффективное применение информационного моделирования, в частности, BIM-технологий, играет ключевую роль в повышении производительности и эффективности всей строительной индустрии. Это утверждение подтверждается многочисленными исследованиями, которые демонстрируют значительный экономический эффект от внедрения BIM.

Вывод. Несмотря на очевидные преимущества, BIM-проектирование сталкивается с рядом препятствий, замедляющих его повсеместное распространение. Эти препятствия требуют детального рассмотрения для

разработки стратегий успешной интеграции. Одним из основных барьеров является сложность внедрения. Это связано не только с техническими аспектами, такими как необходимость приобретения дорогостоящего программного обеспечения и обучения специалистов, но и с организационными моментами. Переход на BIM-технологии требует изменения устоявшихся рабочих процессов, перестройки системы коммуникации между участниками проекта и, возможно, даже пересмотра организационной структуры компаний [11].

Более того, единая система хранения информации о сооружении, обеспечиваемая BIM, упрощает управление объектом на протяжении всего его жизненного цикла, от проектирования до сноса, обеспечивая доступ к актуальным данным для всех заинтересованных сторон. В итоге, BIM-технологии не просто повышают эффективность, но и способствуют повышению безопасности и долговечности зданий и сооружений, что является чрезвычайно важным аспектом современной строительной отрасли. В целом, несмотря на первоначальные трудности, перспективы развития BIM в России весьма позитивны, и его широкое внедрение обещает существенные изменения в строительной отрасли.

Список литературы:

1. Дорошин, И. Н. Управление проектами промышленных и гражданских объектов на основе технологий информационного моделирования / И. Н. Дорошин, О. В. Халиулина, Ю. М. Якупова // Перспективы науки. – 2024. – № 1(172). – С. 122–126.

2. Ильина, Т. Н. Внедрение BIM-технологий в проектную деятельность гражданского и промышленного строительства / Т. Н. Ильина, Д. А. Евраев // Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее: Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 40-летию создания Инженерно-строительного института, Красноярск, 19–21 октября 2022 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. – С. 253–258.

3. Курбатов, В. Л. Основы информационного моделирования в строительстве / В. Л. Курбатов // Университетская наука. – 2024. – № 1(17). – С. 87–89.

4. Косаруков, М. М. Эффекты от внедрения технологии информационного моделирования здания (BIM-технологии) / М. М. Косаруков, А. Д. Вашлаев, А. П. Калинина // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 8(169). – С. 929–932. – DOI 10.34925/EIP.2024.169.8.174.

5. Матвейко, Р. Б. Применение технологий информационного моделирования зданий в жилищно-эксплуатационной сфере / Р. Б. Матвейко, Т. М. Дахнова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2024. – № 1(1073). – С. 47–49.

6. Романова, Т. Н. Энергоинформационная модель управления теплоснабжением / Т. Н. Романова, Т. Н. Белоглазова // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – № 1(58). – С. 146–156. – DOI 10.54734/20722958_2024_1_146.

7. Малышева, Н. В. Проектирование с применением технологии информационного моделирования / Н. В. Малышева, Т. В. Жашкова, А. П. Васюков // Социосфера. – 2024. – № 3. – С. 126–127.

8. Клинчаян, А. В. Преимущества применения информационного моделирования зданий в современном проектировании и строительстве / А. В. Клинчаян, А. М. Назарова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2023. – № 12(78). – С. 62–65.

9. Габидуллина, А. М. Проектирование наружных и внутренних инженерных систем спортивного комплекса с бассейном с использованием технологии информационного моделирования / А. М. Габидуллина, Д. В. Крайнов // Строительные конструкции, здания и сооружения. – 2023. – № 2(3). – С. 27–36.

10. Chikovskaya, I. N. Building Information Modeling-Based Engineering Systems Design / I. N. Chikovskaya, I. I. Sukhanova, K. O. Sukhanov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2023. – Vol. 257. – P. 245–252. – DOI 10.1007/978–3–030–99877–6_29.

11. Кузнецов, С. В. Применение информационного моделирования для решения задач технического обслуживания и ремонта зданий и сооружений / С. В. Кузнецов, Н. В. Князева // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2023. – № 3. – С. 34–45. – DOI 10.34031/2071–7318–2022–8–3–34–45.

DOI 10.34660/INF.2026.56.99.047

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Чересьев Владислав Дмитриевич
студент
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
Ткаченко Татьяна Ивановна
кандидат технических наук, доцент
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет

Аннотация. *В статье приведён анализ проблем энергосбережения на предприятиях пищевой промышленности, рассмотрены основные направления повышения энергоэффективности, включая рекуперацию тепла, применение тепловых насосов, оптимизацию холодильных систем и использование возобновляемых источников энергии. На основе анализа сформулированы рекомендации по выбору энергоэффективных технологий с учётом специфики различных подотраслей пищевого производства.*

Ключевые слова: *энергосбережение, энергоэффективность, пищевая промышленность, рекуперация тепла, тепловые насосы, холодильные системы, возобновляемые источники энергии.*

Abstract. *The article provides an analysis of energy saving problems in food industry enterprises, discusses the main directions for improving energy efficiency, including heat recovery, application of heat pumps, optimization of refrigeration systems and use of renewable energy sources. Based on the analysis, recommendations are formulated for choosing energy-efficient technologies taking into account the specifics of various subsectors of food production.*

Keywords: *energy saving, energy efficiency, food industry, heat recovery, heat pumps, refrigeration systems, renewable energy sources.*

Пищевая промышленность является одной из наиболее энергоёмких отраслей экономики [1, 2]. Как отмечают Corigliano с соавторами, «продовольственная система потребляет значительную долю мировых энергоресурсов, а сопутствующие

выбросы парниковых газов продолжают расти» [9]. Высокая энергоёмкость обусловлена необходимостью проведения многочисленных тепловых процессов – пастеризации, стерилизации, сушки, выпаривания, охлаждения и замораживания, каждый из которых требует значительных затрат энергии [1, 3].

Актуальность проблем энергосбережения на пищевых предприятиях определяется ростом тарифов на энергоносители, ужесточением требований к углеродному следу продукции, а также необходимостью повышения конкурентоспособности производителей [2]. Внедрение энергоэффективных мероприятий, как показано в ряде работ, способно обеспечить существенную экономию при относительно коротких сроках окупаемости [2].

Целью данной работы является анализ основных проблем энергосбережения на предприятиях пищевой промышленности, выявление наиболее перспективных направлений повышения энергоэффективности и оценка практического опыта внедрения энергосберегающих технологий. Объект исследования – технологические процессы пищевых производств, предмет – методы и средства повышения их энергоэффективности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть основные источники энергопотребления на пищевых предприятиях; провести анализ современных энергоэффективных технологий, классифицировав их по областям применения; сравнить различные методы по ключевым критериям: потенциал энергосбережения, капитальные затраты, срок окупаемости; сформулировать выводы и рекомендации по выбору оптимальных решений.

Объектом исследования являются технологические процессы пищевых производств, предметом – методы и средства повышения их энергоэффективности.

Анализ структуры энергопотребления показывает, что наибольшая доля приходится на тепловые процессы: сушильные установки, теплообменное оборудование (пастеризаторы, стерилизаторы), холодильные системы, а также вспомогательное оборудование (вентиляция, системы CIP-мойки, транспортёры) [1, 2, 3]. Особую проблему представляет утилизация вторичных энергоресурсов – значительная часть тепла теряется с отходящими газами, конденсатом и сточными водами [3]. Как отмечает в монографии Карнауха и Бирюкова, внедрение рекуперационных установок позволяет снизить потребление первичных энергоносителей на 15–30 %. [3].

Обобщая данные научной литературы и практический опыт внедрения, можно выделить несколько основных направлений повышения энергоэффективности пищевых предприятий.

Рекуперация тепла является универсальным и экономически оправданным направлением. В зависимости от температурного потенциала отходящих потоков могут использоваться различные типы рекуператоров: рекуперативные теплообменники для нагрева приточного воздуха или воды, тепловые насосы

для утилизации низкопотенциального тепла, системы рекуперации тепла компрессоров холодильных установок. В работе Карнауха и Бирюкова подробно рассмотрены способы утилизации теплоты оборотной воды и низкопотенциальных сбросов на предприятиях пищевых производств [3].

Применение тепловых насосов является одним из наиболее перспективных направлений электрификации тепловых процессов [4, 7]. В учебнике Бабакина с соавторами [4] изложены термодинамические основы теплонасосных установок и их применение в отраслях агропромышленного комплекса. Компания Tetra Pak разработала интегрированную систему теплового насоса для пастеризации, которая позволяет улавливать низкотемпературное отходящее тепло и преобразовывать его в более высокие температуры, требуемые для пастеризации, одновременно производя ледяную воду для фазы охлаждения [10]. Система обеспечивает до трёх раз более высокую эффективность по сравнению с традиционными котлами.

Примером успешного промышленного внедрения является проект компании Arla Foods на заводе сухого молока AKAFA в Дании, где впервые в отрасли применён высокотемпературный электрический тепловой насос для процесса распылительной сушки молока [11]. Замена природного газа на тепловой насос позволяет ежегодно снижать выбросы CO_2 на более чем 1500 тонн. Инновационная система использует CO_2 в качестве теплоносителя, что обеспечивает стабильную эффективную работу при температурах до 120 °C.

Оптимизация холодильных систем является критически важным направлением для предприятий, производящих скоропортящуюся продукцию [3]. Применение абсорбционных холодильных машин, работающих на вторичных энергоресурсах, позволяет радикально снизить эксплуатационные расходы. Для молочных предприятий перспективным решением является применение систем генерации ледяной воды на базе льдоаккумуляторов [5]. Как отмечено в аналитическом обзоре Milknews [5], такие системы позволяют сократить затраты на электроэнергию на молочном предприятии до 40 %. Преимущество этих систем заключается в возможности запасать «холод» в ночные часы по сниженным тарифам, что особенно актуально при внедрении механизмов регулирования спроса на электроэнергию.

Важным направлением повышения энергоэффективности является переход от традиционных методов тепловой обработки к более совершенным, в частности к электрофизическим методам [6]. В учебном пособии Беляевой и Безотосовой [6] подробно рассмотрены применение СВЧ- и ИК-нагрева в пищевой промышленности, их преимущества и недостатки. Инфракрасный нагрев представляет собой быстрый, энергоэффективный метод инактивации микробных клеток и спор при сохранении питательных и сенсорных свойств пищи. В отличие от традиционных методов нагрева, инфракрасная

технология улучшает однородность нагрева, сокращает время обработки и снижает энергопотребление. Использование микроволнового, инфракрасного и комбинированного нагрева повышает коэффициент полезного действия до 90 %, сокращая время технологических циклов на 30–50 % [6]. В работе Дранникова с соавторами [7] показан пример использования теплового насоса для утилизации тепла выпечки в хлебопекарном производстве, что подтверждает эффективность теплонасосных технологий в различных подотраслях пищевой промышленности.

Для наглядного сравнения ключевые характеристики основных методов энергосбережения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика методов энергосбережения на пищевых предприятиях [3–6, 8, 11].

Метод / Технология	Потенциал энергосбережения, %	Типичный срок окупаемости	Основная область применения
Рекуперация тепла (воздух-воздух)	15–30	1–3 года	Сушильные установки, вентиляция
Тепловые насосы для пастеризации	до 50	3–5 лет	Молочная, соковая промышленность
Высокотемпературные тепловые насосы (CO_2)	до 40	4–6 лет	Распылительная сушка молока
Льдоаккумуляторы и системы генерации ледяной воды	до 40	2–4 года	Молочная промышленность, охлаждение
Абсорбционные холодильные машины	30–50	3–5 лет	Комбикормовое, химико-фармацевтическое
Оптимизация напряжения	10–15	1–2,5 года	Все типы производства
Инфракрасный нагрев	30–50	2–4 года	Бланширование, сушка, термообработка

Цифровизация и интеллектуальные системы управления. Перспективным направлением является внедрение интеллектуальных систем управления энергопотреблением, в частности автоматизированных систем технического учёта энергоресурсов (АСТУЭ) [8]. Как отмечено в отраслевом обзоре [8], внедрение АСТУЭ на Азовском заводе «Фрито Лей Мануфактуринг» (PepsiCo) позволило существенно повысить прозрачность энергопотребления и выполнить требования Федерального закона № 261-ФЗ

«Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Применение систем оптимизации напряжения, как показано на примере предприятия MI Dickson, позволяет снизить энергопотребление более чем на 8000 кВт·ч при одновременном увеличении производства на 10 %, что эквивалентно экономии 13 % на тонну продукции [13] (данный пример приведён по отраслевым данным, не вошедшим в основной список). Машинное обучение и нейронные сети открывают новые возможности для оптимизации энергоёмких операций – сушки, охлаждения и упаковки.Интеграция возобновляемых источников энергии в энергобаланс пищевых предприятий становится все более распространённой практикой. Российская компания «Логика молока» в 2024 году инвестировала более 400 миллионов рублей в энергоэффективность, в результате чего доля возобновляемых источников энергии достигла 34 % в общем потреблении.

Интеграция возобновляемых источников энергии в энергобаланс пищевых предприятий становится все более распространённой практикой. Российская компания «Логика молока» в 2024 году инвестировала более 400 миллионов рублей в энергоэффективность, в результате чего доля возобновляемых источников энергии достигла 34 % в общем потреблении. Аналогичные тенденции наблюдаются и за рубежом: Arla Foods инвестировала более 600 миллионов датских крон в электрификацию своих заводов [11].

Сравнительная характеристика оборудования для энергосбережения приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика оборудования для энергосбережения [3–5].

Тип оборудования	Принцип работы	Энергосберега-ю-щий эффект	Особенности применения
Рекуперативные теплообменники	Передача тепла от отходящих газов/ воды к приточному воздуху/воде	Экономия 15–30 % топлива	Требует анализа коррозионной активности сред
Компрессорные тепловые насосы	Использование цикла обратного Карно для подъёма температурного потенциала	COP 3–5, снижение затрат на отопление на 50–70 %	Эффективны при наличии источника низкопотенциального тепла
Абсорбционные холодильные машины	Использование тепловой энергии для генерации холода	Экономия электроэнергии до 50 %	Целесообразны при наличии избыточной тепловой энергии
Льдоаккумуляторы	Накопление холода в ночные часы	Снижение затрат на электроэнергию до 40 %	Требуют дополнительного пространства

Несмотря на очевидные преимущества энергосберегающих технологий, их широкому внедрению препятствует ряд факторов. Несмотря на преимущества, широкому внедрению препятствует ряд факторов. Как отмечает Boom, «малые и средние предприятия часто не имеют достаточных инвестиционных ресурсов для модернизации» [3]. Кроме того, требуются квалифицированные кадры для обслуживания новых систем.

Практические примеры внедрения. Проведённый анализ литературных данных и отраслевых публикаций позволяет выделить несколько успешных примеров внедрения энергосберегающих технологий на пищевых предприятиях.

Компания Arla Foods (Дания) реализовала пилотный проект по использованию высокотемпературного теплового насоса на CO_2 для распылительной сушки молока [11]. Как подчёркивается в официальном сообщении компании, распылительная сушка долгое время была одним из самых сложных процессов для электрификации, и, преодолев эту проблему, компания делает новаторский шаг к более устойчивому молочному производству. Проект позволил сократить выбросы на 1500 тонн CO_2 в год.

На предприятии MI Dickson (Великобритания) внедрение системы оптимизации напряжения позволило снизить энергопотребление на 8000 кВт·ч при одновременном увеличении производства на 10% [13]. Этот пример демонстрирует, что энергоэффективные мероприятия не только сокращают затраты, но и могут сопровождаться ростом производительности.

В России, согласно данным обзора [8], внедрение АСТУЭ на заводе «Фритo Лей Мануфактуринг» в Азове позволило создать эффективную систему технического учёта энергоресурсов, что соответствует требованиям законодательства и даёт основу для дальнейшего повышения энергоэффективности.

Препятствия и ограничения. Несмотря на очевидные преимущества энергосберегающих технологий, их широкому внедрению препятствует ряд факторов. Ключевыми проблемами являются высокие первоначальные затраты, ограничения инфраструктуры, проблемы с данными, нормативные барьеры и социально-экономические диспропорции [9]. Особенно остро эти проблемы стоят для малых и средних предприятий, которые часто не имеют достаточных инвестиционных ресурсов для модернизации. Применительно к инфракрасной технологии, несмотря на её высокий энергосберегающий потенциал, существуют ограничения по глубине проникновения излучения и риск локального перегрева поверхности [6].

Проведённый анализ проблем энергосбережения на предприятиях пищевой промышленности позволяет сформулировать следующие основные выводы.

Пищевая промышленность является одной из наиболее энергоёмких отраслей, потребляющей около 30% мировой энергии, используемой в продовольственных системах [1, 2, 9]. Основными потребителями энергии

являются тепловые процессы (сушка, пастеризация, стерилизация) и холодильные системы [3].

Наиболее универсальным и экономически оправданным направлением повышения энергоэффективности является рекуперация тепла, позволяющая снизить потребление первичных энергоносителей на 15–30 % [3].

Тепловые насосы, особенно высокотемпературные системы на CO_2, представляют собой ключевую технологию для электрификации тепловых процессов, позволяя сократить выбросы CO_2 на тысячи тонн в год на одном предприятии [4, 11]. Опыт Arla Foods и Tetra Pak демонстрирует промышленную зрелость этих решений [10, 11].

Системы генерации ледяной воды на базе льдоаккумуляторов обеспечивают снижение затрат на электроэнергию на предприятиях молочной промышленности до 40 % за счёт использования ночных тарифов и участия в механизмах регулирования спроса [5].

Инфракрасный нагрев и комбинированные методы (СВЧ + вакуум, ИК + конвекция) позволяют повысить КПД процесса до 90 % при сокращении времени обработки на 30–50 % [6]. Эти технологии являются перспективной альтернативой традиционным тепловым методам.

Цифровизация и внедрение автоматизированных систем технического учёта энергоресурсов (АСТУЭ) открывают новые возможности для оптимизации энергозатрат без существенных капитальных вложений в оборудование [8].

Наиболее эффективным подходом является комплексное внедрение энергосберегающих мероприятий, включающее: аудит энергопотребления, установку систем рекуперации, оптимизацию тепловых и холодильных процессов, внедрение автоматизированных систем управления и, по возможности, интеграцию возобновляемых источников энергии [2, 3, 4].

Таким образом, дальнейшее развитие пищевой промышленности должно быть направлено на системное внедрение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий, что позволит не только сократить издержки производства, но и значительно повысить конкурентоспособность готовой продукции на внутреннем и мировом рынках, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Библиографический список

1 Азаматов, А. Р. Энергосбережение в пищевой промышленности / А. Р. Азаматов.– Текст: непосредственный // Научная статья.– 2023.– С. 1–10;

2 Балашова, И. В. Внедрение энергосберегающих технологий в целях повышения эффективности работы пищевых предприятий / И. В. Балашова, Т. А. Терещенко. – Текст: непосредственный // Новые технологии. – 2018. – № 3. – С. 45–52;

3 Карнаух, В. В. Совершенствование процессов охлаждения оборотной воды и использования ее теплоты на предприятиях пищевых производств: монография / В. В. Карнаух, А. Б. Бирюков. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. – С. 260;

4 Бабакин, Б. С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса: учебник / Б. С. Бабакин, А. Э. Суслов, Ю. А. Фатыхов, В. Н. Эрлихман. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – С. 336;

5 Milknews. Как сэкономить на электроэнергии молочному предприятию / Milknews; совместно с компанией «ТехноФрост». – Текст: электронный // Milknews: сайт. – 2024. – URL: http://www.milknews.ru/longridy/Kak-sjekonomit-na-elektrojenergii.html;

6 Беляева, М. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов: учебное пособие / М. А. Беляева, О. К. Безотосова. – Москва: Русайнс, 2025. – С. 270;

7 Дранников, А. В. Генерация альтернативной энергии в производстве хлебобулочных изделий с применением теплового насоса / А. В. Дранников, Т. Н. Тертычная, А. А. Шевцов, Н. В. Засыпкин. – Текст: непосредственный // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 2. – С. 58–64;

8 ИСУП. АСТУЭ для предприятий пищевой промышленности / ИСУП. – Текст: электронный // Информатизация и системы управления в промышленности: сайт. – 2022. – URL: http://isup.ru/articles/astue (дата обращения: 18.05.2026);

9 Corigliano, O. Navigating the Challenges of Sustainability in the Food Processing Chain: Insights into Energy Interventions to Reduce Footprint / O. Corigliano, P. Morrone, A. Algieri. – Text: unmediated // Energies. – 2025. – Vol. 18, Iss. 2. – P. 296. – DOI: 10.3390/en18020296;

10 Manufacturing Digital. Tetra Pak's Heat Pump: A Game-Changer for Manufacturing? / Manufacturing Digital. – Text: electronic // Manufacturing Digital: website. – 2025. – URL: https://manufacturingdigital.com/news/tetra-pak-heat-pump-cuts-carbon-energy-use-in-pasteurisation.

11 Arla. Arla Foods pioneers heat pump breakthrough to cut supply chain emissions / Arla. – Text: electronic // Arla: website. – 2025. – URL: https://www.arla.com/company/news-and-press/2025/pressrelease/arla-foods-pioneers-heat-pump-breakthrough-to-cut-supply-chain-emissions.

DOI 10.34660/INF.2026.58.13.002

УДК 336.74, 338.22

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЯМЫХ ЗАТРАТ В УСЛОВИЯХ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Форкунов Никита Павлович
аспирант
Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

Аннотация. *В статье рассматриваются методологический подход и численный метод оценки на основе принципов директ-костинг полных прямых операционных затрат изделий перспективного ассортимента, предполагаемых для включения в основную производственную программу многономенклатурного производственного предприятия с серийным характером технологических процессов, что в рамках указанной учетной системы предполагает особый способ расчета прямых удельных затрат на всех этапах производственного цикла: от внедрения изделия в серийное производство и до реализации производственного цикла для уже освоенных изделий. Предлагается концепция построения алгоритма оценки прямых операционных затрат по изделиям перспективной программы выпуска с предварительной детализацией и «привязкой» по отдельным технологическим группам изделий, внедренным в основное производство на данном предприятии (с известной расчетной базой коэффициентов прямых затрат) и использованием обоснованных конструктивно-технологическими особенностями изделий перспективной группы коэффициентов коррекции этих данных по группам так называемых «ключевых» постоянных и переменных активов рабочего капитала операционного сегмента, что в полной мере позволяет реализовать преимущества системы директ-костинг. Рассчитанные коэффициенты прямых удельных затрат на производство продукции перспективной номенклатуры в дальнейшем могут составить базу данных для выбора оптимальных по рыночному критерию вариантов производственных программ предприятия в условиях их много альтернативности.*

Ключевые слова: *многономенклатурное предприятие, серийное производство, операционный сегмент, производственная деятельность, прямые*

производственные затраты, учетная система директ-костинг, освоенные в производстве изделия, рабочий капитал, ключевые постоянные активы, производственная программа, модель оптимизации.

Введение

Целью публикации является разработка методики оценки в рамках учетной системы директ-костинг полных прямых операционных затрат (по всей технологической цепочке от внедрения до освоения в серийном производстве) по изделиям перспективной номенклатуры, включаемым в основную производственную программу многономенклатурного производственного предприятия. Необходимость корректной оценки этих затрат связывается с обоснованным выбором критериев и ограничений задач оптимизации производственных и инвестиционных программ таких предприятий, постановки которых могут рассматриваться для случаев постоянных и изменчивых параметров внешнего и внутреннего их окружений, влияющих на состав оптимальных планов и результирующих функционалов.

Методологической основой исследования послужили: собственные работы автора [14,15,16] по проблематике экономико-математического моделирования производственной и инвестиционной деятельности многономенклатурного промышленного предприятия с серийным (мелко- и средне-) характером производства с учетом агрегированных ограничений по производственно-технологическому и финансово-ресурсному потенциалу так называемых «ключевых» постоянных и переменных активов рабочего капитала операционного сегмента предприятия, в состав которых входит наиболее загруженное или уникальное технологическое оборудование цехов и участков вдоль последовательной технологической цепочки обработки изделий производственной программы, а также ингредиенты и комплектующие с высокой добавленной стоимостью, включаемые в состав изделий на этапах промежуточной обработки и сборки готовых комплектов; работы Д. Р. Аббясовой, К. В. Анциборко, Д. А. Безухова, Е. Ю. Дорохиной, Д. А. Максимова и М. А. Халикова [1,2,3,4,5,6,8,10] по тематике моделирования социально-экономических систем на микро- и макроуровнях, предметом исследования в которых являются постановки, модели и методы планирования и управления сложными экономическими системами; работы Д. А. Безухова, Э. А. Бабаян, Д. А. Максимова, Е. Е. Мальгина, Р. М. Расулова, М. А. Халикова [9,11,12,13] по проблематике моделирования производственных и инвестиционных программ предприятий машиностроения в статичной и динамической постановках, а также работы перечисленных авторов [17,18,19,20,21], посвященные вопросам моделирования рыночной деятельности предприятий в условиях неопределенности и риска.

Используемая в работе терминология многономенклатурных серийных производственных систем (в этой статье- на примере предприятий машиностроения с полным технологическим циклом обработки изделий производственной программы) и операционных сегментов в составе предприятий такого уровня заимствована из монографий Д. А. Безухова, Д. А. Максимова, М. А. Халикова [4], С. В. Бельченко, М. А. Халикова, М. В. Щепилова [7], М. А. Халикова, Э. А. Хечумовой, М. В. Щепилова [17],

Также при описании постановок задач оценки состава и анализа затрат на производство продукции серийного производства автор использует и дополнительную терминологию, заимствованную из собственных работ [4,15,16].

Например, для сокращения числа ограничений по базисным переменным в моделях оптимальной производственной программы многономенклатурного предприятия и ее модификациях автором предложено провести группирование постоянных и переменных активов рабочего капитала операционного сегмента предприятия в однородные по используемым в технологическом процессе и взаимосвязанные по операциям обработки изделий «конструктивных технологических групп» классы основного производственного оборудования (ТГО) с выделением в каждой «ключевого» постоянного актива (группы оборудования), который обозначает ТГО или рабочее место, имеющие самый высокий коэффициент загрузки или на которое приходится наибольший объем уникальных операций, а в приложении к переменным активам – ресурс (производственный ингредиент), «передающий» наиболее сложным, трудоемким и уникальным в производстве группам изделий большую в сравнении с другими добавленную стоимость.

В работе [16] приводятся предложенные автором численный метод выбора «ключевых» постоянных и переменных активов для многономенклатурного серийного машиностроительного предприятия и варианты применения оценок этих активов при построении ограничений в моделях выбора производственных и инвестиционных программ для предприятий этого типа.

Результаты и обсуждения.

Ниже будем рассматривать два списка изделий основной производственной программы операционного сегмента многономенклатурного серийного предприятия: изделия из списка (с индексом $s = \overline{1,S}$), где каждое изделие является представителем соответствующей конструктивной технологической группы (технологическая группа изделий – ТГИ), для которого на этапах внедрения и серийного производства в цехах операционного сегмента предприятия определены прямые удельные производственные затраты (соответственно, на внедрение и на производство продукции в серийном режиме, рассчитанные по методу директ-костинг); изделия из списка (с индексом $i = \overline{1,I}$), включающие продукцию перспективного (в нашем случае – оцениваемого

ассортиментного ряда), для которых по результатам опытно-конструкторских работ и предсерийных испытаний известны основные технико-экономические и технологические параметры и, главное, принадлежность каждого из изделий к конкретной технологической группе, и для которых необходимо оценить аналогичные изделиям первого списка затраты.

Далее будем использовать следующую булеву функцию принадлежности *i*-го изделия из исследуемого списка $i = \overline{1,I}$ к изделиям *s*-й ТГИ:

$$\sigma 1_{i,s} = \begin{cases} 1, \text{если } i - \text{е изделие входит в } s - \text{ю ТГИ } (i = \overline{1,I};\ s = \overline{1,S}); \\ 0, \text{в противоположном случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Как и в более ранних публикациях автора (см., например [15,16]) в оценках производственно-технологического потенциала операционного сегмента предприятия с серийным характером производства будем ориентироваться на его агрегированное выражение производственной мощности наиболее «загруженных» групп основного технологического оборудования вдоль последовательной цепочки технологических пределов от заготовительного и до сбытового представления.

Введем в рассмотрение список из K^* $(k^* = \overline{1,K^*})$ так называемых (цитируем работу автора [1]) «ключевых» постоянных активов рабочего капитала операционного сегмента предприятия, в полной мере задающих объемно-временные и стоимостные параметры серийного производства на отдельных участках и в целом сегмента.

В частности, для каждой пары (s,k^*) $(s\,(s = \overline{1,S}),\ k^*\,(k^* = \overline{1,K^*}))$ технологические карты обработки изделий производственной программы предприятия по отдельным группам оборудования (ниже-технологические группы оборудования- ТГО) и производственным участкам позволяют однозначно определить значения следующей булевой функции принадлежности *s*-го изделия из списка $s = \overline{1,S}$ базовых к изделиям, проходящим обработку на k^*-й ТГО «ключевых» постоянных активов:

$$\sigma 2 s, k^* = \begin{cases} 1, \text{если } s - \text{е изделие обрабатывается на } k^* - \text{й ТГО } \left(s\,(s = \overline{1,S}), k^*\,(k^* = \overline{1,K^*})\right). \\ 0, \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (2)$$

В работе М. А. Халикова [17] и более ранних работах по технологиям мелко- и среднесерийных производственных процессов, на которые ссылается автор в цитируемой монографии, присутствует следующая формула для оценки затрат Z_o на подготовку производства *i*-го изделия новой номенклатуры в объеме партии запуска:

$$Z_o(n_i) = C * TK^{\alpha_1} * G^{\alpha_2} * (M_i * R_i)^{\alpha_3} * ko_i^{\alpha_4} * D_i^{\alpha_5} * n_i^{\alpha_6}, \quad (3)$$

где: *C* – постоянная модели затрат;

TK – коэффициент технологической оснащенности производства (от минимального значения ручного труда, до максимального для полностью автоматизированного);

G – группа конструктивной сложности (соответствует конструктивной сложности базового изделия для ТГИ -го изделия);

M_i – масса *i*-го изделия;

R_i – габариты (максимальный размер);

ko_i – коэффициент обновляемости деталей -го изделия по отношению к базовому в соответствующей ТГИ: отношение оригинальных деталей *i*-го изделия к общему числу деталей базового изделия в ТГИ;

D_i – общее число деталей в -м изделии;

n_i – средняя по величине партия запуска -го изделия в производстве;

a_1, a_2,..., a_6 и постоянная модели *C* определяются для каждой ТГИ по методу наименьших квадратов.

В указанной работе в качестве примера приводится следующая форма для оценки затрат на подготовку производства новой серии токарных станков с вертикальной станиной в условиях серийного высокомеханизированного производства (в у.д.е.):

$$Z_o = 1{,}94 * TK^{-1{,}121} * G^{0{,}49} * (M_i * R_i)^{-0{,}193} * ko_i^{-0{,}994} * D_i^{0{,}085} * n_i^{0{,}042}. \quad (4)$$

Из выражения (4) непосредственно следует, что в условиях серийного производства затраты на освоение и подготовку производства изделий новой номенклатуры в большей степени зависят от их конструктивно-технологических и масса-габаритных характеристик и в меньшей степени – от планируемых объемов выпуска, что позволяет утверждать корректность следующей формулы:

$$Z_o(n_i) = Z_o^{(s)}(1) * \left(\frac{M_i * R_i}{M_s * R_s}\right)^{\alpha_3} * ko_i^{\alpha_4}(i;s) * \left(\frac{D_i}{D_s}\right)^{\alpha_5} * \left(\frac{n_i}{n_s}\right)^{\alpha_6}, \quad (5)$$

где: *i* – индекс изделия из перечня внедряемых в производство;

D – индекс базового изделия из ТГИ, к которой относится и изделие *i*;

$ko(i;s) = \frac{\overline{D_i}}{D_s}$ – коэффициент обновляемости деталей изделий *i* по отношению к базовому в *s* -й ТГИ ($\overline{D_i}$ – число оригинальных деталей *i*-го изделия, отсутствующих в базовом изделии *s*-й ТГИ);

$Z_o^{(s)}(1)$ – удельные затраты на подготовку к серийному производству изделий *s*-й ТГИ.

Коэффициенты $\alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ предполагается рассчитать по методу наименьших квадратов на информационной базе данных конкретного машиностроительного предприятия.

Далее будем использовать формулу (5) в следующей модификации:

$$Z_o(n_i) = C_1(i;s) * {n_i}^{\alpha_6}, \quad (5')$$

где $C_1(i, s)$ – «связанная» индексами i и s константа:

$$C_1(i;s) = \left(\frac{1}{n_s}\right)^{\alpha_6} * Z_o^{(s)}(1) * \left(\frac{M_i * R_i}{M_s * R_s}\right)^{\alpha_3} * ko_i^{\alpha_4}(i;s) * \left(\frac{D_i}{D_s}\right)^{\alpha_5} \quad (6)$$

для $\sigma_1(i;s) = 1\ (i = \overline{1,I}; s = \overline{1,S})$.

Комментарий 1. Затраты на подготовку производства изделий перспективной номенклатуры включают следующие статьи прямых затрат постоянных и переменных активов рабочего капитала операционного сегмента:

– на разработку технологических карт и нормирование технологического процесса изготовления нового изделия;

– на проектирование, изготовление, установку и наладку инструментальной оснастки и специальных приспособлений;

– на доработку маршрутной технологии, инструмента и дополнительную наладку технологического оборудования.

В отличие от мультипликативных форм (3) и (6) оценок затрат на внедрение в серийное производство изделий перспективной номенклатуры, оценка материальных и производственных затрат соответственно переменных и постоянных активов рабочего капитала на их производство может быть основана на укрупненном расчете, базирующемся на соответствующих данных по освоенным в производстве изделиям различных ТГИ, коэффициентах $ko(i; s)$ обновляемости деталей в изделиях перспективной номенклатуры и освоенных в производстве и предположении о пропорциональном росте / снижении затрат с ростом / снижением этого коэффициента.

Итак, пусть перечень ключевых постоянных активов задан индексами $k_f^* = 1, \dots, K_f^*$, а ключевых переменных активов индексами $k_v^* = 1, \dots, K_v^*$. Технологические группы изделий операционного сегмента предприятия заданы списком $s = 1, \dots, S$, где s-е изделие является базовым в -й группе и характеризуется удельным потреблением k_f^*-го $(k_f^* = \overline{1, K_f^*})$ постоянного актива величиной prf_{s,k_f^*} и k_v^*-го $(k_v^* = \overline{1, K_v^*})$ переменного актива величиной prf_{s,k_v^*}.

Комментарий 2. Затраты постоянного актива (в стоимостном выражении и в работе на ед. продукции) в рассматриваемой постановке задачи включают полный перечень прямых затрат на производство изделия на данном оборудовании (группе оборудования): стоимость износа (амортизация), стоимость потребляемой электроэнергии, топлива, воздуха, воды и т.п., стоимость оплаты труда рабочих и обслуживающего персонала, другие производственные затраты. Затраты переменного актива (в стоимости выражении

в расчете на ед. продукции) оцениваются по стоимости той его части, которая непосредственно включается в состав промежуточного продукта на определенной позиции технологической цепочки.

Корректно в обозначении удельных затрат prf_{s,k_f^*} постоянных и prf_{s,k_v^*} переменных активов дополнительно использовать символ временного интервала *t*, для которого проводится расчет затрат (для подчеркивания факта изменчивости во времени параметров стоимости активов предприятия).

В дальнейшем будем это обстоятельство подразумевать, но для упрощения записей использовать раннее введенные обозначения.

Если для *i*-го изделия из перспективной ассортиментной группы *I* технологической группой изделий в рамках серийного производства является *s*-ая $(s = \overline{1,S})$, то есть $\sigma 1\,(i;s) = 1$, то есть и соответствующий коэффициент обновляемости деталей изделия *i* по отношению к базовому в *s*-й ТГИ при использовании актива *k** из списков $k_f^* = \overline{1,K_f^*}$ и $k_v^* = \overline{1,K_v^*}$ и равен $ko_{k^*}(i;s)$ (из определения ТГИ прямо следует, что $ko_{k^*}(i;s) \in [0;1)$, не включая «1»), то можно следующим образом рассчитать оценки удельных затрат постоянных и переменных активов в расчете на *i*-е изделие:

$$prf_{i,k_f^*} = \left(1 - ko_{k_f^*}(i;s)\right) * prf_{s,k_f^*}, k_f^* = \overline{1,K_f^*}; \tag{7}$$

$$prv_{i,k_v^*} = \left(1 - ko_{k_v^*}(i;s)\right) * prv_{s,k_v^*}, k_v^* = \overline{1,K_v^*} \tag{8}$$

для $\sigma_1(i;s) = 1\,(i = \overline{1,I}; s = \overline{1,S})$.

Комментарий 3. Коэффициенты $ko_{k_r^*}(i;s)$ и $ko_{k_v^*}(i;s)$ отличаются от коэффициента *ko*(*i*; *s*) тем, что они рассчитываются не в отношении всего изделия с индексом *i*, а только для числа его деталей, «взаимодействующих» в производственно-технологическом процессе с активами k_f^* или k_v^*.

В авторской методологии коэффициент обновляемости изделий перспективной номенклатуры имеет важное значение в оценках затрат на их производство для условий серийного предприятия.

Опыт технологов и менеджеров машиностроительных предприятий с полным технологическим циклом позволяет однозначно утверждать, что наиболее распространенным является случай с $ko_{k^*}(i;s)$, находящимся в интервале [0,1; 0,25] (причем как для постоянных, так и переменных активов), что позволяет вполне корректно использовать формулы (7) и (8).

Суммируя полученные выше выражения для удельных затрат по этапам внедрения в серийное производство и организации производства -го изделия в цехах операционного сегмента многономенклатурного машиностроительного предприятия, получим следующую формулу для оценки полных удельных затрат:

$$C_i = \sum_{s=1}^{S} \sigma_1(i;s) * \left[\left(\sum_{k_f^*=1}^{K_f^*} \sigma_2(s;k_f^*) * \left(1 - ko_{k_f^*}(i;s)\right) * prf_{s,k_f^*} + \sum_{k_f^*=1}^{K_f^*} \sigma_2(s;k_v^*) * \left(1 - ko_{k_v^*}(i;s)\right) * prv_{s,k_v^*}\right) + C_1(i;s)\right]. \quad (9)$$

Если по аналогии с константой $C_1(i;s)$ ввести константу $C_2(i;s)$:

$$C_2 = \sum_{k_f^*=1}^{K_f^*} \sigma_2(s;k_f^*) * \left(1 - ko_{k_f^*}(i;s)\right) * prf_{s,k_f^*} + \sum_{k_f^*=1}^{K_f^*} \sigma_2(s;k_v^*) * \left(1 - ko_{k_v^*}(i;s)\right) * prv_{s,k_v^*}, \quad (10)$$

то выражение (9) для удельных затрат по *i*-му изделию можно записать в сокращенной форме:

$$C_i = \sum_{s=1}^{S} \sigma_1(i;s) * [C_2(i,s) + C_1(i,s)]. \quad (9')$$

При этом затраты на объем выпуска -го изделия, равный партии запуска n_i, составят:

$$c(n_i) = \sum_{s=1}^{S} \sigma_1(i;s) * \left[C_2(i,s) * n_i + C_1(i,s) * n_i^{\alpha_6}\right], \quad (11)$$

что отражает нетривиальный (в нашем случае нелинейный) характер указанной зависимости для многономенклатурных серийных предприятий.

Заключение и выводы.

В статье представлены методологический подход и численный метод оценки прямых удельных затрат на производство продукции перспективной номенклатуры для предприятия с серийным характером производства, основанные на концепции директ-костинг и предполагающие эту оценку на всех этапах производственного процесса, включающих внедрение продукта в производство и учет полных операционных затрат по отдельным технологическим переделам и группам основного технологического оборудования. Такой подход учитывает особенности сегментации бизнеса производственной компании по центрам ответственности и позволяет получать более точные оценки затрат в этих центрах с учетом изменений внешних (рыночных) и внутренних (производственно-технологических) параметров их деятельности.

Список использованных источников

1. Аббясова Д. Р., Халиков М. А. Факторы стоимости и управление стоимостью инновационно-ориентированной компании// Современные проблемы науки и образования.– 2015.– № 2–2.– С. 405.

2. Анциборко К. В., Халиков М. А. Оптимальная структура производственного капитала компании// Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2007. – № 5. – С. 71–83.

3. Анциборко К. В., Халиков М. А. Теоретические аспекты анализа структуры капитала инвестиционного проекта и выбора ставки дисконтирования// Современные аспекты экономики. – 2005. – № 11 (78). – С. 122–136.

4. Безухов Д. А., Максимов Д. А., Халиков М. А. Оптимизация структуры оборотного капитала производственной сферы промышленной корпорации. – М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова». – 2017. – 171 с.

5. Безухов Д. А., Халиков М. А. Выбор оптимального варианта обновления основного капитала предприятия с учетом рисков производственной сферы// Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 191–198.

6. Безухов Д. А., Халиков М. А. Математические модели и практические расчеты оптимальной структуры производственного капитала предприятия с неоклассической функцией// Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11–1. – С. 114–123.

7. Бельченко С. В., Халиков М. А., Щепилов М. В. Управление трансакционными издержками интегрированной группы предприятий: модели и методы. – М.: ЗАО «Гриф и К».- 2011.-172 с.

8. Бельченко С. В., Халиков М. А. Концептуальная модель определения «трансакционного» размера фирмы// Уч. зап. Российской академии предпринимательства. – 2010. – № 23. – С. 24–33.

9. Булышева Т. С., Милорадов К. А., Халиков М. А. Динамические модели производственных инвестиций: Уч. пос. – М.: Изд-во Рос. экон. акад. – 2002. – 118 с.

10. Дорохина Е. Ю., Халиков М. А. Моделирование микроэкономики – М.: Экзамен. – 2003. – 224 с.

11. Максимов Д. А., Халиков М. А. Методы оценки и стратегии обеспечения экономической безопасности предприятия. — М.: ЗАО «Гриф и К». – 2012.-220 с.

12. Максимов Д. А., Халиков М. А. Моделирование устойчивого развития предприятия в условиях изменчивости внешних и внутренних факторов с критерием эгалитаризма// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8–3. – С. 566–572.

13. Мальгин Е. Е., Халиков М. А. Расчет критического объема производства и определение инновационного потенциала фирмы// «Экономика и Технология». Межвуз. сб. науч. тр. – М.: Изд-во Рос. экон. акад. –1999. – С. 182–193.

14. Форкунов Н. П. Многоуровневая оптимизация производственной деятельности холдинг-компании с использованием агрегированных данных о составе постоянных и переменных активов структурных подразделений // Журнал «Инновации и инвестиции», 2025, Выпуск 6.– С. 667–670.

15. Форкунов Н. П. Особенности модели оптимизации производственной деятельности многономенклатурного предприятия с использованием агрегированных данных о составе постоянных и переменных активов операционного сегмента // Экономика строительства.– 2025.– № 7.– С. 638–640.

16. Форкунов Н. П. Моделирование производственной функции многономенклатурного предприятия по агрегированным данным о элементном составе постоянных и переменных активов в цехах основного производства // Экономика строительства.– 2025.– № 4.– С. 542–546.

17. Халиков М. А., Хечумова Э. А., Щепилов М. В. Модели и методы выбора и оценки эффективности рыночной и внутрифирменной стратегий предприятия/Под общ. ред. проф. Халикова М. А.– М.: Коммерческие технологии.– 2015.– 595с.

18. Халиков М. А., Цугилевич В. Н. Определение критического размера фирмы в условиях падения объемов производства// «Финансовая математика» Сб. ст.– М.: МГУ.– 2001.– С. 368–378.

19. Mishchenko A. V., Khalikov M. A./ DISTRIBUTION OF ORGANIC RESOURCES IN THE PROBLEM OF OPTIMIZING THE PRODUCTION OF AN ENTERPRISE //Journal of Computer and Systems Sciences International.- 1993.- Т. 31.- № 6.- С. 113.

20. Халиков М. А. Дискретная оптимизация планов повышения надежности функционирования экономических систем // «Финансовая математика» Сб. ст.– М.: МГУ.- 2001.– С. 281–295.

21. Халиков М. А., Бабаян Э. А., Расулов Р. М. Динамические модели «Затраты-выпуск»// Экономика природопользования.- 2013.- № 2. -С. 3–16.

DOI 10.34660/INF.2026.58.35.119

СИНТЕТИЧЕСКИЙ СЦЕНАРИЙ НИЗКОУГЛЕРОДНОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПРИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ БЮДЖЕТНЫХ ОГРАНИЧЕНИЯХ

Мильгизин Илья Евгеньевич
аспирант
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС), г. Москва, Россия

Аннотация. *Достижение целей Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года требует количественного обоснования параметров экономических стимулов, индуцирующих переключение инновационной активности на низкоуглеродные технологии. В статье формулируется и численно решается задача нелинейного программирования по выбору оптимальной траектории цены на углерод, минимизирующей чистую приведённую стоимость интегральных затрат на снижение выбросов при ограничении на кумулятивный углеродный бюджет 2020–2050 годов. Модель выбросов калибрована как лог-линейная кривая предельных издержек снижения по межсценарным данным NGFS Phase 5 (модельный комплекс GCAM 6.0 ↔ NiGEM) для экономики России; управляющий вектор узловых цен интерполируется кусочно-кубическим эрмитовым методом (PCHIP), задача решается алгоритмом последовательного квадратичного программирования (SLSQP). Рассмотрены три бюджетных сценария (40, 30 и 25 Гт CO_2) и две эндпоинт-постановки с фиксированной целью на 2050 год. Получено, что центральному бюджету 30 Гт соответствует Синтетический сценарий с ценой 164,8 долл./т CO_2 в 2025 году и плавным ростом до 283,9 долл./т к 2050 году; во всех бюджетных оптимумах активно ограничение монотонности на интервале 2025–2030 годов, формирующее фазу стабильного ценового сигнала. Показано, что достижение целевого уровня выбросов 2050 года без ценового сигнала требует среднегодового снижения углеродоёмкости валового внутреннего продукта на 7,9%, что в 3,2 раза превышает исторический темп (2,5%); эндпоинт-стратегия с отложенным форсированным сигналом, формально достигая цели, накапливает на 53% больше совокупных выбросов. Результаты*

обеспечивают формально-численное обоснование гипотез исследования о необходимости ценового сигнала и о преимуществе раннего постепенного введения цены над отложенным форсированным.

Ключевые слова: *углеродное ценообразование, низкоуглеродное развитие, нелинейная оптимизация, последовательное квадратичное программирование, кривая предельных издержек снижения, углеродный бюджет, индуцированные инновации, сценарное моделирование, NGFS, углеродоёмкость, инновационный климат.*

Abstract. *Meeting the targets of the Russian Federation Strategy for Socio-Economic Development with Low Greenhouse Gas Emissions until 2050 requires a quantitative justification of the economic incentives that induce a reallocation of innovation activity toward low-carbon technologies. The paper formulates and numerically solves a nonlinear programming problem for selecting an optimal carbon price trajectory that minimises the net present value of integral abatement costs subject to a cumulative carbon budget for 2020–2050. The emissions model is calibrated as a log-linear marginal abatement cost curve on the cross-scenario NGFS Phase 5 data (the GCAM 6.0 ↔ NiGEM model complex) for Russia; the control vector of nodal prices is interpolated by a piecewise cubic Hermite method (PCHIP), and the problem is solved by the Sequential Least Squares Programming (SLSQP) algorithm. Three budget scenarios (40, 30, and 25 Gt CO_2) and two endpoint formulations with a fixed 2050 target are considered. The central 30 Gt budget corresponds to a Synthetic scenario with a price of 164.8 USD/t CO_2 in 2025 rising smoothly to 283.9 USD/t by 2050; in all budget optima the monotonicity constraint is active over 2025–2030, forming a stable price-signal phase. Achieving the 2050 emissions target without a price signal is shown to require an annual carbon-intensity reduction of 7.9%, 3.2 times the historical rate (2.5%); the delayed, forced endpoint strategy, while formally reaching the target, accumulates 53% more cumulative emissions. The results provide a formal numerical foundation for the study hypotheses on the necessity of a price signal and on the superiority of an early gradual price over a delayed forced one.*

Keywords: *carbon pricing, low-carbon development, nonlinear optimization, sequential least squares programming, marginal abatement cost curve, carbon budget, induced innovation, scenario modeling, NGFS, carbon intensity, innovation climate.*

Введение

Перевод экономики Российской Федерации на траекторию низкоуглеродного развития закреплён Стратегией социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года [19] и ориентиром достижения углеродной нейтральности к 2060 году. Центральным экономическим инструментом, способным индуцировать переключение инновационной активности хозяйствующих субъектов на низкоуглеродные технологии, выступает ценовой сигнал на углерод. Вместе с тем единая национальная цена на углерод в России пока не введена, а действующий региональный эксперимент носит ограниченный характер. В этих условиях практическую значимость приобретает количественная задача: какова та траектория цены, которая обеспечивает достижение целевых ориентиров декарбонизации с наименьшими совокупными издержками и одновременно формирует предсказуемый, стимулирующий инновации экономический сигнал.

Постановка проблемы состоит в том, что эталонные сценарии международного консорциума NGFS (Network for Greening the Financial System) задают траектории цены экзогенно и не отвечают на вопрос об оптимальной для России форме ценового профиля. Чтобы восполнить этот пробел, в настоящем исследовании конструируется Синтетический сценарий – расчётная траектория цены на углерод, получаемая решением задачи оптимального управления, в которой целевая функция отражает дисконтированные интегральные затраты на снижение выбросов, а ограничения – допустимый углеродный бюджет и требование монотонности ценового сигнала. Такой подход переводит выбор параметров декарбонизации из плоскости экспертных допущений в плоскость формализованной количественной оптимизации.

Теоретическую основу работы образует концепция индуцированных (направленных) технологических изменений. В моделях направленного технического прогресса Д. Аджемоглу с соавторами и Ф. Агийона с соавторами ценовой сигнал смещает структуру исследований и разработок в пользу «чистых» технологий, формируя устойчивую траекторию их удешевления [1; 2]. Эмпирический канал «цена – инновация» подтверждён работой Д. Поппа об индуцированных энергетическими ценами патентах [3], результатами Р. Калела о реакции изобретательской активности фирм на систему торговли выбросами ЕС [4], а также исследованием Б. Кантоне, Д. Эванса и А. Ризона, показавшим положительную связь ожидаемой цены углерода с патентованием низкоуглеродных решений [5]. Б. Пробст с соавторами документируют высокую чувствительность глобального патентования технологий смягчения к ценовым сигналам рынков ископаемого топлива и углерода, подчёркивая значение устойчивости и предсказуемости сигнала [6].

Второй пласт литературы – оптимальное снижение выбросов и оптимальная цена углерода в интегрированных моделях. Л. Гоулдер и К. Матаи аналитически выводят оптимальные траектории углеродного налога при наличии индуцированного технического прогресса, обосновывая зависимость профиля цены от структуры накопления знаний [7]. У. Нордхаус в обновлённой модели DICE определяет общественную стоимость углерода и её рост во времени, чувствительный к ставке дисконтирования [8]. В. Бозетти с соавторами в гибридной модели WITCH соединяют макроэкономическую динамику оптимального роста с технологической детализацией энергетики и эндогенным техническим прогрессом [9], а О. Эденхофер, Н. Бауэр и Э. Криглер в модели MIND исследуют влияние технологического сдвига на издержки защиты климата и благосостояние [10]. Методологически эти работы восходят к теории оптимального накопления Ф. Рамсея [11] и к дискуссии об общественной ставке дисконтирования [12].

Третий пласт – нелинейность издержек глубокой декарбонизации и роль углеродного бюджета. Л. Друэ, В. Бозетти и М. Тавони показывают, что выбор климатической политики при неопределённости функций ущерба и затрат рационально формулировать в терминах кумулятивного углеродного бюджета, причём предельные издержки снижения растут нелинейно при углублении декарбонизации [13]. М. Барнетт, У. Брок и Л. Хансен формализуют ценообразование неопределённости, индуцированной изменением климата, и показывают, что неприятие модельной неоднозначности повышает оценку социальной стоимости углерода и оправдывает более раннее и активное снижение выбросов [14]. Этот результат релевантен сопоставлению раннего постепенного и отложенного форсированного введения ценового сигнала.

Применительно к российской экономике И. Макаров, Ю.-Х. Чен и С. Пальцев количественно оценивают воздействие глобальной климатической политики на Россию и приводят согласованные с целью 2 °C мировые цены углерода порядка 70–130 долл./т CO_2 к середине века [15]. И. А. Башмаков в дорожных картах перехода России к углеродной нейтральности анализирует «развилки» декарбонизации и обращает внимание на риск систематического завышения требуемой цены в моделях общего равновесия [16]. Эти работы фиксируют ресурсно-экспортную специфику России, но не решают задачу оптимального выбора ценовой траектории при заданном углеродном бюджете на калиброванной по NGFS Phase 5 кривой предельных издержек снижения – что и образует нишу настоящего исследования.

Цель статьи – построить и формально-численно обосновать Синтетический сценарий низкоуглеродного развития Российской Федерации как решение задачи нелинейной оптимизации траектории цены на углерод при альтернативных бюджетных ограничениях. Для достижения цели решаются следующие **задачи**:

формализовать задачу нелинейного программирования с целевой функцией интегральных затрат на снижение и ограничениями углеродного бюджета и монотонности; откалибровать структурный параметр кривой предельных издержек снижения по межсценарным данным NGFS Phase 5; численно решить задачу методом SLSQP для трёх бюджетных и двух эндпоинт-постановок; провести формальную проверку активности ограничений и устойчивости оптимумов; сопоставить полученные траектории с эталонными сценариями NGFS; на основе результатов проверить гипотезы о необходимости ценового сигнала и о преимуществе раннего постепенного введения.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые для экономики Российской Федерации оптимальная траектория цены на углерод получена как решение задачи нелинейного программирования с явным ограничением на кумулятивный углеродный бюджет, в которой модель отклика выбросов калибрована по межсценарному пространству NGFS Phase 5, а управляющий вектор согласован с пятилетней сеткой пересмотра климатических обязательств через монотонно-сохраняющую интерполяцию. Численно показано, что оптимальная политика обладает инвариантной качественной структурой – ранним стартом и фазой стабильного сигнала 2025–2030 годов,– а её сопоставление с эндпоинт-постановкой даёт количественную меру потерь от отложенного форсированного введения цены.

Материалы и методы

Модельный комплекс и источники данных

Исходным материалом служит сценарная база данных NGFS Phase 5 [20], сформированная связкой интегрированной оценочной модели GCAM 6.0 и макроэконометрической модели NiGEM [21]. Модель GCAM 6.0 представляет мировую энергетику и землепользование в разбивке на 32 макрорегиона мира с пятилетним шагом и обеспечивает физические показатели – выбросы CO_2, конечное энергопотребление, цену на углерод; макромодель NiGEM транслирует ценовой сигнал в макроэкономические показатели. Для извлечения российского контура используются переменные «Emissions|CO_2|Energy and Industrial Processes» (млн т CO_2) и «Price|Carbon» (долл./т CO_2) по региону Russia для семи сценариев линейки – Current Policies (CP), Nationally Determined Contributions (NDC), Below 2 °C (B2C), Delayed Transition (DT), Fragmented World (FW), Low Demand (LD) и Net Zero 2050 (NZ). Пятилетние узлы развёртываются в годовые ряды 2020–2050 годов монотонно-сохраняющей интерполяцией, что обеспечивает согласование сетки интегрированной модели с годовой сеткой расчёта.

Модель выбросов и калибровка кривой предельных издержек снижения

Отклик выбросов на цену описывается лог-линейной кривой предельных издержек снижения (Marginal Abatement Cost Curve, MACC). Для каждого

горизонта по межсценарным парам «цена – снижение относительно Current Policies» оценивается коэффициент чувствительности β регрессией через начало координат вида $-\ln(1 - q) = \beta \cdot (\tau - \tau_CP)$, где q – доля снижения выбросов, τ – цена на углерод, τ_CP – цена в референтном сценарии. Обратная подстановка даёт модель выбросов

$$E(t) = E_0 \cdot exp\big(-\beta(t) \cdot (\tau(t) - \tau_C P)\big), \quad (1)$$

где E(t) – выбросы CO_2 в году t (млн т), E_0 = 1 550 млн т CO_2 – базовые выбросы 2020 года, τ(t) – цена на углерод (долл./т CO_2), β(t) – коэффициент лог-линейной чувствительности (1/(долл./т CO_2)). Оценки β по трём наблюдаемым горизонтам составляют 0,002790 (2030), 0,002680 (2040) и 0,001990 (2050) при коэффициенте детерминации регрессии через начало координат 0,988–0,997 по шести межсценарным наблюдениям каждого года. Значения β в промежуточных узлах управляющей сетки восстанавливаются монотонно-сохраняющей кусочно-кубической эрмитовой интерполяцией Фритча–Карлсона (PCHIP) [17], исключающей паразитные осцилляции и гарантирующей гладкость первой производной, необходимую для численного дифференцирования. Полный набор узловых значений β(t) приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициента β(t) лог-линейной MAC-кривой в узлах управляющей сетки

Год t	β(t), 1/(долл./т CO_2)	Тип узла	Источник
2025	0,002751	реперная (экстраполяция PCHIP)	PCHIP по табл. 1
2030	0,002790	наблюдаемая узловая точка	MACC, скрипт 13
2035	0,002759	интерполяция PCHIP	PCHIP по табл. 1
2040	0,002680	наблюдаемая узловая точка	MACC, скрипт 13
2045	0,002434	интерполяция PCHIP	PCHIP по табл. 1
2050	0,001990	наблюдаемая узловая точка	MACC, скрипт 13

Источник: расчёты автора по данным GCAM 6.0. Снижение β(t) на 28,7% за 2030–2050 годы при практической стабильности на участке 2025–2035 годов (изменение в пределах 1,4% от медианы) отражает структурную закономерность декарбонизации: исчерпание дешёвых возможностей снижения (переключение с угля на газ, повышение энергоэффективности) и переход к капиталоёмким технологиям возобновляемой и атомной энергетики, что согласуется с тезисом о нелинейном росте предельных издержек глубокого снижения [13].

Постановка задачи нелинейного программирования

Оптимальная калибровка цены формулируется как задача минимизации чистой приведённой стоимости интегральных затрат на снижение выбросов. Целевая функция и ограничения имеют вид:

$$min_{\tau} J(\tau) = \Sigma_t (1+r)^{(-(t-2020))} \cdot AC(t) \text{ Ё} \quad (2)$$

$$AC(t) = E_0 \cdot \tau(t) - \big(E_0 - E(t)\big)/\beta(t), \quad (3)$$

$$\big(C1: B - \Sigma_t E(t) \geq 0 @ C2: \tau\big(t_{(k+1)}\big) - \tau(t_k) \geq 0 @ 0 \leq \tau(t_k) \leq 2000\big)\text{┤}, \quad (4)$$

где J(τ) – целевая функция (млрд долл.), r = 0,03 – ставка социального дисконтирования, AC(t) – годовые затраты на снижение, равные площади под MAC-кривой в точке (τ(t), E(t)), B – кумулятивный углеродный бюджет 2020–2050 годов (Гт CO_2), τ = (τ(t₁), …, τ(t₆)) – управляющий вектор узловых цен на сетке t₁ = 2025, …, t₆ = 2050. Ограничение C1 фиксирует верхний предел совокупных выбросов, C2 – монотонность (неубывание) ценовой траектории, согласованную с предсказуемостью сигнала; границы управляющих переменных задают физически допустимый диапазон. Промежуточные значения τ(t) восстанавливаются интерполяцией PCHIP с граничным условием τ(2020) = 0. Выбор ставки r = 3 % соответствует стандартной практике интегрированных моделей и обсуждению общественной ставки дисконтирования [8; 11; 12].

Задача решается алгоритмом последовательного квадратичного программирования (Sequential Least Squares Programming, SLSQP) Д. Крафта [18], реализованным в составе пакета scipy.optimize. Критерии останова: функциональная точность ftol = 10^{-8}, максимальное число итераций 500. Начальная точка x_0 = (50, 100, 150, 250, 400, 600) долл./т CO_2 выбрана внутри допустимой области с соблюдением монотонности и согласована с профилем сценария отложенного перехода. Рассмотрены пять постановок: три бюджетные с B = 40, 30 и 25 Гт CO_2 (мягкий, центральный и жёсткий бюджеты) и две эндпоинт-постановки, в которых ограничение C1 заменяется требованием на конечную точку E(2050) ≤ E_target при E_target = 775 млн т (–50 % к 2020 году) и 465 млн т (–70 %). Эндпоинт-постановки служат контрольной конструкцией для сопоставления бюджетной цели с целью на конкретный год.

Результаты

Сходимость алгоритма и проверка корректности решения

Все пять постановок сошлись за число итераций от 19 до 45, что подтверждает корректность выбора начальной точки и хорошую обусловленность задачи. Для центрального бюджета B = 30 Гт целевая функция убывает с начального значения 1 573,31 до оптимального 1 173,52 млрд долл. Профиль сходимости (рисунок 1) распадается на три фазы: глобальную (итерации 1–8,

падение целевой функции на 20,3 % и быстрая активация ограничения монотонности для первых двух узлов), среднюю (итерации 9–22, последовательная активация условий монотонности на старших узлах) и финальную (итерации 23–33, асимптотический выход на плато с численной стабилизацией узловых цен до 10^{-4} долл./т CO_2). Такой профиль типичен для задач SLSQP с разреженной структурой активных ограничений.

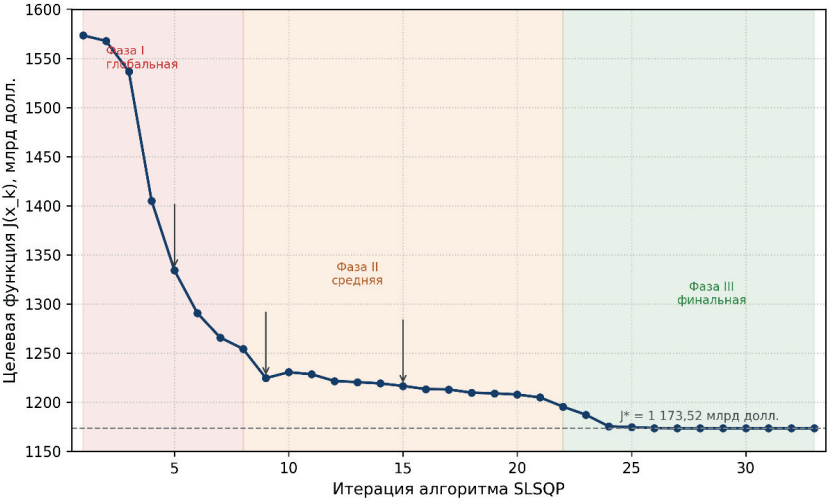

Рисунок 1 – Кривая сходимости алгоритма SLSQP: значение целевой функции J(x_k) по итерациям (центральный бюджет B = 30 Гт). Источник: расчёты автора по итерационному протоколу SLSQP

Строгая положительность всех компонент градиента целевой функции в найденных оптимумах (от +1,05 до +3,28 млрд долл. на единицу цены в раннем узле и убывание к позднему узлу из-за дисконтирования) указывает на активность бюджетного ограничения C1 во всех трёх бюджетных сценариях: при неактивном бюджете оптимум достигался бы при нулевой цене и нулевой целевой функции. Формальная проверка показывает, что невязка бюджетного ограничения не превышает 10^{-7}–10^{-9} Гт CO_2, что согласуется с допуском алгоритма; первое условие монотонности $\tau(2030) \geq \tau(2025)$ активно во всех постановках, остальные разности строго положительны. Верхняя граница цены 2000 долл./т CO_2 не достигается ни в одном сценарии (максимум 605 долл./т в наиболее жёсткой эндпоинт-постановке). Возмущение начальной точки на ±50 % приводит к тому же оптимуму с точностью до 10^{-4} долл./т CO_2, что эмпирически исключает локальные минимумы в окрестности решения.

Оптимальные траектории по бюджетным сценариям

Сводка найденных оптимумов представлена в таблице 2. Для трёх бюджетных сценариев характерна общая качественная структура: активация ограничения монотонности между первым и вторым узлами ($\tau(2025) = \tau(2030)$) и последующий плавный рост к 2050 году со среднегодовым темпом 2,1–2,4 %. Переход от мягкого бюджета к жёсткому повышает начальную цену с 61,6 до 234,5 долл./т CO_2 (в 3,8 раза) и конечную – с 110,7 до 393,9 долл./т CO_2 (в 3,6 раза) при сохранении формы профиля, то есть масштабирует уровень сигнала, не меняя его структуры.

Таблица 2 – Сводка оптимальных решений задачи SLSQP по бюджетным и эндпоинт-постановкам

Сценарий	τ*(2025)	τ*(2030)	τ*(2035)	τ*(2040)	τ*(2045)	τ*(2050)	J, млрд $	Σ E, Гт
B_1 = 40 Гт (мягкий)	61,6	61,6	72,6	82,2	95,1	110,7	191,3	40,00
B_2 = 30 Гт (центр.)	164,8	164,8	188,5	210,9	242,0	283,9	1173,5	30,00
B_3 = 25 Гт (жёсткий)	234,5	234,5	263,1	292,6	334,2	393,9	2162,3	25,00
E(2050) ≤ 775 Мт	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	348,3	116,3	45,92
E(2050) ≤ 465 Мт	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	605,0	310,8	44,87

Примечание. Цены τ* – в долл./т CO_2. Источник: расчёты автора. Снижение выбросов к 2050 году составляет 19,8 % (B_1), 43,2 % (B_2) и 54,3 % (B_3).

Погодовые оптимальные траектории цены τ*(t) и выбросов E*(t) показаны на рисунках 2 и 3. Три бюджетные траектории стартуют в 2020 году с нуля, быстро возрастают к 2025 году до уровней 61,6 / 164,8 / 234,5 долл./т CO_2, удерживаются на постоянном уровне в 2025–2030 годах (активное ограничение монотонности формирует фазу стабильного сигнала) и далее плавно растут. Соответствующие траектории выбросов плавно снижаются от 1 550 млн т до 1 244 / 881 / 708 млн т CO_2 к 2050 году. Принципиально иную форму имеют эндпоинт-траектории: цена удерживается на нуле до 2045 года и резко возрастает в последние пять лет до 348,3 и 605,0 долл./т CO_2, а выбросы остаются на базовом уровне 1 550 млн т вплоть до 2045 года и затем обрушиваются к целевым 775 и 465 млн т.

Формальная проверка ограничений в найденных оптимумах сведена в таблицу 3. Во всех бюджетных сценариях граница бюджета достигается с машинной точностью, а первое разностное условие монотонности обращается

в нуль, что подтверждает выход решения на грань допустимого множества именно по ожидаемым активным ограничениям.

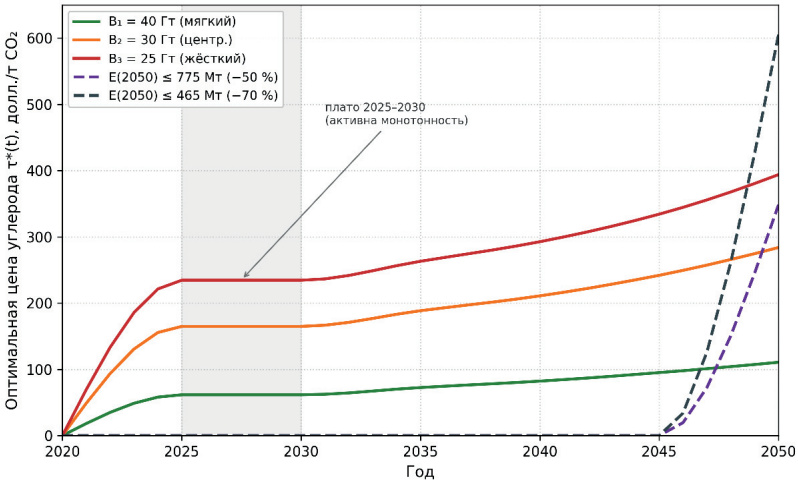

Рисунок 2 – Оптимальные траектории цены на углерод τ*(t) по пяти сценариям. Источник: расчёты автора

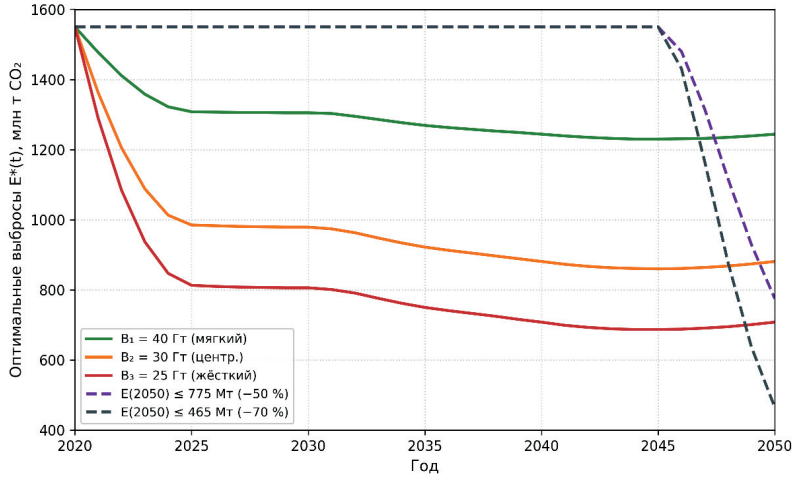

Рисунок 3 – Оптимальные траектории выбросов E*(t) по пяти сценариям. Источник: расчёты автора

Таблица 3 – Проверка активности ограничений в найденных оптимумах

Сценарий	Σ E(τ*), Гт	Невязка C1, Гт	Δτ(2030,2025)	min Δτ (стар. узлы)
$B_1 = 40$ Гт	40,00000	$+2{,}3 \cdot 10^{-8}$	0,00 (активно)	+9,63
$B_2 = 30$ Гт	30,00000	$+1{,}5 \cdot 10^{-9}$	0,00 (активно)	+22,41
$B_3 = 25$ Гт	25,00000	$+1{,}3 \cdot 10^{-7}$	0,00 (активно)	+28,63
$E(2050) \leq 775$ Мт	45,91570	– (иная постановка)	0,00 (активно)	0,00
$E(2050) \leq 465$ Мт	44,87449	– (иная постановка)	0,00 (активно)	0,00

Источник: расчёты автора. Точность удовлетворения бюджетного ограничения 10^{-7}–10^{-9} Гт CO_2 согласуется с допуском ftol = 10^{-8} алгоритма SLSQP и подтверждает корректность и регулярность всех найденных оптимумов.

Сопоставление с эталонными сценариями NGFS Phase 5

Сопоставление оптимальных траекторий с эталонными сценариями NGFS выполнено по уровню цены к 2050 году и по горизонтам 2030, 2040 и 2050 годов (таблица 4, рисунок 4). При мягком бюджете $B_1 = 40$ Гт оптимальная цена к 2050 году (110,7 долл./т CO_2) близка к уровню сценария NDC (105 долл./т, разрыв +5,4 %); при центральном бюджете $B_2 = 30$ Гт оптимум (283,9 долл./т) попадает между сценариями DT (270) и B2C (420); при жёстком бюджете $B_3 = 25$ Гт оптимум (393,9 долл./т) приближается к B2C (420 долл./т, разрыв –6,2 %).

Таблица 4 – Сопоставление оптимальных цен τ*(t) с эталонами NGFS Phase 5 по горизонтам, долл./т CO_2

Горизонт	B_1 40 Гт	B_2 30 Гт	B_3 25 Гт	NGFS NDC	NGFS DT	NGFS B2C	NGFS NZ
τ(2030)	61,6	164,8	234,5	≈ 25	≈ 8	≈ 73	≈ 150
τ(2040)	82,2	210,9	292,6	≈ 55	≈ 130	≈ 220	≈ 480
τ(2050)	110,7	283,9	393,9	≈ 105	≈ 270	≈ 420	≈ 1120

Источник: расчёты автора (SLSQP) и эталонные траектории цен сценариев NGFS Phase 5; значения NGFS округлены до 5 долл./т CO_2.

Содержательный вывод сопоставления состоит в том, что оптимальные по критерию минимума приведённых затрат траектории генерируют более высокие цены на раннем горизонте (2030 год), чем все сценарии NGFS, за исключением наиболее амбициозного Net Zero, но существенно более

низкие – на конечном горизонте, особенно относительно Net Zero (393,9 против 1 120 долл./т, то есть в 2,8 раза ниже – сценарий B_3). Иными словами, принцип оптимальности требует более ранней и более постепенной реализации ценового сигнала, чем заложено в типовых эталонных сценариях.

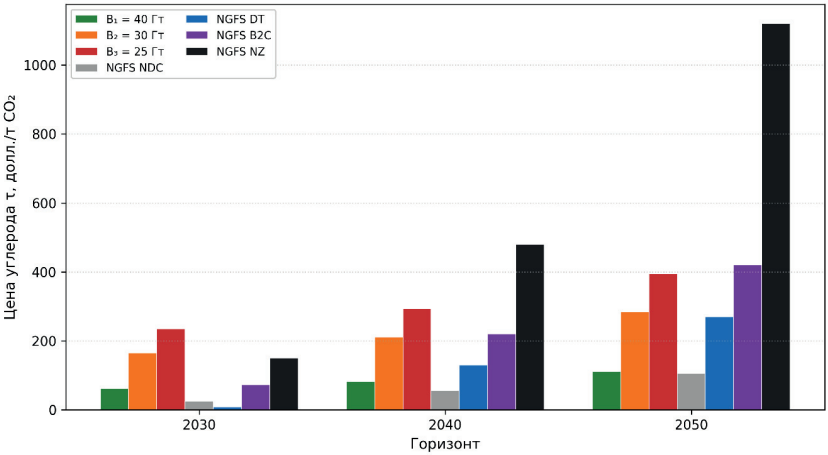

Рисунок 4 – Цены на углерод: оптимумы SLSQP против эталонных сценариев NGFS Phase 5 по горизонтам. Источник: расчёты автора и эталонные траектории NGFS Phase 5

Бюджетная и эндпоинт-постановки: количественное сравнение

Сравнение центрального бюджета $B_2 = 30$ Гт с эндпоинт-постановкой при той же конечной цели (таблица 5) обнаруживает фундаментальное различие. Эндпоинт-стратегия минимизирует приведённые затраты (J = 116,3 против 1 173,5 млрд долл., на 90,1 % ниже), но это достигается ценой откладывания всех действий: совокупные выбросы 2020–2050 годов в ней составляют 45,92 Гт против 30,00 Гт у бюджетного оптимума, то есть на 53,1 % больше. Формально достигая целевого значения 2050 года, эндпоинт-стратегия накапливает в атмосфере на 15,9 Гт CO_2 больше. Это прямое следствие дисконтирования: при r = 3 % весовой коэффициент 2046 года (≈ 0,46) почти вдвое меньше коэффициента 2025 года (≈ 0,86), поэтому оптимизатор переносит затраты в конец горизонта, пока это не нарушает терминальное ограничение.

Таблица 5 – Сравнение бюджетной (B_2 = 30 Гт) и эндпоинт-постановки ($E(2050) \leq 775$ Мт)

Показатель	B_2 = 30 Гт	Эндпоинт –50 %	Разница
J = приведённые затраты, млрд $	1173,5	116,3	–90,1 %
Σ E 2020–2050, Гт	30,00	45,92	+53,1 %
Снижение E к 2050, %	43,17	50,00	+6,8 п. п.
Цена в 2025 году, долл./т	164,8	0,0	–164,8
Цена в 2050 году, долл./т	283,9	348,3	+64,4
Темп роста цены 2045–2050, %/год	3,25	199,5	шок

Источник: расчёты автора по данным таблиц 2. Пиковый темп роста цены в эндпоинт-сценарии (199,5 % в год против 3,25 % у бюджетного оптимума) количественно иллюстрирует несовместимость отложенно-форсированной корректировки с плавной адаптацией: при таком темпе невозможна адаптация инвестиционных циклов, а инновационные агенты лишаются возможности формировать устойчивые ценовые ожидания, наличие которых критично для индуцирования низкоуглеродных инноваций [5].

Обсуждение

Полученные результаты обеспечивают формально-численное обоснование гипотезы H4, формулируемой дословно следующим образом: **«достижение целей низкоуглеродного развития без ценового сигнала требует темпов технологического прогресса, кратно превышающих исторические»**. Синтетический сценарий, согласованный с центральным бюджетом B_2 = 30 Гт, при попытке достичь того же уровня выбросов без ценового сигнала ($\tau = 0$) потребовал бы среднегодового снижения углеродоёмкости валового внутреннего продукта на уровне 7,9 % в год, что в 3,2 раза превышает исторически наблюдаемый тренд 2,5 % в год. Поскольку положительная целевая функция $J(\tau)$ монотонно возрастает по каждой компоненте цены, а во всех бюджетных оптимумах активно бюджетное ограничение, достижение целевого уровня выбросов при нулевой цене требует нереалистичного ускорения автономного технического прогресса. Тем самым необходимость ценового сигнала как инструмента индуцирования инноваций получает количественное подтверждение.

Результаты подтверждают и гипотезу H5, формулируемую дословно так: **«раннее постепенное введение ценового сигнала минимизирует волатильность валового внутреннего продукта по сравнению с отложенным форсированным»**. Бюджетные оптимумы реализуют именно раннее постепенное введение: цена быстро выходит к стабильному уровню к 2025 году, удерживается в 2025–2030 годах и далее растёт умеренным темпом 2,1–2,4 %

в год. Напротив, эндпоинт-постановка воплощает отложенное форсированное введение – нулевой сигнал до 2045 года и последующий ценовой шок с темпом до 199,5 % в год. Количественной мерой преимущества раннего сценария служит то, что при формально одинаковой цели 2050 года бюджетная стратегия накапливает на 53 % меньше совокупных выбросов и исключает шоковое обесценение активов, тогда как форсированный финал несовместим с плавной адаптацией инвестиционных и инновационных циклов. В оптике экономики инноваций ранний и предсказуемый сигнал формирует устойчивый инновационный климат, поскольку именно стабильность ценовых ожиданий определяет решения фирм об инвестициях в низкоуглеродные разработки [5; 6].

Полученная структура оптимальной политики согласуется с теоретической литературой по оптимальному снижению выбросов. Вывод о раннем старте и плавном профиле цены соответствует результатам Л. Гоулдера и К. Матаи о том, что наличие индуцированного технического прогресса формирует сглаженный профиль оптимального углеродного налога [7], а также логике моделей оптимального роста с эндогенными технологиями [9; 10]. Нелинейное снижение коэффициента $\beta(t)$ и связанный с ним рост предельных издержек глубокой декарбонизации воспроизводят закономерность, формализованную в работе Л. Друэ, В. Бозетти и М. Тавони [13]. Уровень оптимальных цен (165–284 долл./т CO_2 для центрального бюджета) превышает согласованные с целью 2 °C мировые цены углерода 70–130 долл./т, фигурирующие в исследовании И. Макарова с соавторами при оценке воздействия глобальной климатической политики на экономику России в модели общего равновесия [15]; расхождение объяснимо тем, что в настоящей работе цена калибруется на отклик собственных выбросов России по MAC-кривой, тогда как глобальные оценки отражают усреднённый мировой сигнал. При этом следует учитывать предупреждение И. А. Башмакова о возможном завышении требуемой цены при игнорировании структурно-трансформационных эффектов [16].

Методологические ограничения работы определяются допущениями модели отклика выбросов. Во-первых, лог-линейная параметризация MAC-кривой и стационарность коэффициентов $\beta(t)$ относительно макроэкономических шоков являются упрощением: учёт отраслевых перетоков, рынка труда и налогово-бюджетных обратных связей потребовал бы расширения модельного комплекса вычислимой моделью общего равновесия или детализированной энергоэкономико-экологической моделью. Во-вторых, оптимизация ведётся по детерминированной траектории и не охватывает напрямую неопределённость функций ущерба и затрат, формализуемую в робастных постановках [13; 14]. В-третьих, целевое направление доходов от цены на углерод на финансирование низкоуглеродных исследований и разработок, способное дополнительно усилить инновационный эффект, в настоящей

постановке не моделируется и образует естественную перспективу развития. Тем не менее эти ограничения не затрагивают основной качественный вывод: оптимальная политика обладает инвариантной структурой раннего постепенного сигнала, а отложенный форсированный профиль количественно проигрывает по совокупным выбросам.

Заключение

В работе построен и формально-численно обоснован Синтетический сценарий низкоуглеродного развития Российской Федерации как решение задачи нелинейного программирования по выбору оптимальной траектории цены на углерод при альтернативных бюджетных ограничениях. Модель отклика выбросов откалибрована как лог-линейная кривая предельных издержек снижения по межсценарным данным NGFS Phase 5, управляющий вектор узловых цен интерполирован монотонно-сохраняющим кусочно-кубическим методом, а задача решена алгоритмом последовательного квадратичного программирования с проверкой активности ограничений и устойчивости оптимумов.

Получены следующие основные результаты. Центральному углеродному бюджету 30 Гт CO_2 соответствует Синтетический сценарий с ценой 164,8 долл./т CO_2 в 2025 году и плавным ростом до 283,9 долл./т к 2050 году, обеспечивающий снижение выбросов на 43,2%; мягкому и жёсткому бюджетам отвечают цены 110,7 и 393,9 долл./т к 2050 году. Все бюджетные оптимумы обладают инвариантной качественной структурой – ранним стартом и фазой стабильного ценового сигнала 2025–2030 годов, формируемой активным ограничением монотонности. Достижение целевого уровня выбросов без ценового сигнала потребовало бы среднегодового снижения углеродоёмкости на 7,9%, что в 3,2 раза превышает исторический темп, чем количественно подтверждается гипотеза о необходимости ценового сигнала. Отложенная форсированная (эндпоинт) стратегия при формально той же цели 2050 года накапливает на 53% больше совокупных выбросов и сопряжена с ценовым шоком до 199,5% в год, что обосновывает преимущество раннего постепенного введения цены.

Вклад в специальность 5.2.2 состоит в разработке и применении оптимизационной модели выбора траектории экономического сигнала: формализована задача нелинейного программирования, реализовано её решение методом SLSQP с интеграцией кусочно-кубической интерполяции в имитационную модель выбросов, проведён анализ градиентов, истории сходимости и активности ограничений. Вклад в специальность 5.2.3 состоит в количественном обосновании параметров цены на углерод, формирующих стимулирующий низкоуглеродные инновации экономический климат, и в интерпретации результатов применительно к ресурсно-экспортной структуре российской экономики. Перспективой исследования выступает снятие допущения стационарности кривой предельных издержек снижения за счёт

сопряжения модели с вычислимой моделью общего равновесия и явный учёт целевого направления доходов от цены на углерод на финансирование низкоуглеродных исследований и разработок.

Список литературы

1. Acemoglu D., Aghion P., Bursztyn L., Hémous D. The environment and directed technical change // American Economic Review. 2012. Vol. 102, № 1. P. 131–166.

2. Aghion P., Dechezleprêtre A., Hémous D., Martin R., Van Reenen J. Carbon taxes, path dependency, and directed technical change: evidence from the auto industry // Journal of Political Economy. 2016. Vol. 124, № 1. P. 1–51.

3. Popp D. Induced innovation and energy prices // American Economic Review. 2002. Vol. 92, № 1. P. 160–180.

4. Calel R. Adopt or innovate: understanding technological responses to cap-and-trade // American Economic Journal: Economic Policy. 2020. Vol. 12, № 3. P. 170–201.

5. Cantone B., Evans D., Reeson A. The effect of carbon price on low carbon innovation // Scientific Reports. 2023. Vol. 13. Art. 9525.

6. Probst B., Touboul S., Glachant M., Dechezleprêtre A. Global trends in the invention and diffusion of climate change mitigation technologies // Nature Energy. 2021. Vol. 6, № 11. P. 1077–1086.

7. Goulder L. H., Mathai K. Optimal CO2 abatement in the presence of induced technological change // Journal of Environmental Economics and Management. 2000. Vol. 39, № 1. P. 1–38.

8. Nordhaus W. D. Revisiting the social cost of carbon // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017. Vol. 114, № 7. P. 1518–1523.

9. Bosetti V., Carraro C., Galeotti M., Massetti E., Tavoni M. WITCH – A World Induced Technical Change Hybrid Model. Venice: Ca' Foscari University of Venice, 2006. (Working Paper No. 46/WP/2006).

10. Edenhofer O., Bauer N., Kriegler E. The impact of technological change on climate protection and welfare: insights from the model MIND // Ecological Economics. 2005. Vol. 54, № 2–3. P. 277–292.

11. Ramsey F. P. A mathematical theory of saving // The Economic Journal. 1928. Vol. 38, № 152. P. 543–559.

12. Pizer W., Adler M., Aldy J. et al. Using and improving the social cost of carbon // Science. 2014. Vol. 346, № 6214. P. 1189–1190.

13. Drouet L., Bosetti V., Tavoni M. Selection of climate policies under the uncertainties in the Fifth Assessment Report of the IPCC // Nature Climate Change. 2015. Vol. 5, № 10. P. 937–940.

14. Barnett M., Brock W., Hansen L. P. Pricing uncertainty induced by climate change // The Review of Financial Studies. 2020. Vol. 33, № 3. P. 1024–1066.

15. Makarov I., Chen Y.-H.H., Paltsev S. Impacts of climate change policies worldwide on the Russian economy // Climate Policy. 2020. Vol. 20, № 10. P. 1242–1256.

16. Bashmakov I. A., Bashmakov V. A., Borisov K. et al. Russia on the pathways to carbon neutrality: forks on roadmaps. Moscow: CENEf-XXI, 2024. 77 p.

17. Fritsch F. N., Carlson R. E. Monotone piecewise cubic interpolation // SIAM Journal on Numerical Analysis. 1980. Vol. 17, № 2. P. 238–246.

18. Kraft D. A software package for sequential quadratic programming. Oberpfaffenhofen: Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, 1988. 33 p. (DFVLR-FB 88–28).

19. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р // Собрание законодательства Российской Федерации. 2021. № 45, ст. 7556.

20. NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors. Phase 5. Network for Greening the Financial System, 2024. URL: https://www.ngfs.net (дата обращения: 01.03.2025).

21. Barrell R., Davis E. P. Financial liberalisation, consumption and wealth effects in seven OECD countries // Scottish Journal of Political Economy. 2007. Vol. 54, № 2. P. 254–267.

DOI 10.34660/INF.2026.58.85.021

ЛИНИИ РАЗРЫВА В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ: СТИЛЬ ЖИЗНИ В КОНТЕКСТЕ ПОКОЛЕНЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ

Слинков Михаил Анатольевич
независимый исследователь
Москва, Россия

Аннотация. *Усиливающаяся дифференциация современного общества всё чаще осмысляется через призму стиля жизни, который перестаёт быть устойчивой характеристикой социального положения и превращается в динамичный, ситуативный феномен. Сегодня исследователи всё больше говорят о гибридных формах стиля жизни, сочетающих в себе элементы, ранее закреплённые за разными классами и поколенческими группами. Это ставит под сомнение традиционные аналитические схемы и требует поиска новых инструментов, способных улавливать подвижность и неоднородность повседневных практик. Цель данной работы – проследить, как поколенческий разрез (когорты X, Y и Z) позволяет увидеть ключевые векторы трансформации стиля жизни и какие изменения в маркетинговых и управленческих подходах эти трансформации инициируют. В ходе исследования выделены три группы, чьи ценностные ориентации и потребительские стратегии формируются под воздействием цифровой среды, прекариата и аксиологической фрагментации. Показано, что маркетинг всё больше смещается от продвижения товаров к трансляции смыслов, а универсальные стратегии взаимодействия с аудиторией уступают место коммуникации, построенной на доверии и общих ценностях. В заключении обосновывается необходимость интеграции социологического и маркетингового знания для адекватного анализа и прогнозирования изменений стилей жизни в условиях нарастающей социальной неопределённости.*

Ключевые слова: *стиль жизни, поколенческий подход, прекариат, экономика смыслов, маркетинг, ценностная ориентация, зумеры, миллениалы, поколение X.*

Усиливающаяся дифференциация современного общества затрагивает самые различные аспекты жизнедеятельности людей. Одним из таких аспектов, подвергающихся значительной трансформации, является стиль жизни. Данная трансформация начала активно развиваться в последней четверти

XX в., ознаменовав появление так называемого общества модерна [1]. Однако современные глобальные тренды, такие, как цифровая иммерсия, прекаризация занятости, аксиологическая фрагментация и демографическое старение, не просто вносят отдельные коррективы, но инициируют парадигмальный сдвиг в понимании стиля жизни. В социологии этот сдвиг требует отхода от статичных схем анализа в пользу динамических сетевых моделей [2]. В маркетинге он знаменует становление ценностно-ориентированного взаимодействия с аудиторией потребителей [4].

Ключевым вызовом для обеих дисциплин становится осознание того, что стиль жизни утрачивает свойства стабильной системы и превращается во временную, ситуационную сборку разнородных элементов. Ответом на этот вызов может стать разработка общей методологической рамки, интегрирующей количественные (большие данные, цифровая этнография и др.) и качественные (нарративные интервью, анализ блогов о стиле жизни и др.) подходы. Только такой синтез позволит не архаично описывать, а предвосхищать и, возможно, мягко направлять дальнейшее развёртывание столь сложного феномена, каковым остаётся человеческий стиль жизни.

В рамках данной парадигмы рассмотрим три ключевые когортные группы, традиционно выделяемые при использовании поколенческого подхода в социальных исследованиях [3].

Поколение X (родившиеся в 1965–1980 гг.) выступает в роли «аналогово-цифрового моста». Их система установок формировалась в условиях позднесоветского транзита и экономической турбулентности 90-х годов, что обусловило крайний индивидуализм и тотальный прагматизм как единственный работающий инструмент выживания.

Социологически их можно охарактеризовать как носителей гибридного мировоззрения. Они помнят жизнь без интернета, но при этом являются активными его пользователями; они ценят материальную стабильность, достигнутую тяжёлым трудом, но открыты к технологическим инновациям. Для этой когорты характерна высокая ценность независимости и скепсис по отношению к институциональным авторитетам.

С точки зрения маркетинга, это сегмент, требующий рациональной аргументации и доказательства утилитарной пользы. Потребительское поведение поколения X строится на принципе рационального выбора: перед принятием решения они проводят собственное исследование, сравнивают характеристики, читают экспертные обзоры. Лояльность здесь покупается не эмоциями, а качеством продукта и безупречным сервисом. Они являются носителями гибридной модели потребления, сочетающей лояльность к традиционным каналам (офлайн-ритейл) с активным использованием цифровых инструментов для сравнения и поиска выгоды.

Миллениалы – поколение Y (родившиеся в 1981–1996 гг.) представляют собой первое поколение, чья социализация была неразрывно связана с глобальной цифровой средой. Ключевой особенностью их жизненного опыта является столкновение с явлением прекариата – нестабильной занятостью, лишающей долгосрочного горизонта планирования [5].

Это сместило их фокус с накопления материальных благ («владения») на получение впечатлений, саморазвитие и поиск экзистенциального смысла («бытия»). Их стиль жизни характеризуется высокой степенью рефлексии и недоверием к прямой рекламе. Потребительское поведение миллениалов нелинейно и строится вокруг концепции user experience, где процесс выбора и эстетика упаковки зачастую важнее самого факта владения продуктом.

Покупка для них – это акт голосования за ценности компании. Они выбирают бренды, транслирующие экологическую ответственность, инклюзивность и социальную справедливость. Коммуникация смещается с плоскости «продукт решает вашу проблему» в плоскость «наш бренд разделяет ваши ценности», превращая потребителя из пассивного получателя рекламы в единомышленника.

Зумеры – поколение Z (родившиеся после 1997 г.) являются «туземцами цифрового мира», для которых граница между онлайн- и офлайн-реальностью практически стёрта. Если для миллениалов интернет был инструментом, то для зумеров это естественная среда обитания, формирующая их когнитивные паттерны.

Главным вызовом для этого поколения становится аксиологическая фрагментация – отсутствие единой, монолитной системы ценностей, заменяемой набором ситуативных идентичностей. Вызовом для маркетинговой коммуникации является их абсолютная невосприимчивость к традиционным методам продвижения товаров. Они обладают встроенным «детектором фальши» и мгновенно считывают попытки манипуляции или неаутентичного поведения брендов (greenwashing).

Для зумеров традиционные рекламные ходы практически не работают. Эффективную коммуникацию с ними выстраивают через нативную интеграцию, интерактивные форматы и коллаборации с микро-инфлюенсерами. Сама покупка превращается лишь в перформативный акт – способ подтвердить свою идентичность и заявить о принадлежности к конкретному цифровому комьюнити.

Если посмотреть на различия между поколениями, то становится очевидно, что природа рыночных отношений кардинально меняется. Мы уходим от экономики массового производства и стандартизированного потребления, характерной для XX века, и вступаем в эпоху, где главную ценность приобретают нематериальные вещи. Сегодня маркетинг продаёт не столько сам товар, сколько тот смысл, который он вносит в жизнь человека. Закономерным

продолжением этого тренда является экономика впечатлений: бизнес предлагает эмоцию, запоминающийся опыт, статус участника события [4].

Эта трансформация ставит перед бизнесом ряд серьёзных вызовов:

• аутентичность стала критичной. Теперь любые попытки демонстрирования социальной ответственности без сопровождающих реальных действий приводят к репутационным потерям;

• измерить отдачу от таких вложений всё сложнее. Сейчас привычные метрики начинают уступать место индексам лояльности (NPS) и пожизненной ценности клиента (LTV);

• скорость перемен зашкаливает. Теперь тренды приходят и уходят быстрее, чем компании успевают на них отреагировать.

Стратегиями адаптации становятся единая информационная среда, смысловое повествование вместо прямой рекламы, создание комьюнити и гиперперсонализация предложений. Таким образом, современный маркетинг перестаёт быть функцией отдела продаж и становится философией всей компании.

Стратегии адаптации заключаются в формировании единой информационной среды, замене прямой рекламы смысловыми нарративами, выстраивании сообществ вокруг бренда и гиперперсонализация предложений. По сути, современный маркетинг перестаёт быть придатком отдела продаж и захватывает все аспекты менеждмента, глубинный сдвиг очевиден. Мы движемся от экономики массового производства к экономике смыслов и впечатлений. Технологическая революция и распространение прекариата задают новый исторический контекст, а также меняют ценностные ориентиры молодых поколений.

Для бизнеса это не просто повод скорректировать рекламную кампанию. Универсальных стратегий больше не существует. Опираться исключительно на демографические данные – значит заведомо проиграть. Успешная коммуникация сегодня строится на смыслах, которые отзываются в мировоззрении конкретной аудитории. Компаниям придётся освоить социологическое мышление и научиться разбираться в системе установок разных поведенческих когорт. В конечном счёте побеждает не тот, кто производит дешёвый товар, а тот, кто способен выстроить долгосрочные отношения, основанные на доверии и разделяемых ценностях.

Литература

1. Горбань Е. С. Обзор социологических теорий и интерпретация понятия «стиль жизни»: от классового общества до постмодерна // Экономическая социология. 2013. № 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sotsiologicheskih-teoriy-i-interpretatsiya-ponyatiya-stil-zhizni-ot-klassovogo-obschestva-do-postmoderna (дата обращения 20.05.2026).

2. Ильин В. И. Социальный серфинг как модель молодежного образа жизни // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2019. № 1. С. 28–48. DOI: 10.14515/monitoring.2019.1.02.

3. Новикова В. С. Теоретико-методологические подходы к исследованию поколений: сравнительный анализ. Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2024. № 16 (4). С. 128–143. https://doi.org/10.47370/2078–1024–2024–16–4–128–143.

4. Тен Ю. А. Рекомендации по формированию этического подхода к потребительству в контексте глобального общества // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2025. № 1. С. 225–229.

5. Standing, G. The Precariat: The New Dangerous Class. 2011. London, Bloomsbury Academic.

DOI 10.34660/INF.2026.59.19.125

ПРАВОВАЯ КВАЛИФИКАЦИЯ И НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ ФИНАНСИРОВАНИЯ СУДЕБНЫХ СПОРОВ ТРЕТЬИМИ ЛИЦАМИ: СРАВНИТЕЛЬНО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ

Щегляев Владимир Александрович
докторант
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алмата, Республика Казахстан
Созин Илья Владимирович
магистрант
Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет», Павлодар, Республика Казахстан
Ганикель Артур Александрович
магистрант
Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет», Павлодар, Республика Казахстан

Аннотация. *В статье рассматриваются особенности правовой квалификации соглашений о финансировании судебных споров третьими лицами (Third-Party Litigation Funding, TPLF) и их влияние на налоговые последствия участников соответствующих отношений. Проведён сравнительный анализ зарубежных подходов и практики России и Республики Казахстан. Установлено, что отсутствие самостоятельного регулирования TPLF в странах СНГ приводит к зависимости налоговых последствий от выбранной гражданско-правовой конструкции. Сделан вывод о необходимости формирования единых подходов к правовой квалификации таких соглашений как условии повышения правовой определённости и инвестиционной привлекательности данного механизма.*

Ключевые слова: *финансирование судебных споров третьими лицами, TPLF, litigation funding, налоговые последствия, правовая квалификация, договор займа, уступка права требования, сравнительно-правовой анализ.*

В последние десятилетия развитие финансовых инструментов привело к появлению новых механизмов обеспечения доступа к правосудию, одним из которых является финансирование судебных споров третьими лицами (Third-Party Litigation Funding, далее – TPLF). Суть данного механизма заключается в предоставлении стороннему лицу денежных средств для ведения судебного или арбитражного разбирательства в обмен на право получения части присужденной суммы либо иного вознаграждения в случае успешного разрешения спора [1, с. 59].

Первоначально подобные механизмы получили распространение в странах общего права. В Великобритании, Австралии и ряде других государств TPLF постепенно трансформировался из спорной правовой конструкции, связанной с доктринами maintenance и champerty, в самостоятельный институт, обладающий собственными механизмами регулирования и контроля.

В государствах постсоветского пространства ситуация развивается иным образом. Российское и казахстанское законодательство не содержат специальных норм, посвящённых финансированию судебных споров третьими лицами. Вместе с тем отсутствие нормативного закрепления не означает отсутствия соответствующих экономических отношений. На практике финансирование судебных расходов может осуществляться посредством различных гражданско-правовых конструкций, включая договор займа, уступку права требования, факторинг, смешанные и непоименованные договоры.

Указанное обстоятельство порождает не только вопросы гражданско-правовой квалификации соответствующих соглашений, но и проблемы определения их налоговых последствий. В отличие от государств, где TPLF признаётся самостоятельным институтом, в России и Казахстане налогообложение таких отношений зависит от выбранной сторонами договорной конструкции. Соответственно, идентичные по своему экономическому содержанию отношения могут приводить к различным подходам к определению налоговой базы, момента возникновения дохода и состава учитываемых расходов вследствие различий в их юридическом оформлении.

Отсутствие самостоятельного правового регулирования финансирования судебных споров в России и Республике Казахстан приводит к тому, что идентичные по экономическому содержанию отношения могут оформляться посредством различных гражданско-правовых конструкций. При этом выбор конкретной модели имеет значение не только для определения прав и обязанностей сторон, но и для установления налоговых последствий соответствующей сделки.

Наиболее распространённой конструкцией, посредством которой могут оформляться отношения по финансированию судебных расходов в государствах СНГ, является договор займа.

С точки зрения действующего гражданского законодательства Российской Федерации наиболее простой моделью оформления отношений между финансистом и участником судебного спора является договор займа.

Применительно к финансированию судебных споров данная модель предполагает, что финансист предоставляет стороне денежные средства, необходимые для оплаты государственной пошлины, услуг представителей, экспертов и иных судебных расходов. В дальнейшем заёмщик обязан вернуть полученную сумму займа, а также предусмотренное договором вознаграждение.

С налоговой точки зрения возврат основной суммы займа не образует дохода финансиста ни в Российской Федерации, ни в Республике Казахстан. Фактически происходит возврат ранее переданного имущества, в связи с чем налогооблагаемая база возникает только в отношении суммы вознаграждения (процентов), получаемой финансистом.

В Российской Федерации проценты по договору займа относятся к внереализационным доходам налогоплательщика и подлежат включению в налоговую базу по налогу на прибыль организаций в соответствии со статьями 250 и 271 Налогового кодекса Российской Федерации [2]. При этом сама операция по предоставлению займа не признаётся объектом обложения налогом на добавленную стоимость, что делает данную конструкцию относительно привлекательной с точки зрения налоговой нагрузки. Аналогичный подход действует и в Республике Казахстан [3].

Несмотря на относительную простоту рассматриваемой конструкции, её применение к отношениям по финансированию судебных споров вызывает ряд вопросов. Классический договор займа предполагает обязанность возврата денежных средств независимо от результата судебного разбирательства. В свою очередь, основная особенность TPLF заключается в том, что финансист принимает на себя риск проигрыша дела и, как правило, не имеет права требовать возврата вложенных средств при неблагоприятном исходе спора.

Таким образом, несмотря на высокую степень налоговой определённости и относительную простоту применения, договор займа лишь частично отражает экономическую сущность финансирования судебных споров. Рассматриваемая конструкция позволяет урегулировать передачу денежных средств, однако не учитывает инвестиционный характер отношений и зависимость вознаграждения финансиста от результата судебного разбирательства.

В отличие от договора займа, конструкция уступки права требования значительно ближе к экономической сущности финансирования судебных споров третьими лицами. Если при займе финансист рассчитывает на возврат переданных денежных средств независимо от результата судебного разбирательства, то при уступке права требования его доход напрямую зависит от успешности взыскания спорной суммы.

В соответствии со статьёй 382 Гражданского кодекса Российской Федерации право (требование), принадлежащее кредитору на основании обязательства, может быть передано им другому лицу по сделке (уступка требования) [4]. Аналогичный подход закреплён в статьях 339–347 Гражданского кодекса Республики Казахстан, допускающих переход прав кредитора к другому лицу без согласия должника, если иное не предусмотрено законодательством или договором [5].

Применительно к финансированию судебных споров рассматриваемая модель может выглядеть следующим образом. Лицо, обладающее перспективным требованием к ответчику, но не располагающее необходимыми средствами для ведения процесса, передаёт финансисту часть будущего права требования либо право на получение определённой доли от взысканной суммы. В обмен финансист принимает на себя обязанность по финансированию судебного разбирательства.

Экономическая логика данной модели существенно отличается от займа. Финансист не получает фиксированного дохода в виде процентов и не обладает гарантией возврата вложенных средств. Его прибыль напрямую зависит от успешности судебного процесса и размера присуждённой суммы.

Вместе с тем использование цессии для оформления отношений по финансированию судебных споров связано с рядом практических сложностей. Основной проблемой является определение стоимости передаваемого требования. В момент заключения соглашения стороны зачастую не располагают достоверной информацией относительно вероятности выигрыша дела и размера будущего взыскания. Следовательно, объективная оценка стоимости права требования может вызывать существенные затруднения как для самих участников сделки, так и для налоговых органов.

Дополнительные вопросы возникают при финансировании ещё не подтверждённых судебным решением требований. В подобных ситуациях предметом сделки фактически становится не существующее денежное требование, а вероятность его возникновения в будущем. Это обстоятельство существенно осложняет применение классических правил цессии, разработанных прежде всего для уже существующих обязательственных отношений. Сходные проблемы возникают и в Республике Казахстан.

Ещё одной возможной моделью реализации отношений по финансированию судебных споров выступает использование договора возмездного оказания услуг либо различных видов смешанных и непоименованных договоров. Данная конструкция представляет особый интерес, поскольку именно она чаще всего используется в ситуациях, когда стороны стремятся максимально приблизить отношения к классической модели TPLF, сохранив при этом возможность опоры на существующие положения гражданского законодательства.

Согласно статье 779 Гражданского кодекса Российской Федерации по договору возмездного оказания услуг исполнитель обязуется по заданию заказчика

оказать определённые услуги, а заказчик обязуется оплатить эти услуги. Аналогичные положения содержатся в главе 33 Гражданского кодекса Республики Казахстан, регулирующей возмездное оказание услуг.

На первый взгляд рассматриваемая конструкция не предназначена для оформления отношений по финансированию судебных споров. Однако на практике финансист может не только предоставлять денежные средства, но и участвовать в организации судебного процесса, подборе представителей, привлечении экспертов, анализе перспектив спора и контроле судебных расходов. В подобных случаях возникает возможность квалификации соответствующих отношений как оказания комплекса услуг.

С точки зрения налогообложения данная модель существенно отличается как от займа, так и от уступки права требования. Если при займе налогооблагаемым доходом выступают проценты, а при цессии – положительная разница между расходами на приобретение требования и полученным доходом, то в случае оказания услуг объектом налогообложения может стать вся сумма полученного вознаграждения.

Дополнительное значение имеет вопрос налогообложения налогом на добавленную стоимость. В отличие от операций по предоставлению займов, которые в большинстве случаев не образуют объекта обложения НДС, оказание услуг представляет собой классический объект косвенного налогообложения. Следовательно, использование данной модели способно привести к возникновению дополнительной налоговой нагрузки, отсутствующей при иных вариантах правовой квалификации.

Аналогичные проблемы возникают и в Республике Казахстан. В соответствии с Налоговым кодексом РК реализация услуг признаётся оборотом по реализации, который при соблюдении установленных условий может подлежать обложению налогом на добавленную стоимостm. В результате квалификация отношений по финансированию судебного спора в качестве услуг способна привести как к возникновению обязательств по корпоративному подоходному налогу, так и к дополнительным обязательствам по НДС.

В отличие от России и Республики Казахстан, где вопросы финансирования судебных споров решаются посредством использования уже существующих гражданско-правовых конструкций, в ряде зарубежных государств TPLF рассматривается как самостоятельный элемент финансовой и правовой инфраструктуры. Данное обстоятельство оказывает непосредственное влияние на порядок налогообложения соответствующей деятельности.

Наиболее показательным примером является Великобритания. Современный рынок litigation funding формировался на протяжении нескольких десятилетий и к настоящему времени представляет собой самостоятельный сектор инвестиционной деятельности. Крупнейшие фонды судебного финансирования

рассматривают судебные требования как особый вид актива, способного приносить доход при успешном разрешении спора.

В результате британское налоговое регулирование не ставит перед собой задачу определения того, является ли финансирование судебного спора разновидностью займа, оказанием услуг либо уступкой права требования. Налоговые органы исходят из существования самостоятельного рынка финансирования судебных споров и рассматривают полученный funder'ом доход как результат его коммерческой деятельности.

Типичная модель выглядит следующим образом. Фонд финансирует судебное разбирательство, принимая на себя риск полной потери вложенных средств в случае проигрыша дела. При успешном завершении процесса фонд получает заранее согласованную долю от взысканной суммы либо кратный возврат инвестированных средств. Разница между произведёнными расходами и полученным доходом образует прибыль организации, которая подлежит обложению Corporation Tax на общих основаниях [6].

Особенность британского подхода заключается в том, что налоговые последствия определяются исходя из экономического результата деятельности финансиста, а не из поиска наиболее подходящей гражданско-правовой конструкции. Иными словами, государство сначала признало существование самостоятельного института litigation funding, а уже затем встроило его в существующую систему налогообложения.

Проведённый анализ позволяет выявить принципиальное различие между зарубежным и постсоветским подходами к рассматриваемому вопросу. В Великобритании, Австралии и Сингапуре налоговое право исходит из существования самостоятельного института финансирования судебных споров. Соответственно, объектом анализа становится прибыль финансиста как участника рынка litigation funding.

В России и Республике Казахстан ситуация является обратной. Поскольку специальный институт TPLF отсутствует, налоговые последствия определяются посредством предварительной гражданско-правовой квалификации отношений. До того как установить размер налоговых обязательств, необходимо определить, являются ли соответствующие отношения займом, уступкой права требования, оказанием услуг либо смешанным договором.

В результате одинаковые по экономическому содержанию операции могут требовать применения различных подходов к определению налоговой базы, состава учитываемых расходов и момента признания дохода. Следовательно, ключевое различие между рассматриваемыми моделями заключается не столько в размере налоговой нагрузки, сколько в степени предсказуемости налоговых последствий для участников сделки. Преимуществом зарубежной модели является высокая степень правовой определённости. Потенциальный

инвестор заранее понимает правовую природу сделки, объём принимаемых рисков и налоговые последствия участия в финансировании судебного спора. Это способствует развитию рынка и привлечению капитала.

Российский и казахстанский подход обладают иными преимуществами. Использование существующих договорных конструкций позволяет участникам гражданского оборота применять механизмы финансирования судебных расходов без необходимости принятия специального законодательства. Принцип свободы договора обеспечивает достаточную гибкость для конструирования различных моделей взаимодействия между финансистом и участником спора.

Список использованной литературы

1. Четвериков А. О. Судебное инвестирование (финансирование судебных процессов третьими сторонами) и региональная экономическая интеграция: перспективы правового регулирования // Международное право. – 2023. – № 2. – С. 58–78.

2. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (с изм. и доп.) // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/

3. Кодекс Республики Казахстан от 25 декабря 2017 года № 120-VI ЗРК «О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс)» (с изм. и доп.) // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1700000120

4. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (с изм. и доп.) // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/

*5. Гражданский кодекс Республики Казахстан (Общая часть) от 27.12.1994 № 268-XIII (с изм. и доп.) // Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан «Әділет». – URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/K940001000_*

6. HM Revenue & Customs. Corporation Tax rates. URL: https://www.gov.uk/corporation-tax-rates

ЗАМЕТКИ

ЗАМЕТКИ

Научное издание

Высшая школа: научные исследования

Материалы Межвузовского международного конгресса
(г. Москва, 25 июня 2026 г.)

Том 1

Научный редактор Д.Р. Хисматуллин
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 25.06.2026 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ.л. 9,25. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити

