

СООТВЕТСТВУЕТ
ГОСТ 7.56-2002
ПЕЧАТНОЕ ИЗДАНИЕ
ISSN 2312-8089

№ 8 (175). Ч.1. АВГУСТ 2026

ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

 РОСКОМНАДЗОР

ПИ № ФС 77-50633 • ЭЛ № ФС 77-58456



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

[HTTPS://SCIENCEPROBLEMS.RU](https://scienceproblems.ru)

ЖУРНАЛ: [HTTP://SCIENTIFICJOURNAL.RU](http://scientificjournal.ru)

 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



9 772312 808001

ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

2026. № 8 (175). Часть 1.



Москва
2026

Вестник науки и образования

2026. № 8 (175). Часть 1.

Российский импакт-фактор: 3,58

Издается с 2012
года

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«Проблемы науки»

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛЬ, ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Вальцев С.В.
Зам.главного редактора Кончакова И.В.

Подписано в печать:
18.08.2026

Дата выхода в свет:
30.08.2026

Формат 70х100/16.
Бумага офсетная.
Гарнитура «Таймс».
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,119
Тираж 100 экз.
Заказ № 0268

Журнал
зарегистрирован
Федеральной
службой по надзору
в сфере связи,
информационных
технологий и
массовых
коммуникаций
(Роскомнадзор)
Реестровая запись
ПИ № ФС77-50633.

Территория
распространения:
зарубежные
страны,
Российская
Федерация

Свободная цена

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Абдуллаев К.Н. (д-р филос. по экон., Азербайджанская Республика), *Алиева В.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Акбулаев Н.Н.* (д-р экон. наук, Азербайджанская Республика), *Аликулов С.Р.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Ананьева Е.П.* (д-р филос. наук, Украина), *Асатурова А.В.* (канд. мед. наук, Россия), *Аскарходжаев Н.А.* (канд. биол. наук, Узбекистан), *Байтасов Р.Р.* (канд. с.-х. наук, Белоруссия), *Бакико И.В.* (канд. наук по физ. воспитанию и спорту, Украина), *Бахор Т.А.* (канд. филол. наук, Россия), *Баулина М.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Блейх Н.О.* (д-р ист. наук, канд. пед. наук, Россия), *Боброва Н.А.* (д-р юрид. наук, Россия), *Богомолов А.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Бородай В.А.* (д-р социол. наук, Россия), *Волков А.Ю.* (д-р экон. наук, Россия), *Гавриленкова И.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Гарагонич В.В.* (д-р ист. наук, Украина), *Глуценко А.Г.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Гринченко В.А.* (канд. техн. наук, Россия), *Губарева Т.И.* (канд. юрид. наук, Россия), *Гутникова А.В.* (канд. филол. наук, Украина), *Датий А.В.* (д-р мед. наук, Россия), *Демчук Н.И.* (канд. экон. наук, Украина), *Дивненко О.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Дмитриева О.А.* (д-р филол. наук, Россия), *Доленко Г.Н.* (д-р хим. наук, Россия), *Есенова К.У.* (д-р филол. наук, Казахстан), *Жамулинов В.Н.* (канд. юрид. наук, Казахстан), *Жолдошев С.Т.* (д-р мед. наук, Кыргызская Республика), *Зеленков М.Ю.* (д-р полит. наук, канд. воен. наук, Россия), *Ибадов Р.М.* (д-р физ.-мат. наук, Узбекистан), *Ильинских Н.Н.* (д-р биол. наук, Россия), *Кайракбаев А.К.* (канд. физ.-мат. наук, Казахстан), *Кафтаева М.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Киквидзе И.Д.* (д-р филол. наук, Грузия), *Клишков Г.Т.* (PhD in Pedagogic Sc., Болгария), *Кобланов Ж.Т.* (канд. филол. наук, Казахстан), *Ковалёв М.Н.* (канд. экон. наук, Белоруссия), *Кравцова Т.М.* (канд. психол. наук, Казахстан), *Кузьмин С.Б.* (д-р геогр. наук, Россия), *Куликова Э.Г.* (д-р филол. наук, Россия), *Курманбаева М.С.* (д-р биол. наук, Казахстан), *Курпаянуди К.И.* (канд. экон. наук, Узбекистан), *Линькова-Даниельс Н.А.* (канд. пед. наук, Австралия), *Лукиенко Л.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Макаров А. Н.* (д-р филол. наук, Россия), *Мацаренко Т.Н.* (канд. пед. наук, Россия), *Мейманов Б.К.* (д-р экон. наук, Кыргызская Республика), *Мурадов Ш.О.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Мусаев Ф.А.* (д-р филос. наук, Узбекистан), *Набиев А.А.* (д-р наук по геoinформ., Азербайджанская Республика), *Назаров Р.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Наумов В. А.* (д-р техн. наук, Россия), *Овчинников Ю.Д.* (канд. техн. наук, Россия), *Петров В.О.* (д-р искусствоведения, Россия), *Радкевич М.В.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Рахимбеков С.М.* (д-р техн. наук, Казахстан), *Розыходжаева Г.А.* (д-р мед. наук, Узбекистан), *Романенкова Ю.В.* (д-р искусствоведения, Украина), *Рубцова М.В.* (д-р социол. наук, Россия), *Румянцев Д.Е.* (д-р биол. наук, Россия), *Самков А. В.* (д-р техн. наук, Россия), *Саньков П.Н.* (канд. техн. наук, Украина), *Селитренникова Т.А.* (д-р пед. наук, Россия), *Сибирицев В.А.* (д-р экон. наук, Россия), *Скрипко Т.А.* (д-р экон. наук, Украина), *Солов А.В.* (д-р ист. наук, Россия), *Стрекалов В.Н.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Стукаленко Н.М.* (д-р пед. наук, Казахстан), *Субачев Ю.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Сулейманов С.Ф.* (канд. мед. наук, Узбекистан), *Трезуб И.В.* (д-р экон. наук, канд. техн. наук, Россия), *Упоров И.В.* (канд. юрид. наук, д-р ист. наук, Россия), *Федоськина Л.А.* (канд. экон. наук, Россия), *Хиттухина Е.Г.* (д-р филос. наук, Россия), *Цуцулян С.В.* (канд. экон. наук, Республика Армения), *Чиладзе Г.Б.* (д-р юрид. наук, Грузия), *Шамишина И.Г.* (канд. пед. наук, Россия), *Шарипов М.С.* (канд. техн. наук, Узбекистан), *Шевко Д.Г.* (канд. техн. наук, Россия).

Содержание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	5
<i>Makhmutkhonov S.K., Rakhmonberganov K.F. COMPARATIVE EVALUATION OF SVC AND STATCOM FOR FLICKER AND HARMONIC MITIGATION IN ELECTRIC ARC FURNACE POWER SUPPLY SYSTEMS / Махмутхонов С.К., Рахмонберганов К.Ф. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА SVC И STATCOM ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ МЕРЦАНИЯ И ГАРМОНИК В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ.....</i>	<i>5</i>
<i>Пятаев А.А., Федюхин А.В. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ НПЗ / Pyataev A.A., Fedyukhin A.V. FEATURES OF MODELING THERMAL PROCESSES OF TUBULAR FURNACES OF OIL REFINERIES</i>	<i>9</i>
<i>Кондрашина С.С., Кутахов П.В., Судов Е.В. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КАТАЛОГИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PDM-СИСТЕМ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД И РЕАЛИЗАЦИЯ НА БАЗЕ PDM STEP SUITE / Kondrashina S.S., Kutakhov P.V., Sudov E.V. SOLVING CATALOGUING TASKS BASED ON PRODUCT STRUCTURE USING PDM SYSTEMS A METHODOLOGICAL APPROACH AND IMPLEMENTATION BASED ON PDM STEP SUITE SYSTEM</i>	<i>24</i>
<i>Samiev Sh.S. TECHNO-ECONOMIC METHOD FOR RATIONAL NOMINAL VOLTAGE SELECTION IN DISTRIBUTION NETWORKS BASED ON DISCOUNTED COST ANALYSIS / Самиев Ш.С. ТЕХНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИСКОНТИРОВАННЫХ ЗАТРАТ</i>	<i>32</i>
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	37
<i>Фортова Л.К., Никонов Н.И. К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ДЕВИАНТНОЙ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ПОДРОСТКОВ В ШКОЛЕ / Fortova L.K., Nikonov N.I. ON PREVENTING DEVIANT BEHAVIORAL STRATEGIES IN ADOLESCENTS AT SCHOOL.....</i>	<i>37</i>
<i>Скидан М.Н., Кузнецова В.Е. КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ СПОРТИВНЫХ СТАРТАПОВ СРЕДСТВАМИ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ / Skidan M.N., Kuznetsova V.E. COMMERCIALIZATION OF SPORTING STARTUPS USING MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES</i>	<i>43</i>
<i>Скидан М.Н., Кузнецова В.Е. МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ МИРОВОГО СПОРТА И ПРОВЕДЕНИЕ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР / Skidan M.N., Kuznetsova V.E. INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS AND THEIR IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF WORLD SPORTS AND THE OLYMPIC GAMES</i>	<i>47</i>

<i>Джамбикерова А.С.</i> ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ НАВЫКОВ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ НАЧАЛЬНОГО ЯЗЫКОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИНТЕГРАЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТФОРМ) / <i>Dzhambikerova A.S.</i> TRANSFORMATION OF LEXICAL SKILLS IN PRIMARY SCHOOL STUDENTS UNDER THE DIGITALIZATION OF EARLY LANGUAGE EDUCATION (BASED ON THE INTEGRATION OF DOMESTIC ELECTRONIC PLATFORMS)	51
<i>Новикова П.А., Чупахина А.С., Ямщикова А.В.</i> ПОВАРСКАЯ СЛОБОДА НА СТРАНИЦАХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ / <i>Novikova P.A., Chupakhina A.S., Yamshchikova A.V.</i> POVARSKAYA SLOBODA IN THE PAGES OF RUSSIAN LITERATURE	55
МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	60
<i>Морозов И.К., Лакман И.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И АНАЛИЗА ВЫЖИВАЕМОСТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ТУРБУЛЕНТНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА / <i>Morozov I.K., Lakman I.A.</i> APPLICATION OF A COMBINED DEEP LEARNING MODEL AND SURVIVAL ANALYSIS TO PREDICT THE CONDITION OF PATIENTS WITH HEART RATE TUBULENCE	60

COMPARATIVE EVALUATION OF SVC AND STATCOM FOR FLICKER AND HARMONIC MITIGATION IN ELECTRIC ARC FURNACE POWER SUPPLY SYSTEMS

Makhmutkhonov S.K.¹, Rakhmonberganov K.F.²

¹Makhmutkhonov Sultonkhuja Komolkhuja ugli – PhD, head teacher,

²Rakhmonberganov Kamoladdin Farkhod ugli – Master,
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: This paper compares SVC and STATCOM performance for flicker mitigation in an 80-MVA AC electric arc furnace supplied from a 33-kV bus. Furnace reactive power fluctuations are represented by deterministic 8.8-Hz and stochastic modulation scenarios, while compensator control delays are included in closed-loop models. Flicker is evaluated using the IEC 61000-4-15 flickermeter. Under stochastic conditions, the SVC reduces Pst from 2.72 to 1.78, whereas the STATCOM lowers it to 0.64, meeting the GOST 32144-2013 limit of 1.38. At 8.8 Hz, the corresponding mitigation factors are 1.35 and 6.77. The SVC decreases voltage THD from 1.33% to 0.74% but introduces characteristic thyristor harmonics, while the STATCOM with active filtering achieves 0.65%. The results show that control delay limits SVC effectiveness and confirm the advantage of STATCOM compensation for EAF installations connected to weak grids.

Keywords: electric arc furnace, flicker mitigation, SVC, STATCOM, thyristor-controlled reactor, active filtering, Pst, reactive power compensation.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА SVC И STATCOM ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ МЕРЦАНИЯ И ГАРМОНИК В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ

Махмутхонов С.К.¹, Рахмонберганов К.Ф.²

¹Махмутхонов Султонхужа Комолхужа угли – кандидат наук, руководитель учебного заведения,

²Рахмонберганов Камолатдин Фарход угли – магистр,
Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в данной работе сравнивается эффективность SVC и STATCOM для подавления мерцания в электродуговой печи переменного тока мощностью 80 МВА, питаемой от шины 33 кВ. Колебания реактивной мощности печи представлены детерминированными сценариями модуляции с частотой 8,8 Гц и стохастической модуляцией, а задержки управления компенсатором включены в модели замкнутого контура. Мерцание оценивалось с помощью фликерметра IEC 61000-4-15. В стохастических условиях SVC снижает Pst с 2,72 до 1,78, тогда как STATCOM снижает его до 0,64, что соответствует пределу ГОСТ 32144-2013 в 1,38. При частоте 8,8 Гц соответствующие коэффициенты снижения составляют 1,35 и 6,77. SVC снижает THD напряжения с 1,33% до 0,74%, но вносит характерные тиристорные гармоники, в то время как STATCOM с активной фильтрацией достигает 0,65%. Результаты показывают, что задержка управления ограничивает эффективность SVC и подтверждают преимущество компенсации STATCOM для установок электродуговых печей, подключенных к слабым сетям.

Ключевые слова: электродуговая печь, снижение мерцания, SVC, STATCOM, тиристорно-управляемый реактор, активная фильтрация, Pst, компенсация реактивной мощности.

UDC 621.311.12

Electric arc furnaces (EAFs) produce rapid and irregular reactive-power changes that cause voltage fluctuations, flicker, unbalance and harmonic distortion. Dynamic shunt compensation is therefore commonly installed at the furnace bus. The conventional solution is the static var compensator (SVC), which combines a thyristor-controlled reactor (TCR) with fixed or tuned filter-capacitor branches. Its design and field performance for EAF applications are well documented [1–3].

The main restriction of the SVC is its response time. Reactive-power measurement, half-cycle firing updates and zero-order holding introduce a delay of approximately 15 ms. Predictive and improved TCR control methods can reduce this limitation [4, 5], but the device still responds slowly to the 5–15 Hz components that strongly influence flicker perception.

The model represents an 80-MVA AC EAF supplied from a 33-kV furnace bus with a short-circuit capacity of 1600 MVA. The bus is connected to a 132-kV PCC with $S_{sc} = 3200$ MVA and a short-circuit ratio of 40. The operating point is $P_0 = 58$ MW and $Q_0 = 52$ Mvar. Two Montanari-type reactive-power scenarios are used: a deterministic 8.8-Hz sinusoid at the maximum flicker sensitivity and a band-limited stochastic process based on two Ornstein–Uhlenbeck components. Active-power variation is correlated with the same modulation, and the PCC voltage deviation is calculated for an X/R ratio of 10.

Both devices track the negative of the furnace reactive-power deviation. The SVC uses a 10-ms moving average, a 5-ms firing delay, a half-cycle update and a ± 60 -Mvar dynamic range. The STATCOM uses a 2-ms measurement average, a 1.5-ms total delay, a 1-ms update rate and a ± 90 -Mvar range. Short-term flicker severity is calculated with a complete IEC 61000-4-15 flickermeter over 10-min windows within 20-min simulations [4]. Compliance is checked against the GOST 32144-2013 limit of $P_{st} = 1.38$ and the IEC planning level of 0.8 for HV systems [5-6].

The SVC follows the general reactive-power trend but its staircase response and delay leave substantial residuals during fast furnace excursions. Saturation at ± 60 Mvar also contributes to the remaining voltage fluctuation. The STATCOM tracks the disturbance much more closely because its delay is approximately one tenth of the SVC delay.

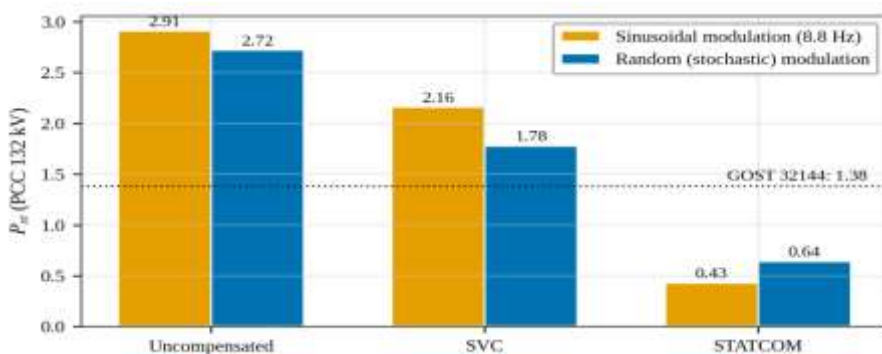


Fig.1. Flicker severity for the uncompensated, SVC and STATCOM cases.

In the stochastic scenario, the uncompensated P_{st} of 2.72 is reduced to 1.78 by the SVC, corresponding to a mitigation factor of 1.53. This remains 29% above the GOST limit. The STATCOM reduces P_{st} to 0.64, giving a factor of 4.25 and satisfying both GOST and IEC

planning levels. At 8.8 Hz, the SVC factor decreases to 1.35, whereas the STATCOM reaches 6.77. The difference confirms that half-cycle discretisation limits the SVC precisely in the frequency range most visible to the human eye.

Table 1. Flicker severity at the 132-kV PCC and mitigation factors.

Scenario	Uncompensated	With SVC	R SVC	With STATCOM	R STATCOM
Sinusoidal, 8.8 Hz	2.91	2.16	1.35	0.43	6.77
Random (stochastic)	2.72	1.78	1.53	0.64	4.25

The uncompensated voltage spectrum is dominated by the 5th harmonic and gives THDU = 1.33%. The SVC filter branches strongly reduce the low-order components, especially the 5th harmonic, but the TCR re-injects characteristic 7th, 11th and 13th harmonics; the resulting THDU is 0.74%. The STATCOM attenuates harmonics inside its control band without generating low-order characteristic components and reaches THDU = 0.65%.

The comparison shows that the SVC remains attractive where cost per Mvar is the main criterion and sufficient filter space is available. Its passive branches are effective harmonic sinks, but performance is capped by control delay and TCR harmonic generation. The STATCOM has higher converter cost but offers a compact footprint, faster dynamic response, stronger flicker attenuation and active filtering. The obtained mitigation factors are consistent with published industrial results [2, 6]. For weak-grid EAF installations requiring strict flicker compliance, STATCOM-class or prediction-assisted compensation is therefore preferable.

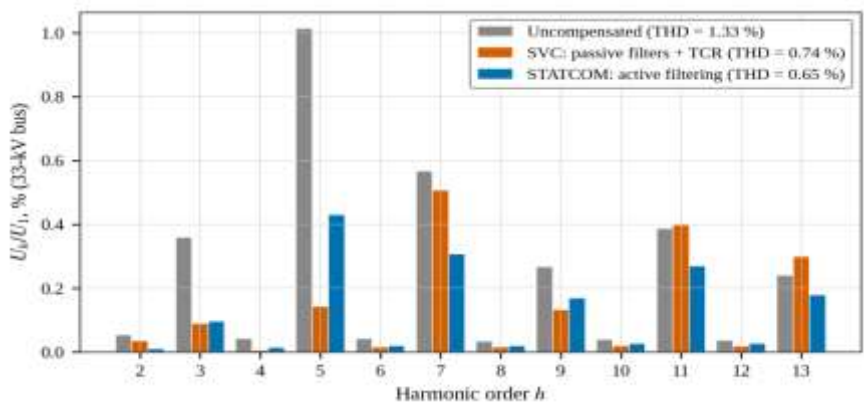


Fig.2. Harmonic voltages at the 33-kV furnace bus.

A unified closed-loop comparison showed that STATCOM provides substantially better overall performance than SVC for an 80-MVA electric arc furnace. Although the SVC reduced both voltage flicker and harmonic distortion, its response delay and characteristic TCR harmonics limited its effectiveness, and the required GOST flicker limit was not achieved.

Table 2. Main SVC and STATCOM performance indicators for the studied EAF.

Attribute	SVC (TCR + filters)	STATCOM
Effective control delay	≈ 15 ms	$\approx 1.5\text{--}2$ ms
Pst mitigation factor	1.35–1.53	4.25–6.77
Stochastic Pst	1.78	0.64
GOST 32144-2013 compliance	No	Yes
THDU at 33-kV bus	0.74%	0.65%
Own low-order harmonics	Characteristic 5th–13th	Negligible
Installed dynamic equipment	105-Mvar TCR + filters	± 90 -Mvar converter + 30-Mvar C-type
General feature	Lower cost, larger footprint	Faster and more compact

In contrast, the STATCOM reduced stochastic P_{st} from 2.72 to 0.64, achieved a higher flicker mitigation factor, and lowered $THDU$ to 0.65% through active filtering. Therefore, response speed and dynamic compensation range are the main criteria when selecting compensation equipment for EAFs connected to weak grids. Where compliance with power-quality standards is essential, STATCOM or prediction-assisted compensation is the preferred solution.

References / Список литературы

1. Morello S., Dionise T.J., Mank T.L. (2015) Comprehensive analysis to specify a static var compensator for an electric arc furnace upgrade // IEEE Transactions on Industry Applications 51(6):4840–4852. doi:10.1109/TIA.2015.2451072.
2. Bobojanov M.K., Mahmutkhonov S.K. (2024) Harmonic analysis of an electric arc furnace through time-based dynamic modeling of the electric arc // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology 11(9):22311–22314.
3. Larsson T., Poumarède C. (1999) STATCOM, an efficient means for flicker mitigation. In: Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, pp 1208–1213. doi:10.1109/PESW.1999.747380.
4. Bobojanov M.K., Rasulov A.N., Mahmutkhonov S.K. (2022) Assessment of voltage non-sinusoidality based on consumer power // Problems of Energy and Resource Saving, Special Issue 83:177–182.
5. Balouji E., Salor Ö., McKelvey T. (2022) Deep learning-based predictive compensation of flicker, voltage dips, harmonics and interharmonics in electric
6. Mahmutkhonov S.K., Qurbonov N.A., Babaev O.E. (2022) Power quality indicators and energy losses in electrical networks // Innovative Technologies, Special Issue:14–15.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ НПЗ

Пятаев А.А.¹, Федюхин А.В.²

¹Пятаев Андрей Александрович – магистр технических наук

²Федюхин Александр Валерьевич – кандидат технических наук, доцент,

Институт энергоэффективности и водородных технологий,

ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,

г. Москва

Аннотация: в статье анализируются трубчатые печи на Нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ, которые используются) в различных процессах, таких как дегидрирование, крекинг и в риформинге. Из-за высоких температур дымовых газов на выходе из трубчатой печи и необходимости повышения энергоэффективности процессов переработки нефти возникает необходимость изучения возможности использовать вторичные энергетические ресурсы с трубчатых печей. **ЦЕЛЬ.** Моделирование трубчатой печи и составление теплового баланса. **МЕТОДЫ.** Разработанная модель печи в программе Aspen HYSYS представляет собой упрощенную модель трубчатой печи для изучения возможности использования тепла дымовых газов для собственных нужд НПЗ или для нужд потребителя. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Согласно результатам моделирования, температура уходящих газов составила 618,6С° при давлении в 42,17кПа, а температура нефти на выходе из печи 380 С° при давлении 1867кПа. Тепловая нагрузка на кожухотрубный теплообменник составила 5.525 Гдж/ч. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Получены параметры дымовых газов на выходе из трубчатой печи, что позволило рассмотреть схемы оптимизации ее работы. Разработана модель печи, у которой входные параметры потоков могут при необходимости варьироваться в последующих вычислениях. Также был рассмотрен пример использования теплоты дымовых газов для нагрева воды до 95 С°. В ходе дальнейших исследований планируется рассмотреть другие схемы утилизации тепловой энергии дымовых газов трубчатых печей.

Ключевые слова: трубчатая печь, крекинг, дымовой газ, утилизация тепловой энергии, энергетическое моделирование.

FEATURES OF MODELING THERMAL PROCESSES OF TUBULAR FURNACES OF OIL REFINERIES

Pyataev A.A.¹, Fedyukhin A.V.²

¹Pyataev Andrey Aleksandrovich – Master of Science (Engineering)

²Fedyukhin Aleksandr Valerievich – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor,

INSTITUTE OF ENERGY EFFICIENCY AND HYDROGEN TECHNOLOGIES, NATIONAL

RESEARCH UNIVERSITY "MPEI",

MOSCOW

Abstract: The article analyzes tube furnaces are critical components in oil refineries, facilitating key processes such as dehydrogenation, catalytic reforming, and cracking. The high temperature of flue gases exiting these furnaces represents a significant source of waste heat. The primary objective of this study is to develop a thermodynamic model of a tube furnace to analyze its thermal balance and quantify the parameters of its flue gases. This analysis aims to evaluate the feasibility of recovering this secondary energy resource for internal refinery use or external consumers, thereby improving overall energy efficiency. **THE PURPOSE.** Modeling of a tube furnace and drawing up a thermal balance. **METHODS.** A steady-state model of a tube furnace was constructed using Aspen HYSYS process simulation software. The model simplifies the furnace into key unit operations to

investigate the potential for flue gas heat recovery. The simulation was performed using standard refinery feedstock properties and operating conditions. The model calculates the outlet temperatures and pressures for both the process fluid (oil) and the flue gas stream based on the specified furnace duty and fuel consumption. **RESULTS.** The simulation successfully computed the thermal balance and key output parameters. The results indicate that the flue gases exit the furnace at a temperature of 618.6°C and a pressure of 42.17 kPa. Simultaneously, the process oil is heated to an outlet temperature of 380°C at a pressure of 1867 kPa. The calculated thermal duty transferred to the process fluid, representing the furnace's useful heat, was determined to be 5.525 GJ/h. Furthermore, a preliminary case study within the model demonstrated the technical feasibility of utilizing the recovered flue gas heat to warm water to 95°C. **CONCLUSION.** In the course of this study, a functional model of a tubular furnace was successfully developed, which accurately models its thermal characteristics and quantifies the potential for heat removal from the flue gas stream. The obtained flue gas parameters (temperature, pressure, and available thermal energy) were used for the subsequent detailed design of heat recovery systems. The flexible architecture of the model allows for future parametric studies with different input conditions. Based on these results, further studies that have not been reviewed will focus on identifying and comparing the most efficient configurations for using this recovered thermal energy, such as preheating combustion air, steam generation, or heating feed streams for refineries.

Keywords: tubular furnace, cracking, flue gas, heat energy utilization, energy modeling.

УДК 66.041.5

Введение

Актуальность тематики, связанной с внедрением систем рекуперации тепловой энергии и методов переработки побочных продуктов и отходов на нефтеперерабатывающих производствах, обусловлена комплексом современных вызовов, с которыми сталкивается глобальный энергетический сектор. Нефтеперерабатывающие заводы (далее НПЗ), выступая в качестве критически важных звеньев в инфраструктуре снабжения углеводородным сырьем и топливом, в процессе своей операционной деятельности неизбежно сталкиваются с феноменом существенных потерь тепловой мощности и генерацией значительных объемов парниковых газов. В условиях усугубляющихся климатических изменений, связанных с глобальным потеплением, а также ввиду объективной необходимости осуществления планомерного перехода к низкоуглеродным и устойчивым энергетическим моделям, вопросы рационализации потребления топливно-энергетических ресурсов и снижения техногенной нагрузки на окружающую среду приобретают статус первостепенных и стратегически значимых задач.

Таблица 1. Эффективность рекуперации тепловой энергии на нефтеперерабатывающих заводах.

Показатель	Значение	Описание	Источник
Потери тепла через охлаждающую среду	48-52%	Непрерывные потери в процессе переработки нефти	[1]
Потери тепла через дымовые газы	14-16%	Потери в дымовых газах в процессе	[1]
Повышение коэффициента использования теплоты	80,27%	Коэффициент после внедрения технологий	[2]

Показатель	Значение	Описание	Источник
Утилизация тепловой энергии	29,79 ГДж/час	Тепло, утилизируемое вторичными ресурсами	[3]
Повышение эффективности систем	до 30%	Повышение комбинированной теплотворной способности	[4]
Снижение выбросов парниковых газов	до 15%	Ожидаемое сокращение при внедрении технологий	[5]

Эффективность процесса переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах существенно зависит от правильного использования тепловой энергии. Технологии рекуперации тепловой энергии становятся необходимостью в условиях ограниченности энергетических ресурсов и ужесточения экологических норм. Основное внимание следует уделить использованию вторичных энергетических ресурсов, что позволяет дополнительно утилизировать около 29,79 ГДж/час тепловой энергии, что составляет более 58% от теплоэнергетической установки первичной переработки нефти [3]. Это приводит к значительному увеличению коэффициента использования теплоты до 80,27% [2].

Изучение методов тепловой интеграции показывает, что текущие процессы утилизации отходящего тепла работают неэффективно, с потерями порядка 48-52% через охлаждающую среду, таких как воздух и вода, и 14-16% через дымовые газы [1]. Для повышения эффективности стали активно использовать пинч-анализ, который позволил снизить потери и оптимизировать распределение тепловых потоков. Современные системы расчета тепловых потоков способны обеспечивать до 30% повышения эффективности [4].

К числу преимуществ внедрения технологий рекуперации относится не только снижение расходов на энергоресурсы, но и уменьшение воздействия на окружающую среду. Например, одно из решений предусматривает использование тепла от отработанных газов и жидкостей, что потенциально может сократить выбросы на 15% без дополнительных затрат [5].

Из вышесказанного следует, что внедрение и глубокая интеграция технологических решений, направленных на рекуперацию тепловой энергии в контуре нефтеперерабатывающих заводов, представляет собой магистральное направление для достижения качественного роста показателей энергоэффективности и обеспечения экологической устойчивости отрасли. Современный научно-технический задел и существующие инженерные разработки в данной предметной области формируют основу для проектирования и эксплуатации более совершенного оборудования и оптимизации технологических режимов. Подобная модернизация процессной части, в свою очередь, создает предпосылки для поступательного развития всего топливно-энергетического комплекса в парадигме устойчивого развития, позволяя сочетать производственные показатели с требованиями экологической безопасности.

В структуре управления энергетическими потоками нефтеперерабатывающего предприятия проблема нецелевого рассеивания тепловой энергии занимает одно из ключевых мест, являясь существенным фактором, дестабилизирующим баланс энергопотребления. Фиксируемый повышенный объем безвозвратных тепловых потерь оказывает прямое негативное влияние на экономические показатели производства и служит индикатором недостаточной общей энергоэффективности технологической цепочки. Для минимизации обозначенных негативных явлений и оптимизации тепловых балансов в настоящее время применяется комплекс разнородных

технологических и методических подходов, направленных на утилизацию вторичных энергоресурсов и повышение замкнутости энергетических циклов.

Сравнительный анализ энергоэффективности различных установок позволяет выявить их слабые места. Энергетическая эффективность нефтеперерабатывающих комплексов определяется методом, который учитывает, как количественные, так и качественные параметры перерабатываемой нефти. Это инструмент позволяет точно оценить, какие изменения могут улучшить общую эффективность работы установки [6].

К модернизации процессов можно отнести улучшение теплообменных систем. Проекты по оптимизации работы установок первичной переработки нефти наглядно демонстрируют улучшающую эффективность с помощью технологии, которая эффективно использует выделяемое тепло. Следовательно, такая модернизация имеет прямое влияние на поток энергии в системе, способствуя повышению общей производительности [7].

Метод пинч-анализа становится особенно актуальным для оптимизации систем теплообмена в таких предприятиях. Он позволяет определить узкие места в энергетических процессах и предложения по их улучшению. Оптимизация теплообменных процессов может уменьшить потери энергии и повысить экономическую эффективность всего процесса переработки нефти. Например, установление более раннего контроля за температурными режимами в теплообменниках может значительно снизить теплопотери [2].

Кроме того, утилизация низкотемпературных источников тепла также является одним из путей повышения общей энергоэффективности. Переработка тепла, выделяемого в результате производственных процессов, например, в виде пара или горячей воды, может быть использована для отопления или в других процессах, что тоже позволяет значительно сократить энергетические потери [8].

Технологии рекуперации, в свою очередь, помогают сократить выбросы парниковых газов и снизить давление на окружающую среду. Эффективные схемы рекуперации в применении дают возможность снизить тепловое загрязнение и улучшить экологическую обстановку в целом. Например, использование отработанного тепла, например, от печей, для энергии котлов может стать катализатором в этом направлении [9].

Разработка инновационных методов, таких как применение физико-химических процессов, также играет значительную роль в утилизации отходов [10]. Эти методы помогают улучшить качество сырья, и таким образом, создавать дополнительные следы в существующих производственных цепочках, приводя к экономии ресурсов и снижению экологического воздействия.

Существующие исследования показывают, что модернизация нефтеперерабатывающих заводов требует комплексного подхода. Это не только технические изменения, но и запрос на организационные меры, касающиеся управления и контроля за энергоресурсами. Такие меры должны быть направлены на снижение потребления энергии и углеродных выбросов, что в свою очередь способствует улучшению состояния окружающей среды [11].

Совокупность всех вышеперечисленных мер демонстрирует, что вопрос улучшения энергоэффективности на нефтеперерабатывающих заводах требует не только инновационных технологий, но и стратегического планирования изменений, касающихся всех сторон производства.

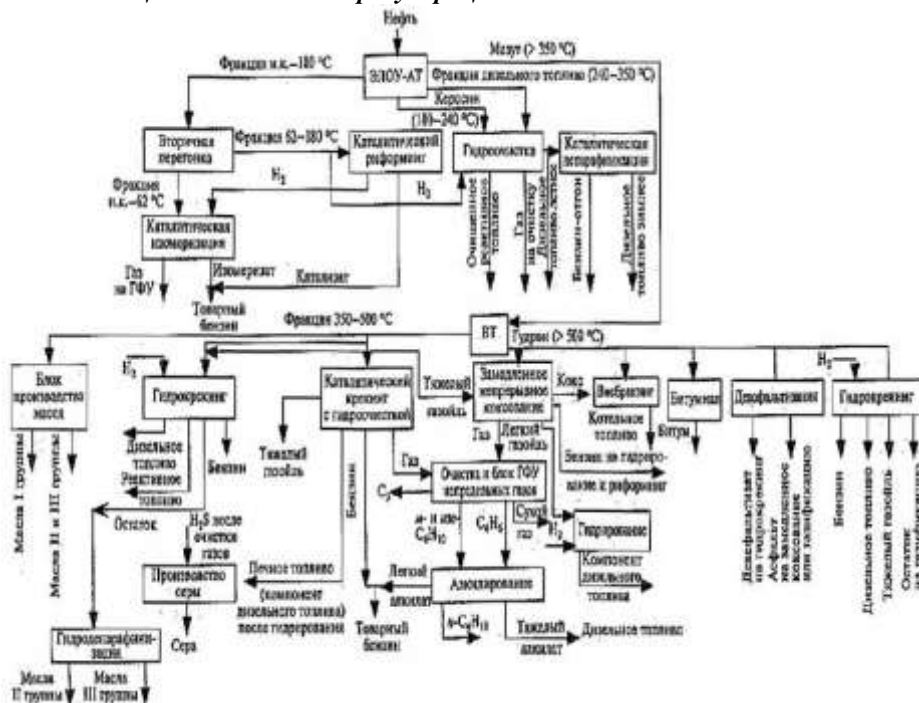


Рис. 1. Схема анализа энергетических потоков на нефтеперерабатывающем заводе.

Основным направлением управления энергетическими потоками является выявление вторичных энергоресурсов. Эти ресурсы образуются в процессе работы завода и могут быть переработаны для уменьшения общей нагрузки на систему энергоснабжения [12]. Применение методов машинного обучения и анализа больших данных позволяет прогнозировать потребности в энергоресурсах, что улучшает контроль за процессами и повышает эффективность использования имеющихся ресурсов [13].

Одной из проблем, требующей внимания, является высокое энергопотребление установок первичной переработки нефти. Эти установки являются основными источниками тепловых потерь, поэтому внедрение технологий регенерации теплоты может существенно снизить потребление энергии и уменьшить углеродные выбросы [14]. Энергетическая эффективность таких процессов также может быть увеличена за счет применения передовых технологий, которые позволяют перераспределять тепловую энергию и минимизировать потери [2].

Для комплексного анализа систем энергоснабжения необходимо учитывать разнообразие технологических процессов, происходящих на НПЗ, каждое из которых требует индивидуального подхода к оценке эффективности. Структурированные подходы позволяют, создавая нормализованный энерготехнологический баланс, оценивать технические решения и их влияние на общую энергетику предприятия [14]. В рамках данного анализа следует выделять наиболее энергоемкие процессы и искать пути их модернизации.

Изучение возможностей утилизации теплоты и других ресурсов в контексте нефтепереработки имеет не только экономическую, но и экологическую значимость. Это связано с глобальными мерами по уменьшению углеродного следа, на что обращает внимание множество исследований, подчеркивающих необходимость перехода на более эффективные и устойчивые методы работы на НПЗ [15]. Внедрение описанных концепций не только способствует улучшению финансовых показателей,

но и отвечает на вызовы современности, связанные с устойчивым развитием и охраной окружающей среды.

Моделирование трубчатой печи в программе Aspen HYSYS.

Для того, чтобы использовать теплоту уходящих газов с трубчатой печи, необходимо для начала смоделировать ее. Для моделирования была выбрана программа Aspen HYSYS за счет того, что она позволяет задать точный химический состав нефти и при этом также учитывает ее параметры, такие как температура, давление, расход. Все это позволяет наиболее точно рассчитать все потоки.

Для начала необходимо определить фракционный состав по приведенной разгонке можно воспользоваться Пробы нефтепродукта и подобрать его через гипотетические компоненты.

Наименование, НД на продукцию	Дизельная фракция, СТО 38071862-005-2016				
Место отбора, дата отбора	PBC 50,1	08.05.2019			
Дата поступления в ХАЛ	08.05.2019				
Дата проведения испытания	08.05.2019				
№ регистрации	276				
Внешний вид	Светло-желтая прозрачная жидкость				

Наименование показателей	Единицы изм.	НД на МВИ	Норма по СТО	Результаты испытаний	Погреш. изм. (P=0,95) ±Δ
Плотность, при 20 °С, не более	кг/м³	ASTM D 4052	840	812,4	0,4
Фракционный состав:					
температура начала перегонки, не выше	°С	ГОСТ 2177 (метод А)	не нормируется	125,1	3,2
10% перегоняется при температуре, не выше			145	143,1	2,8
20% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	148,6	1,8
30% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	154,6	1,8
40% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	162,2	2,1
50% перегоняется при температуре, не выше			240	172,8	2,5
60% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	185	2,5
70% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	200,1	2,8
80% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	222,3	3,5
90% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	251,6	4,2
95% перегоняется при температуре, не выше			не нормируется	277,7	-
температура конца кипения, не выше			не нормируется	295,9	2,8
Кинематическая вязкость, при 20°С	мм²/сек (сСт)	ГОСТ 33	1,0-6,0	1,3889	0,007
Предельная температура фильтруемости, не выше	°С	ГОСТ 22254	не нормируется	минус 30	1
Температура застывания, не выше	°С	ГОСТ 20287 (метод Б)	минус 30	ниже минус 30	-
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, не ниже	°С	ГОСТ 6356	не нормируется	плюс 36	3
Массовая доля воды, не более	%	ГОСТ 2477	отсутствие	отсутствие	-
Испытание на медной пластинке	-	ГОСТ 6321	Выдерживает	Выдерживает	-
Кислотность, не более	мг КОН на 100 см³ топлива	ГОСТ 5985	5,0	отсутствие	-
Массовая доля механических примесей, не более	%	ГОСТ 6370	отсутствие	отсутствие	-
Массовая доля серы, не более	%	ГОСТ Р 51947	0,016	менее 0,015	-

НД - нормативный документ; МВИ - методика выполнения измерений

Рис. 2. Фрагмент из ГОСТ 2177-99 для определения фракционного состава нефти.

Создайте новый проект Aspen HYSYS и не задавая компонентный состав перейдите в Пробы нефтепродукта. Нажмите на перевернутый треугольник рядом с

кнопкой **Добавить** и выберете **Ручной ввод**. Появится окно с выбором списка компонентов – выбираем **Hydrocracker Components Celsius**. Затем появится окно для ввода параметров разгонки. Выбираем **Свойства одиночного потока**.

Нажимаем кнопку **Характеризация пробы** для автоматического подбора фракционного состава. Если есть дополнительная информация, ее можно внести на вкладке **Сводка входных данных**. Например, плотность или вязкость. Это позволит повысить точность подбора фракционного состава. В эту таблицу вносим данные результатов испытаний от фракционного состава из рисунка 2.

Результат разгонки представлен на рисунке 3.

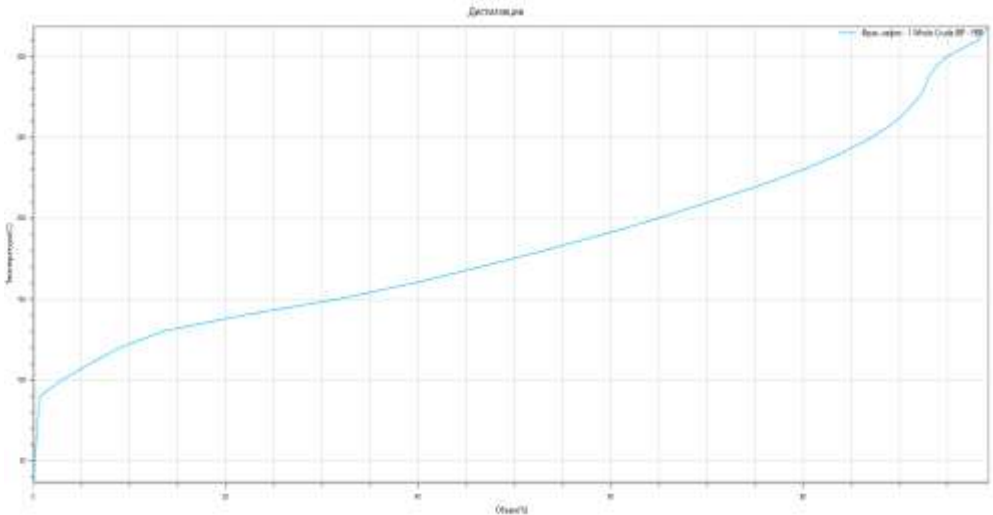


Рис. 3. График дистилляции для выбранного фракционного состава.

На основе этих данных, принимаются температура, давление и расход входящей в трубчатую печь нефти.

Таблица 2. Параметры материальных потоков.

Материальный поток	Температура t , °C	Давление P , кПа	Массовый расход G , кг/ч
Воздух	7	101,3	16150
Нефть на входе	110	1867	30000
Нефть на выходе	380	1867	30000
Уходящий газ	618,6	42,17	17000
Топливо	110	42,17	851,2

Далее, так же задают параметры топлива и воздуха, поступающего в печь. Состав топлива принят в соответствии с составом газов нефтепереработки, так как в трубчатых печах часто используют топливный газ.

Таблица 3. Состав топливного газа на НПЗ.

№	Компонент	Массовая доля, %
1	Кислород, O_2	0,62
2	Азот, N_2	5,55
3	Сероводород, H_2S	0,0
4	Водород, H_2	3,76
5	Метан, CH_4	23,68
6	Этан, C_2H_6	19,8
7	Этилен, C_2H_4	3,5
8	Пропан, C_3H_8	22,7
9	н-Бутан, C_4H_{10}	8,91
10	Изобутан, i- C_4H_{10}	6,78
11	н-Пентан, C_5H_{12}	1,7
12	Изопентан, i- C_5H_{12}	2,14
13	Углекислый газ, CO_2	0,85

В качестве подмешивающегося воздуха принят состав окружающего воздуха.

Таблица 4. Состав воздуха, поступающего в трубчатую печь.

№	Компонент	Массовая доля, %
1	Кислород, O_2	21
2	Азот, N_2	78,97
3	Углекислый газ, CO_2	0,03

На основе заданных потоков была спроектирована модель трубчатой печи с КПД равным 73% и с избытком воздуха в 10%.

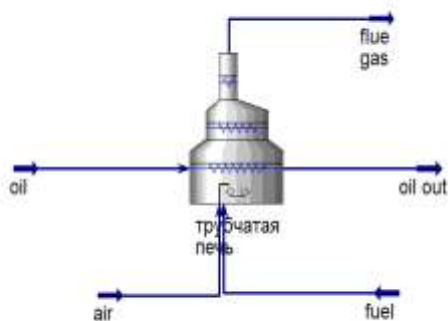


Рис. 4. Модель трубчатой печи перед АВТ.

Данная модель позволила получить параметры нефти на выходе и параметры уходящих газов. Уже на этом моменте можно сделать выводы на счет того,

эффективным будет использование уходящих газов или нет. По предварительным расчетам температура газов на выходе из печи составит 618,6 °С.

Чтобы передать тепло от дымовых газов к сетевой воде, было принято решение использовать кожухотрубный теплообменник. Несмотря на то, что существуют пластинчатые, спиральные и другие типы теплообменных аппаратов, в условиях работы с дымовыми газами трубчатая конструкция является наиболее технически обоснованным выбором.

Как было упомянуто выше, температура дымовых газов составляет 618,6 °С, следовательно, необходимо использовать теплообменник, который сможет выдержать подобные температуры без выхода из строя в течении долгого времени. Кожухотрубные теплообменники изготавливаются из углеродистых и нержавеющей сталей, которые могут выдержать высокую температуру, в то время как, к примеру, пластинчатые обычно используются до 200 °С из-за наличия прокладок между пластинами.

Так же присутствует проблема загрязнений и отложений в теплообменнике. При охлаждении дымового газа существует высокая вероятность образования отложений сажи, золы, которые при контакте с конденсатом образуют нагар, который может препятствовать эффективному процессу теплообмена. В кожухотрубном теплообменнике эта проблема решается в первую очередь простотой очистки. Его легко можно прочищать механически или промывать водой высокого давления. В то же время пластинчатый теплообменник возможно прочистить механически только с полным разбором конструкции или с помощью химической промывки специальными кислотами.

Еще одним плюсом кожухотрубных теплообменников является их возможность продолжать работу при выходе из строя одной или нескольких труб. При прогаре трубы есть возможность заглушить поврежденный участок с двух сторон и тогда аппарат продолжит работу с небольшим снижением мощности. В дальнейшем эти трубы можно заменить при плановом технологическом ремонте. В то же время если из строя выйдет пластина в паяном пластинчатом теплообменнике, то в таком аппарате ремонт невозможен, в разборном ремонт возможен, но он включает в себя полный разбор аппарата и поиск пластины с повреждением.

Таким образом, рассмотрим ситуацию, когда дымовые газы из трубчатой печи поступают на кожухотрубный теплообменник и подогревают воду с 20°С до 95°С.

В этом случае температура дымовых газов, проходящих через теплообменник, опускается до 352,4°С, а значит эту теплоту можно использовать в дальнейшем в других системах. Тепловая нагрузка на теплообменник составила 5,525 ГДж/ч.

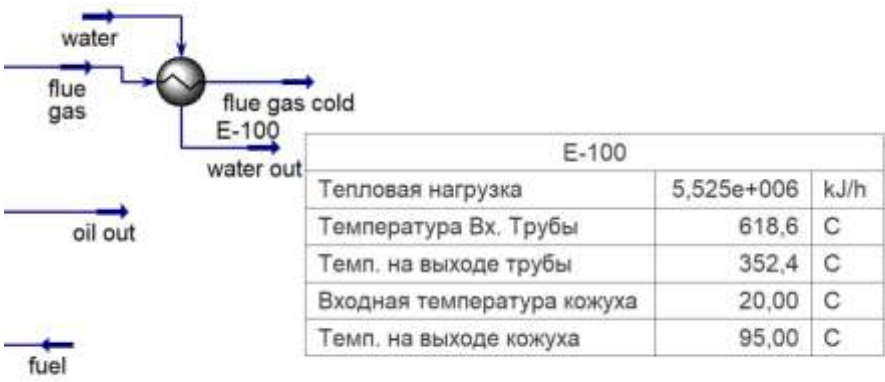


Рис. 5. Параметры на входе и выходе из кожухотрубного теплообменника.

Моделирование теплотехнических схем утилизации тепла дымовых газов трубчатых печей в программе Aspen HYSYS

Первая система включает в себя использование теплоты в системе отопления на собственные нужды НПЗ. Процесс передачи тепла происходит так же в кожухотрубном теплообменнике.

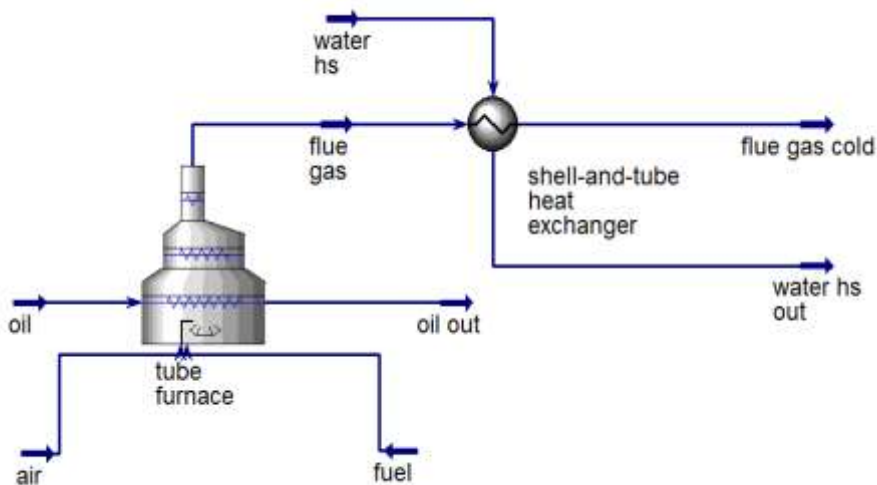


Рис. 6. Модель утилизации тепла дымовых газов в системе отопления.

Принимая температурный график 90/70 °С и давление схемы равным 400 кПа, получаем массовый расход системы отопления равным 98060 кг/ч и тепловую мощность в 1.961 Гкал/ч. Данные параметры соответствуют тепловым потерям приблизительно одного или нескольким цехам на производстве, а значит для обеспечения теплом всего предприятия понадобится несколько десятков таких схем.

В качестве второй схемы была рассмотрена система ГВС. Сходство с первой схемой является только внешним, так как параметры теплоносителей отличаются. Давление в системе горячей воды составляет 500 кПа, а сама вода нагревается в теплообменнике с 5 °С до 65 °С.

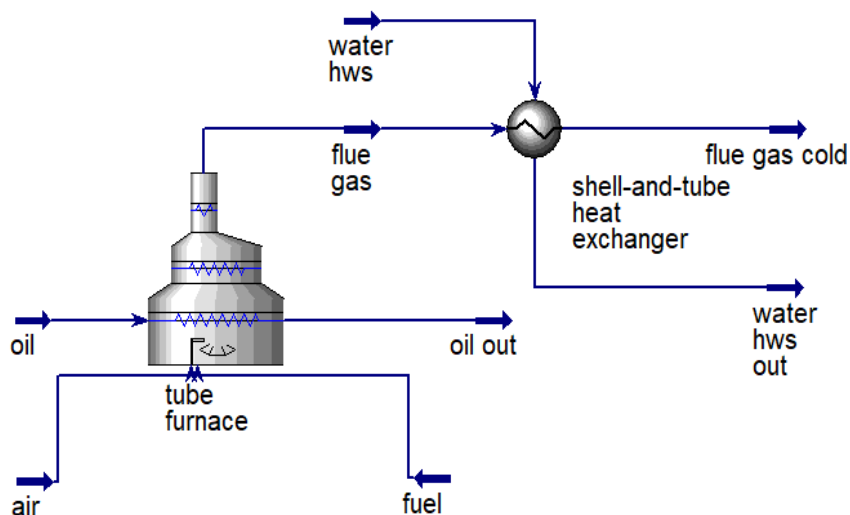


Рис. 7. Модель утилизации тепла дымовых газов в системе ГВС.

Таким образом массовый расход вод составит 32980 кг/ч, а тепловая мощность составит 47,496 Гкал/сут. По приблизительным подсчетам такая система сможет обеспечить горячей водой предприятие с персоналом в 6500 человек.

Третья схема включает в себя систему подогрева нефти перед входом в трубчатую печь. За счет данной схемы на нагрев нефти требуется меньшее количество топлива, что приведет к денежной экономии. Из-за того, что в схеме происходит постоянное изменение параметров потоков, был использован инструмент Recycle (блок RCY-1). Это логический оператор, который решает задачи с закольцованными потоками. Он разрывает контур, задает начальное приближение, отслеживает изменения и итерирует систему, пока расчетные и предполагаемые параметры потоков не совпадут.

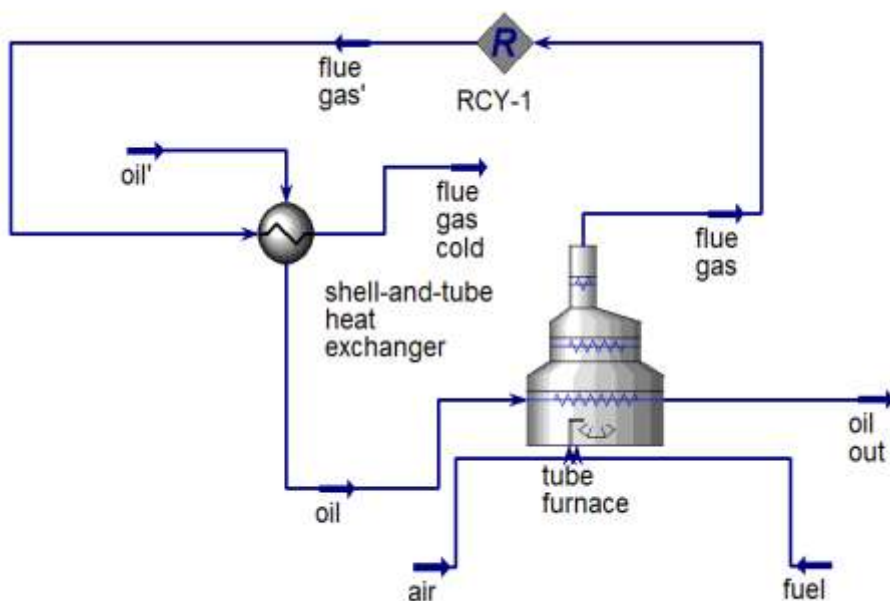


Рис. 8. Модель утилизации тепла дымовых газов в системе подогрева нефти.

За счет нагрева нефти с 110 °С до 193,57 °С, массовый расход топлива уменьшился до 651 кг/ч. Для наглядного представления, в таблице 5 приведено сравнение параметры потоков в трубчатой печи до рекуперации дымовыми газами и после.

Таблица 5. Сравнение параметров потоков двух систем.

	Схема без рекуперации	Схема с рекуперацией
Температура нефти до трубчатой печи, °С	110	193,57
Массовый расход воздуха в печи, кг/ч	16143,845	12346,760
Массовый расход топлива в печи, кг/ч	851,164	650,967
Массовый расход дымовых газов на выходе из печи, кг/ч	16995,009	12997,727

Как видно из таблицы, массовые расходы воздуха, топлива и дымовых газов уменьшились. Расход топлива уменьшился из-за дополнительного нагрева нефти за счет дымовых газов, расход воздуха уменьшился в связи с уменьшением количества топлива и все это ведет к закономерному уменьшению расхода дымовых газов.

В четвертой схеме рассмотрена система с совмещенной системой отопления и ГВС. В отличие от предыдущих схем, в данной схеме используется сразу три теплообменника: кожухотрубный передает тепло от дымовых газов к сетевой воде, которая отправляется в два пластинчатых теплообменника. В первом пластинчатом теплообменнике происходит передача тепла на систему ГВС, а во втором- на систему отопления.

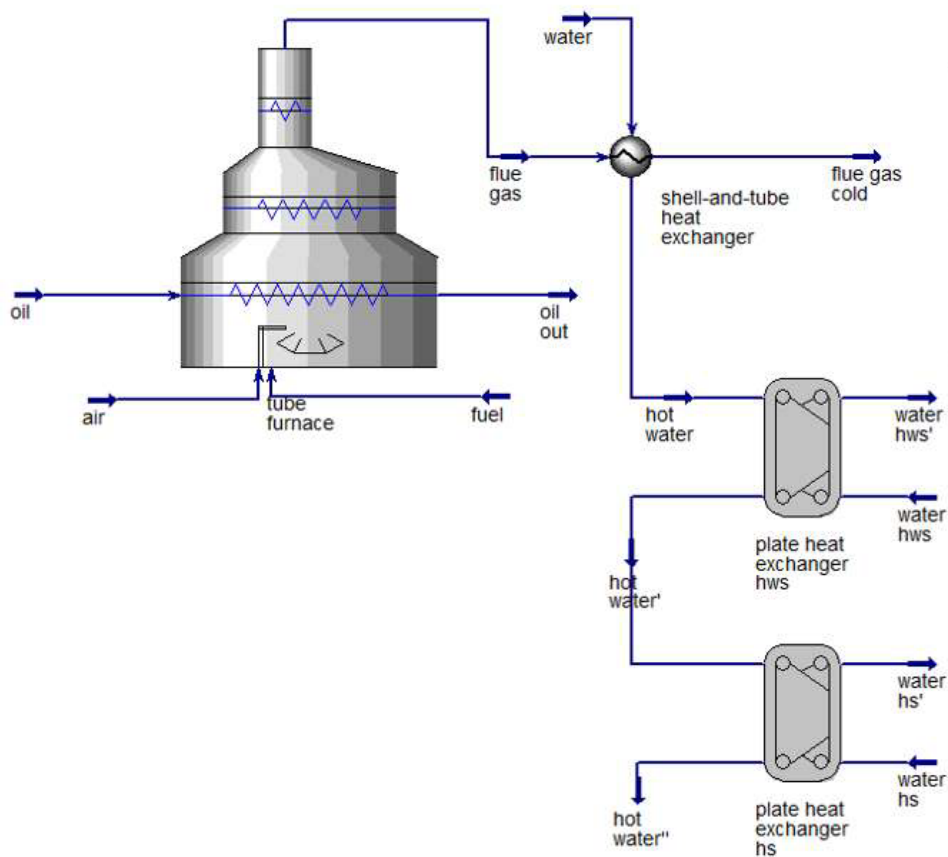


Рис. 9. Модель утилизации тепла дымовых газов в комбинированной системе.

В кожухотрубном теплообменнике сетевая вода нагревается с 5°C до $120,2^{\circ}\text{C}$. К предыдущим заданным параметрам добавляется расход горячей воды в 2292 кг/ч , что позволит приблизить значение к значениям, соответствующим реальному потреблению горячей воды на предприятии. В связи с этим массовый расход воды в системе отопления снижается до 36300 кг/ч , что в 3 раза меньше первой рассмотренной схемы.

Также стоит упомянуть, что летом данная схема изменяется следующим образом: в системе ГВС вода будет нагреваться с 15°C , что приведет к увеличению температуры сетевой воды на выходе из пластинчатого теплообменника, и в системе отопления не будет необходимости. В таком случае, можно использовать оставшееся тепло в других технологических процессах, таких как поддержание температуры в резервуарных парках или выработка электроэнергии.

На основе всех полученных данных можно составить общую таблицу с сравнением всех параметров материальных потоков.

Таблица 6. Сравнение параметров потоков всех вариантов схем.

	Изначальная схема	Схема с системой отопления	Схема с системой ГВС	Схема с системой подогрева нефти	Схема с комбинированной системой
Температура нефти на входе в печь, °C	110	110	110	193,6	110
Массовый расход топлива, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$	851,2	851,2	851,2	650,97	851,2
Массовый расход воздуха, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$	16150	16150	16150	12345,76	16150
Температура уходящих газов, °C	618,4	200	200	200	200
Массовый расход уходящих газов, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$	17000	17000	17000	12997,73	17000
Массовый расход воды в системе ГВС, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$	-	-	32980	-	2292
Массовый расход воды в системе отопления, $\frac{\text{кг}}{\text{ч}}$	-	98060	-	-	36300

Заключение

Исходя из таблицы, можно сделать вывод, что оптимизация большего числа параметров происходит в схеме с подогревом нефти перед ее подачей в трубчатую печь, а также наблюдается денежная экономия за счет сокращения потребления топлива. При этом остальные схемы так же могут быть использованы на практике, если перед нами будет стоять задача обеспечением тепла само предприятие.

Использование теплоты дымовых газов трубчатых печей может быть разнообразным, поэтому важно не просто ее использовать, а использовать максимально эффективно, чтобы сократить потери тепла и расходы самих НПЗ. Использование теплоты дымовых газов требует углубленные знания в данной теме и тщательный расчет, но может быть эффективным комплексным решением для повышения эффективности установок на НПЗ.

На данный момент рассматриваются следующие версии использования, данного ВЭР:

- Использование для выработки электричества.
- Использование для подогрева водяного пара в ректификационной колонне на НПЗ.
- Использование для подогрева мазута в резервуарном парке на НПЗ.
- возможность создания схемы с комбинированной выработкой разных видов энергии.

Список литературы / References

1. Михаил Анатольевич Васильев, Максим Викторович Канищев, Роман Евгеньевич Чибисов Развитие методов тепловой интеграции и их апробация на установках первичной и вторичной переработки нефти // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2024. №1 (336). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-metodov-teplovoy-integratsii-i-ih-aprobatsiya-na-ustanovkah-pervichnoy-i-vtorichnoy-pererabotki-nefti> (09.01.2025).
2. Ильина Т.Н., Бельмаз Д.Н. Способы использования сбросного тепла от установок первичной переработки нефти // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2013. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-ispolzovaniya-sbrosnogo-tepla-ot-ustanovok-pervichnoy-pererabotki-nefti> (20.03.2025).
3. И.И. Малышев, Э.М. Колос МЕТОД ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ РЕКУПЕРАЦИИ НА НЕФТЕБАЗАХ, ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2025. №1-3 (100). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-primeneniya-parov-nefti-i-nefteproduktov-poluchennyh-v-protsesse-rekuperatsii-na-neftebazah-dlya-generatsii-teplovoy-energii> (18.04.2025).
4. Касаткин И.В., Верещак М.Р. РЕКУПЕРАЦИЯ ОТХОДЯЩЕГО ТЕПЛА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРЕИМУЩЕСТВА, ТЕХНОЛОГИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ // Вестник магистратуры. 2021. №4-1 (115). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekuperatsiya-othodyaschego-tepla-v-promyshlennosti-preimushchestva-tehnologii-i-predlozheniya> (15.12.2024).
5. Петров П.А. Процессы рекуперации тепла в блоке каталитического риформинга // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. №5-1 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsessy-rekuperatsii-tepla-v-bloke-katalicheskogo-riforminga> (18.04.2025).
6. Шукярова А.И. СОКРАЩЕНИЕ БЕЗВОЗВРАТНЫХ ПОТЕРЬ В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ // Форум молодых ученых. 2019. №11 (39). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sokraschenie-bezvozvratnyh-poter-v-neftepererabotke> (03.04.2025).
7. Канищев М.В., Мешалкин В.П., Ульев Л.М. Определение энергоэффективности установки первичной переработки нефти // Территория Нефтегаз. 2019. №7-8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-energoeffektivnosti-ustanovki-pervichnoy-pererabotki-nefti> (16.12.2024).
8. Прокопчик И.Н. МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ: ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗА СЧЕТ ИНТЕГРАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ УСТАНОВОК // Universum: технические науки. 2024. №12 (129). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modernizatsiya-neftepererabatyvayuschih-kompleksov-povyshenie-energoeffektivnosti-i-snizhenie-vybrossov-za-schet-integratsii> (07.04.2025).
9. Иванова С.И., Шамсутдинов Э.В. СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НЕФТЕХИМИЧЕСКИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ // Альтернативная энергетика и экология. 2008. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-teplovogo-zagryazneniya-okruzhayushey-sredy-neftehimicheskimi-predpriyatiyami-zaschet-utilizatsii-nizkopotentsialnoy> (10.03.2025).

10. Бахонина Е.И. Современные технологии переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов. Сообщение 2. Физико-химические, химические, биологические методы утилизации и обезвреживания углеводородсодержащих отходов // Башкирский химический журнал. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-pererabotki-i-utilizatsii-uglevodorodsoderzhaschih-othodov-soobschenie-2-fiziko-himicheskie-himicheskie> (21.12.2024).
11. Влияние отложений в теплообменной аппаратуре на термические... [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-otlozheniy-v-teploobmennoy-apparature-na-termicheskie-soprotivleniya-i-energeticheskie-zatraty-na-obektah-promyslovooy-svobodnyy>.
12. Ильина Т.Н., Бельмаз Д.Н. Анализ и способы утилизации вторичных энергоресурсов нефтеперерабатывающего предприятия // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-sposoby-utilizatsii-vtorichnyh-energoresurov-neftepererabatyvayuschego-predpriyatiya> (01.06.2025).
13. Ведрученко В.Р., Резанов Е.М., Стариков А.П., Кушнарченко А.В., Суровцев П.А., Кихтенко В.А. О ВЫБОРЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ // Омский научный вестник. Серия «Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение». 2024. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vybore-metoda-dinamicheskogo-normirovaniya-energoresurov-neftepererabatyvayuschih-proizvodstv> (01.06.2025).
14. Хожиева Н., Бурибоев Т. Энергетический анализ нефтеперерабатывающих заводов в автоматизированных системах // Alfraganus. 2024. №2 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskiy-analiz-neftepererabatyvayuschih-zavodov-v-avtomatizirovannyh-sistemah> (01.06.2025).
15. Низамеев Б.М., Рыжов Д.А., Шакирова А.М., Руиз Д. Применение мес-решений для оптимизации распределения энергетических потоков нефтеперерабатывающего предприятия // Вестник Казанского технологического университета. 2017. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mes-resheniy-dlya-optimizatsii-raspredeleniya-energeticheskikh-potokov-neftepererabatyvayuschego-predpriyatiya> (09.04.2025).

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КАТАЛОГИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PDM-СИСТЕМ МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД И РЕАЛИЗАЦИЯ НА БАЗЕ PDM STEP SUITE

Кондрашина С.С.¹, Кутахов П.В.², Судов Е.В.³

¹Кондрашина Светлана Сергеевна - руководитель отдела,
АО НИЦ "Прикладная Логистика",

²Кутахов Павел Владимирович - независимый исследователь, кандидат технических наук,

³Судов Евгений Владимирович - советник по научной работе, доктор технических наук,
АО НИЦ "Прикладная Логистика",
г. Москва

Аннотация: рассмотрен метод решения задач каталогизации предметов снабжения на основе электронной структуры сложного изделия, управляемой в PDM-системе. Показано, что структура изделия является наиболее полным и прослеживаемым источником исходных идентификационных, классификационных и конфигурационных

данных, однако не может механически преобразовываться в каталог: элемент состава и предмет снабжения имеют различную семантику и кардинальность связей. Предложен технологический процесс, включающий извлечение состава, отбор поставляемых объектов, нормализацию атрибутов, исключение дублирования, классификацию, формирование каталожного описания и установление обратной связи с PDM-объектом. На материалах разработчика PDM STEP Suite показана реализуемость подхода в российской программной среде. Сформулированы требования к модели данных, качеству информации, управлению изменениями и интеграции каталогизации с задачами материально-технического обеспечения и эксплуатации.

Ключевые слова: каталогизация продукции, предмет снабжения, структура изделия, состав изделия, PDM, PDM STEP Suite, конфигурация изделия, нормативно-справочная информация, жизненный цикл, материально-техническое обеспечение.

SOLVING CATALOGUING TASKS BASED ON PRODUCT STRUCTURE USING PDM SYSTEMS A METHODOLOGICAL APPROACH AND IMPLEMENTATION BASED ON PDM STEP SUITE SYSTEM

Kondrashina S.S.¹, Kutakhov P.V.², Sudov E.V.³

¹Kondrashina Svetlana Sergeevna - Department Head,
JSC RESEARCH CENTER "APPLIED LOGISTICS",

²Kutakhov Pavel Vladimirovich - Independent Researcher, PhD in Engineering

³Sudov Evgeny Vladimirovich - Research Advisor, Doctor of Engineering,
JSC RESEARCH CENTER "APPLIED LOGISTICS",
MOSCOW

Abstract: The paper presents a method for supply-item cataloguing based on an electronic product structure managed in a PDM system. The product structure is shown to be the most complete and traceable source of identification, classification and configuration data; nevertheless, it cannot be converted into a catalogue mechanically because a product-structure element and a supply item have different semantics and relationship cardinality. A workflow is proposed that includes composition extraction, supply-item selection, attribute normalization, duplicate detection, classification, catalogue-record generation and establishment of a backward link to the PDM object. Official PDM STEP Suite materials demonstrate the feasibility of the approach in a Russian software environment.

Keywords: product cataloguing, supply item, product structure, bill of materials, PDM, PDM STEP Suite, product configuration, reference data, life cycle support.

УДК 658.5:004.9

DOI 10.24412/2312-8089-2026-10805

Введение

Каталогизация промышленной продукции обеспечивает однозначную идентификацию предметов снабжения, унификацию их наименований и характеристик, исключение необоснованного дублирования, поддержку закупок, материально-технического обеспечения (МТО), технического обслуживания и ремонта. Для сложных изделий — авиационной, ракетно-космической, радиоэлектронной, транспортной и иной наукоемкой техники — традиционный документно-ориентированный способ подготовки каталожных сведений оказывается трудоемким. Одни и те же данные повторно извлекаются из спецификаций, ведомостей, чертежей, эксплуатационной документации и разрозненных справочников.

Рациональной альтернативой является использование электронной структуры (состава) изделия, поддерживаемой PDM-системой, как первичного источника данных о потенциальных предметах снабжения. Такой подход соответствует общей логике информационной поддержки жизненного цикла: сведения создаются один раз в месте возникновения, управляются в единой модели и повторно используются различными процессами.

Цель исследования — разработать методический подход к формированию каталожной информации на основе структуры изделия, определить необходимые преобразования данных и оценить возможности его реализации с использованием российской системы PDM STEP Suite.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- уточнить различие между элементом состава изделия и предметом снабжения;
- определить состав исходных данных PDM, необходимых для каталогизации;
- разработать последовательность информационных преобразований;
- сформулировать требования к качеству, конфигурационному управлению и прослеживаемости;
- показать функциональное соответствие PDM STEP Suite предложенному подходу.

1. Нормативная база

В российской системе каталогизации объектом работ является продукция, выступающая предметом поставки. ГОСТ Р 51725.2-2012 устанавливает, что каталогизации подлежит продукция, являющаяся предметом поставки для федеральных государственных нужд. Следовательно, границы объекта каталогизации определяются не только конструкторской декомпозицией, но и логикой снабжения.

ГОСТ Р 51725.21-2014 распространяет требования к проведению работ по каталогизации на процессы разработки, производства и эксплуатации продукции. ГОСТ Р 51725.4-2014 определяет требования к структуре каталожных описаний и указывает на использование стандартных форматов описания (СФО). ГОСТ Р 51725.3-2016 устанавливает общие требования к методам идентификации. В совокупности эти положения задают три обязательных контура: выбор объекта, его однозначную идентификацию и стандартизованное описание.

Представление инженерных данных об изделии регламентировано ГОСТ Р ИСО 10303 STEP.

2. Структура изделия как источник каталожных данных

Электронная структура изделия представляет иерархию взаимосвязанных объектов: конечное изделие, комплексы, системы, агрегаты, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, покупные комплектующие и материалы. Связь вхождения несет самостоятельные атрибуты: позицию, количество, единицу измерения, вариант, применяемость и период действия.

Для каталогизации значимы не только вершины иерархии, но и контекст их использования. Один и тот же компонент может входить в несколько узлов и изделий; его каталожная идентичность при этом должна сохраняться. Напротив, некоторые конструктивные элементы не поставляются отдельно и не образуют самостоятельных предметов снабжения.

Таблица 1. Состав данных PDM-системы, используемых при каталогизации.

Группа данных	Типичные атрибуты PDM	Использование в каталогизации
Идентификация	обозначение, наименование, тип, версия, изготовитель	первичная идентификация и проверка уникальности
Структура	родитель, компонент, позиция, количество, единица	выявление потенциальных предметов снабжения
Конфигурация	исполнение, вариант, применяемость, даты действия	разграничение допустимых поставочных вариантов
Классификация	класс, группа, признаки, технические характеристики	выбор класса и заполнение СФО
Документация	чертеж, ТУ, паспорт, ЭД, извещение об изменении	подтверждение характеристик и актуальности
Снабжение	покупное/собственное, поставщик, взаимозаменяемость	определение объекта закупки и аналога



Рис. 1. Преобразование структуры изделия в каталожные представления.

3. Семантическое различие структуры и каталога

Основная методическая ошибка состоит в предположении, что каждая позиция спецификации автоматически является предметом снабжения. Конструкторская структура отвечает на вопрос «из чего состоит изделие», а каталог — на вопрос «что должно однозначно идентифицироваться, заказываться, поставляться, храниться и заменяться». Поэтому между двумя множествами возможны отношения «один к одному», «многие к одному» и отсутствие соответствия.

Решение о включении элемента в каталог должно учитывать:

- возможность самостоятельной поставки или заказа;
- потребность в замене при техническом обслуживании и ремонте;
- наличие отдельной учетной, складской или ценовой единицы;

- взаимозаменяемость и допустимые аналоги;
- уровень разукрупнения, принятый в системе МТО;
- ограничения применяемости и конфигурации;
- требования заказчика и нормативных документов.



Рис. 2. Варианты соответствия элемента структуры изделия и предмета снабжения.

4. Предлагаемый технологический процесс

Процесс каталогизации целесообразно строить как управляемый «конвейер преобразования» инженерных данных. Его результатом является не копия спецификации, а проверенная каталожная запись, связанная с исходным объектом и допускающая повторное использование. Ниже приведена предлагаемая схема процесса каталогизации:

1. Извлечение данных

Из РДМ выбирается утвержденная конфигурация изделия на заданную дату. Извлекаются состав, версии компонентов, условия применяемости, идентификационные атрибуты, характеристики и ссылки на подтверждающие документы. Важным условием является фиксация утвержденной конфигурации (по ГОСТ Р 59193), чтобы состав исходных данных был воспроизводим.

2. Отбор потенциальных предметов снабжения

Компоненты фильтруются по типу, признаку поставляемости, уровню ремонта¹ и его роли в системе МТО. Автоматические правила сокращают объем ручной работы, однако пограничные случаи должны передаваться эксперту. Результат этапа — перечень кандидатов с обоснованием включения или исключения.

3. Нормализация

Наименования приводятся к нормативной форме, единицы измерения — к единому справочнику, значения характеристик — к согласованным форматам. Заполняются отсутствующие сведения об изготовителе, поставщике, назначении и условиях применения. Для многоязычных каталогов используются утвержденные переводы терминов.

¹ Уровню системы ремонта, на котором применяется данный предмет снабжения

4. Идентификация и устранение дублей

Сопоставление выполняется по совокупности обозначения, изготовителя, характеристик, нормативного документа и функционального назначения. Совпадение наименований недостаточно. Выявленные дубли объединяются на уровне каталожной сущности, сохраняя ссылки на все применения в структурах изделий.

5. Классификация и формирование описания

Для предмета снабжения выбирается классификационная группировка и соответствующий стандартный формат описания (СФО). Характеристики PDM сопоставляются с реквизитами каталожного описания. Необходима таблица правил отображения: источник, целевой реквизит, преобразование единицы, обязательность, допустимые значения и правило контроля.

6. Публикация и обратная связь

Утвержденная запись получает каталожный идентификатор. Он возвращается в PDM и связывается с исходными компонентами. Изменение обозначения, изготовителя, применяемости или ключевой характеристики должно инициировать анализ влияния на каталожную запись. Такой замкнутый контур обеспечивает прослеживаемость.

Технологический процесс каталогизации на основе PDM-данных



Рис. 3. Технологический процесс каталогизации на основе данных PDM.

5. Реализация подхода в PDM STEP Suite

PDM STEP Suite —система для управления данными об изделии на стадиях жизненного цикла, разработанная НИЦ «Прикладная логистика». Система включает базовую платформу и прикладные модули управления инженерными данными, проектами, процессами, документами, нормативно-справочной информацией.

Ядром PDM STEP Suite является объектно-ориентированная база данных, построенная на основе моделей данных, регламентированных стандартами ISO 10303 STEP (ГОСТ Р ИСО 10303), PLCS (Product Life Cycle Support). База содержит сведения о составе, вариантах конфигурации, входимости компонентов, идентификационных данных, технологиях, геометрических моделях и документах. Для управления составом изделия поддерживаются различные точки зрения, изменения, сравнение вариантов. Для решения задач каталогизации база данных об изделии может включать классификационные и номенклатурные коды; атрибуты компонентов; конфигурации; общую базу элементов; правила применяемости; данные

для формирования каталога предметов снабжения и каталога покупных комплектующих.

Это позволяет рассматривать PDM STEP Suite не только как хранилище конструкторского состава, но и как интеграционное ядро каталогизации. Прикладной контур каталогизации может быть реализован посредством настройки модели данных, справочников, маршрутов согласования, отчетов и интерфейсов обмена.



Рис. 4. Функциональная архитектура решения на базе PDM STEP Suite.

6. Требования к информационной модели

Таблица 2. Требования к информационной модели.

Требование	Содержание	Контроль
Уникальность	устойчивый идентификатор инженерного объекта и каталожной записи	поиск дублей и запрет неоднозначных ключей
Версионность	разделение версии объекта, документа и каталожного описания	история изменений и базовые линии
Применяемость	формальное описание вариантов, дат и диапазонов	проверка конфигурации при выгрузке
Прослеживаемость	двусторонняя связь PDM-компонента и каталожной записи	отчет о происхождении каждого реквизита
Нормализация	единые справочники наименований, единиц, организаций	автоматическая валидация значений
Полнота	обязательные реквизиты выбранного СФО	контроль заполнения до публикации
Интероперабельность	стабильные форматы и программные интерфейсы	приемочные тесты обмена

Информационная модель должна включать идентификатор PDM-объекта, идентификатор версии, идентификатор связи вхождения, конфигурационный контекст, идентификатор каталожной записи, статус сопоставления, основание решения, автора и дату. Отдельное хранение идентификатора связи вхождения важно потому, что количество, позиция и применяемость относятся не к компоненту самому по себе, а к его использованию в конкретной структуре.

7. Эффекты и ограничения подхода

Применение PDM-системы позволяет устранить повторный ввод, сократить трудоемкость подготовки каталогов, повысить согласованность обозначений и характеристик, обеспечить учет конфигураций и быстро оценивать влияние изменений. Дополнительный эффект возникает при интеграции с системами анализа логистической поддержки (АЛП) по ГОСТ Р 53392 и МТО: перечень предметов снабжения связывается с потребностью в запасах, ремонтными задачами, отказами и фактической эксплуатацией.

Вместе с тем автоматизация ограничивается качеством исходной PDM-модели. Если структура ведется только как перечень файлов, не различаются объект и документ, отсутствуют версии, применяемость или справочники, то автоматическая каталогизация лишь тиражирует дефекты данных. Второе ограничение — организационное: ответственность за инженерный объект, справочник и каталожную запись обычно распределена между разными подразделениями. Поэтому необходимы единые регламенты использования данных.

Таблица 3. Риски каталогизации на основе данных PDM и меры управления.

Риск	Последствие	Мера управления
механическое включение всех ДСЕ	избыточный каталог, ложные предметы снабжения	правила отбора и экспертное решение
дубли обозначений и наименований	множественные записи одного предмета	составные ключи и поиск сходства
неучтенная применяемость	ошибка заказа для конкретной конфигурации	конфигурационный фильтр и базовая линия
устаревшие характеристики	ошибка идентификации и закупки	событийное управление изменениями
несогласованные справочники	разные единицы и термины	единая НСИ и контроль допустимых значений

Выводы

1. Электронная структура изделия является рациональным первичным источником каталогизации, поскольку объединяет идентификацию компонентов, контекст вхождения, конфигурации, версии и связанную документацию.

2. Прямое преобразование спецификации в каталог методически некорректно: предмет снабжения определяется условиями поставки, эксплуатации, ремонта и МТО, а не только конструктивной декомпозицией.

3. Необходим управляемый процесс, включающий отбор, нормализацию, исключение дублирования, классификацию, формирование каталожного описания, публикацию и обратную связь с PDM.

4. PDM STEP Suite функционально поддерживает основные предпосылки подхода: ведение структуры и конфигураций, управление атрибутами и документами, НСИ, процессы, отчеты, интеграцию и формирование каталогов.

5. Наибольший практический эффект достигается при создании сквозной модели данных, связывающей конструкторский состав, каталог предметов снабжения, АЛП, МТО и фактическую эксплуатацию.

6. Перспективное направление исследования — формализация правил автоматического отбора предметов снабжения и оценка качества сопоставления на реальных структурах сложных изделий.

Список литературы / References

1. Постановление Правительства РФ от 27.04.2024 № 549 (ред. от 17.05.2025) «О федеральной системе каталогизации продукции для федеральных нужд»
2. ГОСТ Р 51725.2-2012 Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд. Термины и определения
3. ГОСТ Р 51725.21-2014 Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд. Порядок проведения работ по каталогизации продукции
4. ГОСТ Р 51725.4-2014 Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд. Стандартные форматы описания предметов снабжения. Правила разработки, утверждения, ведения и применения
5. ГОСТ Р 51725.3-2016 Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд. Правила идентификации и классификации продукции. Общие положения
6. Генезис каталогизации наукоемкой продукции / Карташев А.В. - М.: Технополиграфцентр, 2019. 237 с.
7. PDM STEP Suite: описание программного продукта / АО НИЦ «Прикладная Логистика». URL: <https://cals.ru/products/pss> (дата обращения: 28.07.2026).
8. PDM STEP Suite. Техническое описание. URL: https://pss.cals.ru/DOC/PSS_TD_2_1.pdf (дата обращения: 28.07.2026).
9. PDM STEP Suite. Настройка системы: руководство пользователя. URL: https://pss.cals.ru/DOC/PSS_UG_P1.pdf (дата обращения: 28.07.2026).
10. Судов Е. В., Левин А. И., Петров А. В. и др. Повышение конкурентоспособности отечественной продукции военного назначения за счет применения технологий интегрированной логистической поддержки и каталогизации // Россия: союз технологий. 2012.
11. ISO 10303. Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange.

TECHNO-ECONOMIC METHOD FOR RATIONAL NOMINAL VOLTAGE SELECTION IN DISTRIBUTION NETWORKS BASED ON DISCOUNTED COST ANALYSIS

Samiev Sh.S.

*Samiev Shohrukh Salim ugli - assistant teacher,
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *This study presents a techno-economic method for selecting the rational nominal voltage of distribution electrical networks based on discounted total costs. The proposed approach compares 10, 20, and 35 kV alternatives by considering capital investment, operating and maintenance costs, electrical energy losses, load growth, and electricity tariff variation. For each voltage level, the discounted cost function is determined, and the option with the minimum total cost is selected. Critical load boundaries between adjacent voltage*

levels are also identified from the equality of their discounted cost functions. Based on these relationships, an algorithm for rational nominal voltage selection is developed.

Keywords: distribution network, nominal voltage selection, techno-economic analysis, discounted costs, energy losses, load growth, optimization.

ТЕХНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО НОМИНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИСКОНТИРОВАННЫХ ЗАТРАТ

Самиев Ш.С.

*Самиев Шохрух Салим угли - ассистент преподавателя,
Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в данном исследовании представлен технико-экономический метод выбора рационального номинального напряжения распределительных электрических сетей на основе дисконтированных общих затрат. Предложенный подход сравнивает варианты 10, 20 и 35 кВ с учетом капитальных вложений, эксплуатационных и ремонтных расходов, потерь электроэнергии, роста нагрузки и изменения тарифов на электроэнергию. Для каждого уровня напряжения определяется функция дисконтированных затрат, и выбирается вариант с минимальными общими затратами. Критические границы нагрузки между смежными уровнями напряжения также определяются на основе равенства их функций дисконтированных затрат. На основе этих соотношений разработан алгоритм рационального выбора номинального напряжения.

Ключевые слова: распределительная сеть, выбор номинального напряжения, технико-экономический анализ, дисконтированные затраты, потери энергии, рост нагрузки, оптимизация.

UDC 621.316.11

The selection of a rational nominal voltage is an important task in the planning and development of distribution electrical networks. The selected voltage level directly affects line currents, power losses, conductor requirements, capital investment, and operating costs. At the same time, load demand in distribution networks changes over time, which means that a voltage level that is economically justified at one stage may become less efficient as the load increases.

For this reason, nominal voltage selection should be based not only on technical requirements but also on a long-term economic assessment. In this study, 10, 20, and 35 kV voltage alternatives are compared using a unified discounted-cost criterion that includes capital investment, operating costs, and the cost of electrical energy losses. The effect of load growth, electricity tariff variation, and the time value of money is also taken into account [1, 2].

The economic boundary between two nominal voltage levels can be determined from the condition of equality of their discounted total costs. For two competing voltage levels U_i and U_j , the transition point is defined as [3, 4]:

$$Z_i(S) = Z_j(S), \quad (1)$$

where $Z_i(S)$ and $Z_j(S)$ are the discounted total costs corresponding to the considered nominal voltage levels.

If the discounted cost functions are represented in the form:

$$Z_i(S) = A_i + B_i S^2, \quad Z_j(S) = A_j + B_j S^2 \quad (2)$$

the critical load at which the two voltage alternatives become economically equivalent is obtained as:

$$S_{cr,ij} = \sqrt{\frac{A_j - A_i}{B_i - B_j}} \quad (3)$$

For the considered 10, 20, and 35 kV distribution networks, the transition boundaries are therefore determined as:

$$S_{cr,10-20} = \sqrt{\frac{A_{20} - A_{10}}{B_{10} - B_{20}}}, \quad \text{and} \quad S_{cr,20-35} = \sqrt{\frac{A_{35} - A_{20}}{B_{20} - B_{35}}} \quad (4)$$

Accordingly, the rational nominal voltage can be selected as:

$$U_{opt} = \begin{cases} 10 \text{ kV}, & S < S_{cr,10-20} \\ 20 \text{ kV}, & S_{cr,10-20} \leq S < S_{cr,20-35} \\ 35 \text{ kV}, & S \geq S_{cr,20-35} \end{cases} \quad (5)$$

This approach makes it possible to determine not only the voltage level corresponding to the minimum discounted cost, but also the economic transition boundaries between 10, 20, and 35 kV networks [5, 6]. Thus, the rational voltage selection can be expressed through explicit load intervals rather than by a simple comparison of individual cost values.

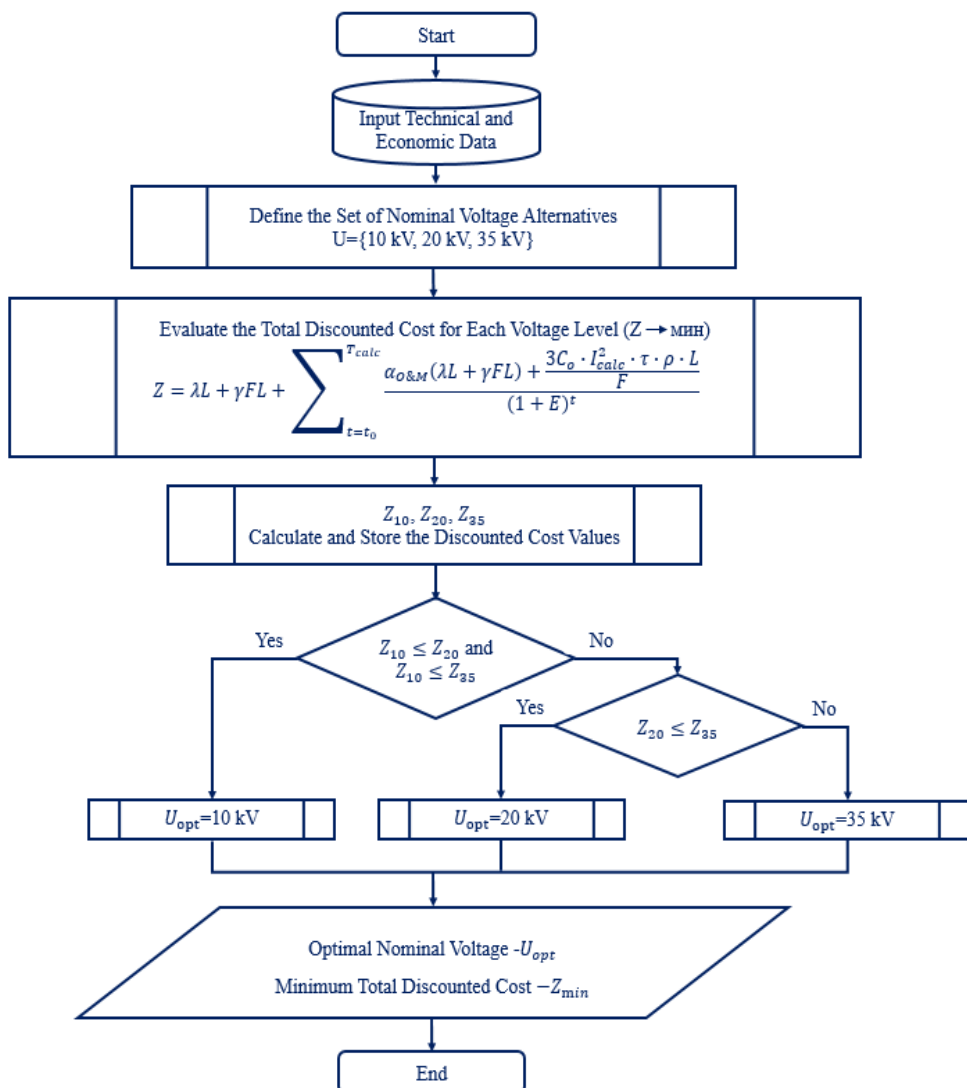


Fig. 1. Algorithm for Optimal Nominal Voltage Selection in Distribution Networks.

The proposed algorithm determines the rational nominal voltage of a distribution network by comparing 10, 20, and 35 kV alternatives according to a unified discounted-cost criterion. For each voltage level, capital investment, operation and maintenance costs, and the economic value of electrical energy losses are evaluated over the calculation period. The voltage corresponding to the minimum discounted total cost is selected as the optimal solution. This approach enables technically feasible voltage options to be compared on a consistent techno-economic basis while accounting for the time value of money [2, 4].

The developed method provides a systematic approach to rational nominal voltage selection in distribution networks. By jointly considering capital costs, operating expenses, and energy-loss costs, the proposed algorithm allows 10, 20, and 35 kV alternatives to be evaluated within a single discounted-cost framework. The obtained results can support economically justified voltage selection in the design, reconstruction, and long-term development of distribution electrical networks.

References / Список литературы

1. *A.A. Yarkina, R.N. Khamitov, A.S. Sorogin, and O.V. Arkhipova* “Advanced voltage selection model for a gas field electrical distribution grid,” *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, vol. 337, no. 2, 2026, doi: 10.18799/24131830/2026/2/5403.
2. *A. Taslimov, S. Samiev, V. Mo‘minov, and D. Abdukhaliilov* “Issues of optimization of electrical network parameters medium voltage,” *AIP Conference Proceedings*, vol. 3331, 020007, 2025, doi: 10.1063/5.0305781.
3. *F. Pedrini and C. B. Donadel* “Enhancing energy efficiency in medium-voltage distribution networks through voltage level elevation: A technical and economic assessment,” *Energy Efficiency First*, 2025, Art. no. 100002.
4. *F. Rakhimov, F. Rakhimov, S. Samiev, and D. Abdukhaliilov* “Justification of technical and economic effectiveness of application of 20 kV voltage in overhead electric networks,” *AIP Conference Proceedings*, vol. 3152, 030023, 2024, doi: 10.1063/5.0218921.
5. *T.N. Pham, R. Shah, M.N. Dao, N. Sultanova, and S. Islam* “Low and medium voltage distribution network planning with distributed energy resources: A survey,” *Electrical Engineering*, vol. 107, pp. 1797–1828, 2025.
6. *M.-C. Alvarez-Herault, J.-P. Dib, O. Ionescu, and B. Raison* “Long-Term Planning of Electrical Distribution Grids: How Load Uncertainty and Flexibility Affect the Investment Timing,” *Energies*, vol. 15, no. 16, Art. no. 6084, 2022. doi: 10.3390/en15166084.

К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ДЕВИАНТНОЙ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ПОДРОСТКОВ В ШКОЛЕ

Фортова Л.К.¹, Никонов Н.И.²

¹Фортова Любовь Константиновна - доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы РФ,

²Никонов Никита Игоревич – аспирант,
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая
Григорьевича Столетовых,
г. Владимир

Аннотация: статья посвящена вопросам профилактики девиантного поведения подростков в условиях общеобразовательных организаций. Рассматриваются основные причины возникновения отклоняющегося поведения среди несовершеннолетних, включая социальные, психологические и педагогические факторы. Авторы подчеркивают важность комплексного подхода к профилактике, включающей работу педагогов, родителей и социальных служб. Особое внимание уделяется формированию позитивных жизненных установок, развитию коммуникативных навыков и эмоциональной устойчивости учащихся. Приводятся практические рекомендации по организации профилактической работы в образовательных организациях, направленные на снижение риска проявления асоциального поведения среди подростков. Статья адресована специалистам сферы образования, социальным работникам и родителям, заинтересованным в обеспечении благоприятной среды для позитивного развития детей и подростков.

Ключевые слова: девиантное поведение, подростки, профилактика, общеобразовательные организации, социальные факторы, психологические факторы, педагогические факторы, комплексный подход, педагоги, родители, социальные службы, жизненные установки, коммуникативные навыки, эмоциональная устойчивость, организация профилактической работы, образовательная среда, развитие, дети, подростки.

ON PREVENTING DEVIANT BEHAVIORAL STRATEGIES IN ADOLESCENTS AT SCHOOL

Fortova L.K.¹, Nikonov N.I.²

¹Fortova Lyudmila Konstantinovna - Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Honored Worker of
Higher Education of the Russian Federation,

²Nikonov Nikita Igorevich - Postgraduate student
STATE UNIVERSITY NAMED AFTER A.G. AND N.G. STOLETOVS,
VLADIMIR

Abstract: The article focuses on the prevention of deviant behavior among adolescents in general educational institutions. It examines the main causes of such behavior, including social, psychological, and pedagogical factors. The author emphasizes the importance of a comprehensive approach to prevention, involving collaboration between educators, parents, and social services. Special attention is given to forming positive life attitudes, developing communication skills, and enhancing emotional resilience among students. Practical recommendations for organizing preventive work in educational settings are provided, aimed at reducing the risk of antisocial behavior among teenagers. This article will be useful for education professionals, social workers, and parents interested in creating an environment conducive to children's healthy development.

Keywords: *deviant behavior, adolescents, prevention, general educational institutions, social factors, psychological factors, pedagogical factors, integrated approach, teachers, parents, social services, life values formation, communication skills, emotional stability, organization of preventive work, educational environment, children and adolescent development.*

В современных условиях социальной нестабильности, усиления миграционных процессов и экономических вызовов наблюдается рост девиантного поведения среди подростков. Это явление требует пересмотра традиционных подходов к профилактике в общеобразовательных организациях. Научная и практическая актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки новых методик, способных эффективно противостоять негативным тенденциям в подростковой среде.

Ключевой проблемой остается недостаточная координация между педагогами, психологами и родителями при реализации профилактических программ. Отсутствие слаженного взаимодействия снижает эффективность принимаемых мер и способствует эскалации конфликтов в образовательной среде. Это негативно сказывается на психоэмоциональном состоянии учащихся и их учебных результатах.

Целью данной статьи является разработка интегрированной модели профилактики девиантного поведения, адаптированной к повседневной деятельности общеобразовательных организаций. Предлагаемая модель сочетает индивидуальный психологический мониторинг с коллективными воспитательными мероприятиями. Такой подход направлен на формирование устойчивых социальных норм у подростков и повышение эффективности школьных программ.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: анализ теоретических основ девиантного поведения и существующих подходов к его профилактике в школьной среде; выявление ключевых факторов риска через изучение эмпирических данных; разработка структуры интегрированной модели профилактики, включающей диагностику, коррекционные меры и оценку эффективности; формулирование практических рекомендаций по внедрению модели с учетом ресурсных ограничений образовательных организаций.

Понятие и сущность девиантного поведения подростков: современные трактовки

Современные исследователи (Л.К. Фортова, С.А. Завражин, О.М. Овчинников и др.) определяют девиантное поведение подростков как устойчивое отклонение от общепринятых социальных норм, вследствие низкой социальной зрелости и отсутствия социального иммунитета. Данное понятие включает широкий спектр поведенческих проявлений, нарушающих правовые, моральные и этические стандарты общества. Отклонения носят систематический характер и причиняют ущерб самому индивиду или окружающим. Как отмечают специалисты, ключевым аспектом при анализе девиаций в подростковом возрасте является их принципиальное отличие от возрастных кризисов и ситуативных реакций.

Подростковый возраст представляет собой особый период онтогенеза, характеризующийся интенсивными психофизиологическими перестройками, что создает предпосылки для возникновения девиантных форм поведения. Гормональные изменения, становление самосознания и поиск идентичности сопровождаются повышенной эмоциональной неустойчивостью и склонностью к рискованным действиям. Этот этап развития отличается максимализмом суждений и противоречивостью самооценки, что может приводить к конфликтам с социальным окружением. Именно поэтому подростковый возраст рассматривается исследователями как сензитивный период для формирования как просоциальных, так и деструктивных поведенческих паттернов.

Разграничение нормального и девиантного поведения в подростковой среде требует обязательного учета культурно-исторических особенностей и механизмов

социализации. Социальные нормы не являются универсальными и статичными, их содержание варьируется в зависимости от конкретного общества и исторической эпохи. В условиях образовательной организации процессы социализации играют ключевую роль в усвоении нормативных требований и ценностных ориентаций. Следовательно, оценка поведенческих проявлений должна осуществляться с позиций динамики социальных ожиданий и особенностей институциональной среды школы.

Классификация видов девиантного поведения в подростковом возрасте

Классификация девиантного поведения подростков строится на двух ключевых критериях: направленности и степени социальной опасности. Направленность подразделяется на асоциальное поведение, отклоняющееся от социальных норм без прямой угрозы обществу, и антисоциальное, представляющее открытый конфликт с нормами права. Степень социальной опасности варьируется от незначительных нарушений до преступных деяний. Данная классификация позволяет дифференцированно подходить к оценке и профилактике различных форм отклонений.

Основные типы девиантного поведения включают агрессивные, аддитивные, суицидальные и делинквентные формы. Агрессивное поведение проявляется в физическом или вербальном насилии. Аддитивное поведение характеризуется зависимостью от психоактивных веществ или иных форм ухода от реальности. Суицидальное поведение выражается в мыслях или действиях, направленных на самоуничтожение. Делинквентное поведение связано с совершением противоправных поступков.

Специфическими подростковыми девиациями являются школьная дезадаптация, кибербуллинг и девиации в рамках молодежных субкультур. Школьная дезадаптация проявляется в устойчивых трудностях обучения и нарушениях дисциплины. Кибербуллинг это особая угроза, «представляющая собой нападения с целью нанесения психологического вреда, которые осуществляются через электронную почту, сервисы мгновенных сообщений, в чатах, социальных сетях, на web-сайтах, а также посредством мобильной связи» [8, с. 16]. Девиации в молодежных субкультурах могут выражаться в присоединении к группам с деструктивной идеологией.

Причины девиантного поведения подростков

Индивидуально-психологические причины девиантного поведения подростков включают особенности эмоционально-волевой сферы и акцентуации характера. Подростковый возраст характеризуется кризисными состояниями, обусловленными гормональными перестройками и формированием идентичности. Эти факторы могут провоцировать импульсивность, снижение самоконтроля и повышенную конфликтность. «В основе формирования девиантного поведения лежат следующие факторы: с одной стороны, отклонения могут возникать на основе причин социально-педагогического характера...; с другой стороны, отклонениями могут быть поступки, которые обусловлены причинами психофизиологического или психобиологического характера, возникающими в определенный период возрастного развития или проявляющиеся как результат каких-либо нарушений в физическом или психическом развитии ребенка» [4, с. 99].

Социально-педагогические детерминанты девиантного поведения охватывают дисфункции семейного воспитания и школьную дезадаптацию. Неблагоприятный семейный климат, гипо- или гиперопека, а также педагогическая запущенность создают предпосылки для поведенческих отклонений. Значительное влияние оказывают референтные группы сверстников, особенно при наличии асоциальных установок. Школьные факторы риска включают низкую успеваемость, конфликты с педагогами и недостаточную включенность в образовательный процесс.

Факторы риска девиантного поведения подростков.

Социально-педагогические факторы риска в общеобразовательной организации включают деформацию межличностных отношений среди учащихся. Неблагоприятный психологический климат в классе способствует формированию

конфликтных ситуаций и агрессивного поведения. Недостатки воспитательной работы проявляются в отсутствии систематической профилактической деятельности и слабой индивидуальной поддержки подростков. Эти аспекты создают условия для развития девиантных форм поведения в школьной среде.

Индивидуально-психологические особенности подростков выступают значимыми факторами риска девиантного поведения. «Индивидуально-психологические особенности, такие как повышенная тревожность, импульсивность, низкая самооценка и неумение справляться со стрессом, значительно увеличивают риск развития девиантного поведения у подростков». Низкий уровень саморегуляции затрудняет контроль над эмоциональными реакциями и поведенческими проявлениями. Акцентуации характера в подростковом возрасте часто приводят к неадекватным реакциям на внешние воздействия.

Организационные недостатки среды общеобразовательной организации способствуют возникновению девиантного поведения. Слабая система профилактики не обеспечивает своевременного выявления и коррекции проблемных форм поведения. Недостаточная квалификация педагогов в вопросах психологии подросткового возраста ограничивает возможности эффективного взаимодействия. Отсутствие комплексного подхода снижает результативность профилактических мероприятий в школе.

Модели и программы профилактики девиантного поведения подростков

Психолого-педагогические модели профилактики девиантного поведения подростков акцентируют внимание на коррекции эмоционально-волевой сферы. Основными формами работы выступают социально-психологические тренинги и индивидуальное консультирование. Указанные методы позволяют развивать навыки саморегуляции и рефлексии у несовершеннолетних. Коррекция осуществляется через формирование адекватных поведенческих паттернов и когнитивных установок.

Социально-профилактические программы ориентированы на создание позитивной социальной среды в образовательной организации. Данное направление реализуется через вовлечение подростков в организованную досуговую деятельность, включая кружки, секции и волонтерские проекты. Подобная занятость способствует снижению риска девиантного поведения за счет развития просоциальных интересов. Формирование благоприятного микроклимата в школьном коллективе выступает ключевым механизмом профилактики.

Комплексные модели профилактики отклоняющегося поведения несовершеннолетних интегрируют диагностические, коррекционные и социально-партнерские компоненты. Как отмечают исследователи, именно многокомпонентные программы демонстрируют наибольшую эффективность в предотвращении девиаций. Системное взаимодействие психологов, педагогов и родителей создает условия для раннего выявления проблем и их своевременного решения.

Концептуальные основы интегрированной модели профилактики девиантного поведения несовершеннолетних.

В основе предложенной модели профилактики девиантного поведения подростков лежит системный принцип интеграции, который предполагает необходимость межведомственного взаимодействия между общеобразовательной организацией, семьей и социумом. Такой подход позволяет объединить ресурсы различных институтов для комплексного решения проблемы. Согласованная работа этих субъектов повышает эффективность профилактических мероприятий.

Структурно интегрированная модель включает три ключевых компонента: диагностический модуль, модуль коррекционно-развивающей работы и модуль постреабилитационного сопровождения. Диагностический модуль направлен на своевременное выявление подростков группы риска. Коррекционно-развивающий модуль предполагает реализацию программ психолого-педагогической поддержки.

Постреабилитационный модуль обеспечивает закрепление достигнутых результатов и предотвращение рецидивов девиантного поведения подростков.

Этапы и содержание диагностической работы по выявлению подростков группы риска

Диагностический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных этапов, направленных на своевременное выявление подростков группы риска. Первоначальный этап включает скрининговую диагностику, позволяющую охватить весь контингент учащихся и выявить тех, кто демонстрирует признаки девиантного поведения или находится в зоне риска. Данный этап основывается на экспресс-методах, таких как анкетирование и наблюдение, что обеспечивает оперативность получения первичной информации. Результатом скрининга является формирование предварительной группы риска для последующего углубленного изучения.

Содержание диагностической работы обеспечивает комплексное понимание причин девиаций через многомерную оценку различных аспектов развития подростка. Ключевым компонентом является оценка личностных особенностей, включая черты характера, уровень тревожности и самооценки, которые могут способствовать формированию девиантного поведения. Не менее важным представляется анализ социальной ситуации развития, охватывающий семейные условия, школьную среду и характер межличностных отношений со сверстниками. Дополнительно выявляются когнитивные дефициты, такие как нарушения внимания или памяти, а также специфические мотивационные паттерны, лежащие в основе отклоняющегося поведения.

Методы и формы коррекционно-развивающей работы с подростками, склонными к девиантному поведению

Коррекционно-развивающая работа с подростками, склонными к девиантному поведению, включает индивидуальные консультации с элементами когнитивно-поведенческой терапии. Данная форма позволяет выявлять и корректировать деструктивные мыслительные паттерны, лежащие в основе отклоняющегося поведения. В рамках индивидуальных сессий психолог помогает подростку осознать взаимосвязь между мыслями, эмоциями и действиями, что способствует формированию более адаптивных стратегий реагирования. При этом особое внимание уделяется развитию навыков саморегуляции и рефлексии.

Организация взаимодействия участников образовательного процесса (педагоги, психологи, родители) в рамках профилактики девиантного поведения подростков.

Эффективность профилактики девиантного поведения подростков в общеобразовательной организации достигается через создание единого координационного центра. Данный центр обеспечивает согласованность действий всех участников образовательного процесса: педагогов, психологов и родителей. Регулярное проведение междисциплинарных консилиумов позволяет оперативно решать возникающие проблемы и координировать профилактические мероприятия. Разработка индивидуальных образовательных маршрутов с четким распределением зон ответственности между специалистами и семьей способствует адресному воздействию на подростков группы риска. «Принцип активного привлечения ближайшего социального окружения к работе с подростком предполагает включение родителей и педагогов в коррекционно-развивающую деятельность». Организация родительских мастер-классов направлена на повышение их психолого-педагогической компетенции и обогащение знаний о закономерностях развития обучающихся. Основными формами взаимодействия выступают родительские собрания, индивидуальные консультации и семинары-дискуссии, что обеспечивает непрерывность профилактической работы.

Таким образом, анализ факторов риска девиантного поведения выявил ключевые проблемы, включая влияние социальной нестабильности и недостаточную координацию между педагогами, психологами и родителями. Эти факторы подтверждают необходимость предложенной многоуровневой профилактической модели. Данная модель сочетает индивидуальный психологический мониторинг с коллективными воспитательными практиками, что позволяет адресно воздействовать на причины девиаций. Такой подход направлен на решение проблемы роста конфликтов и снижения успеваемости в школьной среде.

Разработанные практические рекомендации предоставляют образовательным организациям конкретный инструментарий для внедрения интегрированной модели профилактики. Они детализируют этапы диагностической работы, методы коррекционно-развивающей деятельности и механизмы междисциплинарного взаимодействия. Рекомендации учитывают ресурсные ограничения учреждений и ориентированы на снижение девиантных проявлений среди подростков. Это позволяет укрепить социальные нормы и соответствует задаче исследования по формулированию адаптивных практических решений.

Перспективным направлением дальнейших исследований, как отмечено в работе, является оценка долгосрочной эффективности внедренной модели в различных социокультурных контекстах. Кроме того, актуальной задачей остается разработка цифровых платформ для мониторинга динамики девиантного поведения в школьной среде. Эти направления позволят усовершенствовать предложенные подходы и расширить их практическое применение. Таким образом, исследование открывает возможности для последующего научного поиска в области профилактики девиантного поведения подростков.

Список литературы / References

1. Артамонова Е.Г., Ефимова О.Е., Калинина Н.В. и др. Обеспечение психологической безопасности образовательной среды. Москва: Группа МДВ, 2021. 52 с.
2. Грейсман М.О., Механошина А.А., Катаева М.В. и др. Психолого-педагогическая модель организации профилактики девиаций в молодежных группах // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2023. №12. С. 105–116.
3. Дроздецкая И.А. Модель профилактики девиантного поведения подростков посредством внеурочной деятельности в образовательной организации // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical review. 2021. №4. С. 9–13.
4. Желнин Э.В. Девиантное поведение несовершеннолетних и его профилактика в образовательных организациях // Педагогика. 2022. №5. С. 97–101.
5. Клейберг Ю.А. Психология девиантного поведения. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. 290 с.
6. Мельникова М.Л. Виртуальная образовательная среда для девиантных подростков в условиях специального закрытого учреждения // Педагогическое образование в России. 2013. №4. С. 128–132.
7. Мельникова М.Л. Психологическое сопровождение девиантных подростков с интеллектуальными нарушениями в соответствии с ФГОС // Педагогическое образование в России. 2015. №6. С. 187–191.
8. Погорелов Д.Н. Формы и методы психологического сопровождения детей с отклоняющимся поведением в условиях внедрения профессиональных стандартов педагогов. Челябинск: ЧИППКРО, 2017. 48 с.

9. Староверова М.В., Колокольникова З.У., Колесникова Т.А. Социально-педагогическая коррекция девиантного поведения подростков в условиях образовательной школы посредством деловых игр // Герценовские чтения: психологические исследования в образовании. 2023. №6. С. 522–526.
10. Филипенко Е.В. Профилактика девиантного поведения подростков в контексте духовно-нравственного воспитания // Российский девиантологический журнал. 2022. №2. С. 308–316.
11. Филипенко Е.В., Витольник Г.А. Возможности общеобразовательных организаций в профилактике молодёжно-подросткового экстремизма // Человеческий капитал. 2023. №3. С. 187–191.
12. Фортова Л.К. К вопросу о концептуальных основах воспитания личности Л. К. Фортова, А. М. Юдина // Перспективы науки. 2022 № 7(154). С.142-144.
13. Фортова Л.К. Роль трудового обучения в воспитании трудных подростков Фортова Л.К., В.А. Гуленков // Глобальный научный потенциал. 2022 № 5(134). С. 49-51.
14. Фортова Л.К. Личность педагога в процессе обучения и воспитания высшем учебном заведении в период построения дистанционного образовательного пространства / Л.К. Фортова, С.В. Комиссарова //ЦИТИСЭ. 2022 № 3(33). С. 340-349.

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ СПОРТИВНЫХ СТАРТАПОВ СРЕДСТВАМИ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Скидан М.Н.¹, Кузнецова В.Е.²

¹Скидан Мария Николаевна – старший преподаватель,

²Кузнецова Вероника Евгеньевна - кандидат педагогических наук, доцент,
кафедра социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин,

Северо-Кавказский филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Российский государственный университет правосудия им.
В.М. Лебедева»,
г. Краснодар

Аннотация: в статье рассматривается влияние цифровых технологий на процессы коммерциализации спортивных стартапов и формирование новых бизнес-моделей в сфере физической культуры и спорта. Спортивное предпринимательство в виде создания коммерческих проектов открывает широкие возможности для реализации новых инициатив, так как многие ее сегменты пока недостаточно освоены и продолжают формироваться. Затрагивается вопрос сбора и анализа данных о физической активности пользователей как базы для построения спортивного стартапа. Сделан вывод о том, что цифровизация существенно расширяет возможности коммерциализации проектов в спортивной сфере. Отмечается, что успех стартапа зависит от технологического решения, а также от способности стартапа успешно интегрироваться в сферу, путем решения конкретного запроса пользователей. Кроме того, научные знания, пользовательский опыт и эффективные бизнес-модели служат инструментом для коммерциализации, и в ближайшие годы можно ожидать дальнейшего усиления роли цифровых технологий в сфере индустрии спорта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, коммерциализация, спорт, спортивные стартапы, физическая активность, цифровые технологии.

COMMERCIALIZATION OF SPORTING STARTUPS USING MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES

Skidan M.N.¹, Kuznetsova V.E.²

¹Skidan Maria Nikolaevna – senior lecturer,

²Kuznetsova Veronika Evgenievna - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF SOCIAL, HUMANITARIAN AND NATURAL SCIENCES,
NORTH CAUCASUS BRANCH OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION "LEBEDEV RUSSIAN STATE UNIVERSITY OF
JUSTICE",
KRASNODAR

Abstract: *The article examines the impact of digital technologies on the commercialization processes of sports startups and the formation of new business models in the field of physical culture and sports. Sports entrepreneurship, in the form of creating commercial projects, opens up broad opportunities for implementing new initiatives, as many of its segments are still underdeveloped and continue to evolve. The issue of collecting and analyzing data on users' physical activity as a basis for building a sports startup is addressed. It is concluded that digitalization significantly expands the opportunities for commercializing projects in the sports sector. It is noted that the success of a startup depends on the technological solution, as well as on the startup's ability to successfully integrate into the field by addressing a specific user need. In addition, scientific knowledge, user experience, and effective business models serve as tools for commercialization, and in the coming years, we can expect a further strengthening of the role of digital technologies in the sports industry.*

Keywords: *artificial intelligence, commercialization, sports, sports startups, physical activity, digital technologies.*

УДК 796

Развитие спортивной отрасли в Российской Федерации во многом осуществляется при значительном участии государства. Если объективно оценивать уровень предпринимательства в индустрии спорта России, необходимо отметить, что в профессиональном спорте пока очень мало реальных примеров частной инициативы. В связи с этим, одной из ключевых задач становится постепенный уход от государственного финансирования и внедрение частных спортивных стартапов. Спортивное предпринимательство в виде создания коммерческих проектов открывает широкие возможности для реализации новых инициатив, так как многие ее сегменты пока недостаточно освоены и продолжают формироваться.

Новая фаза технологической модернизации, представленная повсеместным внедрением цифровых технологий, за последние два десятилетия радикально изменила экономику спорта. Если ранее коммерциализация спортивных проектов во многом зависела, например, от инфраструктуры, участия государственных и муниципальных органов, спонсорской поддержки, то на данный момент ключевую роль начинает играть цифровизация.

Цифровая среда в индустрии спорта, представленная различными мобильными платформами и аналитическими системами, открывает новые возможности для формирования и дальнейшего масштабирования спортивных стартапов, т.е. цифровизация стала выступать не только как вспомогательный инструмент, но и самостоятельный фактор экономического роста спортивных проектов, которые формируются как в международном поле, так и в России.

Коммерциализация спортивного стартапа включает в себя превращение технологической или организационной идеи в её устойчивую бизнес-модель, которая

в последующем будет функционировать и генерировать доход. Продукт стартапа должен учитывать особенности физической активности человека, безопасность тренировочного процесса, потребности целых сегментов пользователей, вне зависимости от уровня подготовки – профессиональные спортсмены или любители.

Рынок спортивных услуг, в принципе, выделяется тем, что там довольно высокий уровень конкуренции, и, ввиду этого, цифровые технологии выполняют сразу несколько функций: помогают оптимизировать тренировочный процесс, повысить вовлеченность пользователей и сформировать новые источники монетизации при меньших затратах.

Для реализации этих возможностей активно применяются различные цифровые технологии и устройства, позволяющие собирать огромные массивы данных о физической активности человека, например: частота сердечных сокращений, скорость движения, расход энергии, качество сна, уровень кислорода в крови и т.д. Эти данные становятся основой для разработки персонализированных тренировочных программ. Если рассматривать с коммерческой точки зрения, то такая персонализация повышает ценность продукта для пользователя и позволяет внедрять модели подписки, индивидуализировать продукт и тем самым успешнее его продавать пользователям. Например, стартап может предоставлять какие-то базовые функции бесплатно, а расширенную аналитику и персональные рекомендации уже в рамках платного доступа.

Несмотря на очевидные преимущества цифровых устройств, коммерциализация спортивных стартапов сталкивается с рядом ограничений. Одной из наиболее распространённых проблем является необходимость обеспечения достоверности и безопасности данных пользователей. Нарушение этих требований может привести не только к юридическим последствиям, но и к потере доверия со стороны пользователей. Здесь также есть еще один важный предмет спора - противоречие между интересами субъекта персональных данных о физических показателях (нас, как физических лиц, и операторами персональных данных - компаниями и другим физическим лицам, которые эти данные обрабатывают). Сведения о субъектах-это ресурс. По данным о нашей физической активности можно создать определенный прогноз, который бы имел какой-либо экономический показатель. Именно поэтому компании очень заинтересованы получать как можно больше информации о своих текущих или потенциальных пользователях.

В отличие от традиционных спортивных предложений, цифровой продукт не требует физического присутствия пользователя, так онлайн-платформа для групповых тренировок может одновременно обслуживать пользователей из разных стран, предлагая тренироваться в формате записанных на видео занятий. Участник, который использует приложение, максимизирует эффект от тренировок по той или иной программе, не тратя свое время и усилия на логистику, а только максимально потребляя тот контент, которую ему подготовили.

Можно утверждать, что любые стратегии, способствующие удержанию внимания пользователя, оказывают прямое влияние на коммерческую успешность спортивного стартапа. Так, например, одной из первых компаний, модифицировавших тренажеры для фитнеса, стала американская Peloton. Основной бизнес-идеей, изменившей бизнес-модель компании, стало оснащение тренажеров интерактивными экранами, позволяющими вести тренировки онлайн и транслировать развлекательный контент. Те же принципы вовлеченности пользователей играют ключевую роль и в современных смарт-приложениях. Почти во всех современных фитнес-стартапах, которые работают на базе смарт-приложения, используется игровая механика: начисляются баллы или игровая валюта, за которую можно получать дополнительные функции, вещественные и виртуальные подарки. Все это, ввиду человеческой психики, усиливает вовлеченность потребителя в интерактивных фитнес-сервисах:

чем активнее используется приложение, тем больше возможностей для монетизации и повышения экономической эффективности стартапа.

Следовательно, цифровой продукт может масштабироваться практически без ограничений, без значительных маркетинговых затрат.

Отдельное внимание заслуживает использование технологий виртуальной и дополненной реальности, которые также внедряются и в сферу спортивной индустрии. Следует заметить, что данный сегмент находится всё же на стадии развития, но при этом демонстрирует значительный коммерческий потенциал. Виртуальные тренировки могут позволить создать интерактивную среду, в которой пользователи имитируют участие в спортивных соревнованиях или тренировках. Такие решения будут востребованы среди молодых пользователей, в большей части конечно же, для которых важна эмоциональная вовлеченность и игровой элемент тренировочного процесса.

Одним из наиболее перспективных направлений всё же является коммерциализация спортивных стартапов с использованием цифровых маркетинговых инструментов. Традиционная баннерная и преролл-реклама дополняется или замещается более нативными и интерактивными форматами. Спортивные стартапы активно используют таргетированную рекламу, какие-либо партнёрские программы с фитнес-блогерами. Когда пользователь начинает делиться своими результатами, тренировочными достижениями, опытом использования конкретного стартап-продукта, то формируется ограниченная, но эффективная сеть распространения информации, которая существенно сокращает расходы на продвижение, при этом обеспечивая широкий охват заинтересованной аудитории.

Особого внимания заслуживает использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) в разработке спортивных сервисов. Современные ИИ-алгоритмы способны анализировать большие объёмы данных и индивидуальные параметры спортсмена, в том числе автоматически корректировать тренировочные планы. Для коммерциализации это означает возможность создания полностью автоматизированных цифровых тренеров, то есть больше не нужен будет штат сотрудников-тренеров. В отличие от традиционных фитнес-приложений, такие системы довольно хорошо адаптируются к изменениям физического состояния пользователя, учитывают его долгосрочные цели. В итоге наблюдается рост эффективности тренировок и повышение лояльности пользователей, при одновременном снижении затрат на численный тренерский состав.

Рассматривая развитие спортивных стартапов, можно увидеть, что наиболее успешными оказываются те проекты, которые ориентируются на решение конкретной проблемы пользователей: сервисы, которые помогают бегунам анализировать технику бега или платформы, позволяющие тренерам дистанционно контролировать тренировочный процесс своих подопечных. В таких стартапах цифровые технологии выступают не просто инструментом автоматизации, а средством создания какого-либо принципиально нового спортивного продукта. Важность фокусировки на конкретных проблемах потребителя проявляется в условиях насыщенного рынка, где пользователю доступно множество аналогичных сервисов, и, когда спортивных стартап эффективно решает реальную проблему, шанс на коммерческий успех проекта сразу возрастает.

Хочется подчеркнуть, что успешный спортивный стартап зависит не только от инновационной идеи или передовых цифровых технологий, но и от способности решать реальные проблемы пользователей. Только при сочетании практической состоятельности и технологической новизны возможна успешная коммерциализация стартапа.

Влияние цифровых технологий на коммерциализацию спортивных стартапов, в общем, носит комплексный характер. Любые нововведения изменяют способы разработки спортивных продуктов, методы взаимодействия с пользователями и

модели получения дохода. Успех в этой сфере зависит от технологического решения, способности стартапа успешно интегрироваться в сферу при конкретном запросе пользователей. Кроме того, научные знания, пользовательский опыт и эффективные бизнес-модели также способствуют коммерциализации, и в ближайшие годы можно ожидать дальнейшего усиления роли цифровых технологий в сфере индустрии спорта.

Список литературы / References

1. Леднев В.А., Солнцев И.В. Предпринимательство в индустрии спорта: направления, инновации и формы поддержки// CPPM. 2021. №3. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/predprinimatelstvo-v-industrii-sporta-napravleniya-innovatsii-i-formy-podderzhki>.
2. Монетизация спортивного контента в цифровую эпоху: трансформация бизнес-модели от рекламной к гибридной стратегии // Ведомости [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/pressrelease/2026/01/30/monetizatsiya-sportivnogo-kontenta-v-tsifrovuyu-epohu-transformatsiya-biznes-modelei-ot-reklamnoi-k-gibridnoi-strategii>.
3. Солнцев И.В. Применение инновационных цифровых продуктов в индустрии спорта // CPPM. 2021. №2. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-innovatsionnyh-tsifrovyyh-produktov-v-industrii-sporta>.
4. Copeland B.J. "artificial intelligence". Encyclopedia Britannica, 30 Apr. 2024. [Электронный ресурс] URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ МИРОВОГО СПОРТА И ПРОВЕДЕНИЕ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР

Скидан М.Н.¹, Кузнецова В.Е.²

¹Скидан Мария Николаевна – старший преподаватель,

²Кузнецова Вероника Евгеньевна - кандидат педагогических наук, доцент,
кафедра социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин,

Северо-Кавказский филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Российский государственный университет правосудия им.

В.М. Лебедева»,

г. Краснодар

Аннотация: в статье рассматривается влияние международных экономических отношений на развитие мирового спорта и организацию Олимпийских игр. Анализируется роль различных международных экономических факторов в формировании современной спортивной индустрии. Существенное место в научной статье занимает вопрос о том, насколько мировые Олимпиады могут рассматриваться как относительно автономное пространство от воздействия международных политико-экономических отношений. Отдельно рассматриваются экономические эффекты и риски проведения Олимпийских игр для принимающих стран. Сделан вывод о важности устойчивого развития мирового спорта в поле международных экономических отношениях.

Ключевые слова: международные отношения, международное спортивное сотрудничество, мировая спортивная индустрия, Олимпийские игры, спорт, физическая культура.

INTERNATIONAL ECONOMIC RELATIONS AND THEIR IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF WORLD SPORTS AND THE OLYMPIC GAMES

Skidan M.N.¹, Kuznetsova V.E.²

¹Skidan Maria Nikolaevna – senior lecturer,

²Kuznetsova Veronika Evgenievna - Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,

DEPARTMENT OF SOCIAL, HUMANITARIAN AND NATURAL SCIENCES,

NORTH CAUCASUS BRANCH OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL

INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION "LEBEDEV RUSSIAN STATE UNIVERSITY OF

JUSTICE",

KRASNODAR

Abstract: The article examines the impact of international economic relations on the development of global sports and the organization of the Olympic Games. The role of various international economic factors in shaping the modern sports industry is analyzed. A significant part of the scientific article is devoted to the question of how far the Olympic Games can be considered a relatively autonomous space, free from the influence of international political and economic relations. The economic effects and risks of hosting the Olympic Games for the host countries are examined separately. The conclusion is drawn about the importance of sustainable development of global sports within the framework of international economic relations.

Keywords: international relations, international sports cooperation, global sports industry, Olympic Games, sports, physical culture.

УДК 339.9:796.032

В условиях глобализации спортивная сфера перестала быть исключительно культурным или социальным феноменом. Она фактически эволюционировала в многоаспектную структуру международных отношений, которые стали формировать развитие мирового спорта и организацию крупнейших спортивных событий. Интеграция спорта в систему международных отношений предопределяет и его вовлеченность в глобальные экономические процессы, международные экономические взаимодействия.

Международные экономические отношения представляют собой политико-экономическую категорию, отражающую объективно существующие международные экономические отношения, выражающие интересы государственных образований и их региональных субъектов по поводу обмена результатами производства, продуктами труда на возможно взаимовыгодной основе. Спортивная индустрия стала частью этой международной системы, так как проведение международных соревнований требует значительных затрат финансовых ресурсов и участия многочисленных экономических субъектов. Следовательно, спорт превратился в важный сегмент мировой экономики.

Экономическое значение спорта проявляется не только через повседневные спортивные события, но и через крупную систему международных соревнований. Особое место в данной системе занимают Олимпийские игры, которые выступают не только крупнейшим спортивным событием, но мощным экономическим проектом. Одним из наиболее очевидных проявлений влияния международных экономических отношений на спорт будет являться формирование глобального рынка спортивных

инвестиций, поскольку подготовка и проведение Олимпийских игр требует строительства масштабных объектов инфраструктуры, включая спортивные арены, транспортные узлы, гостиничные комплексы, и все это требует участие иностранных инвесторов и крупных финансовых организаций.

Существенное место в научной дискуссии занимает вопрос о том, насколько мировые Олимпиады могут рассматриваться как относительно автономное пространство, можно даже сказать “стерильное”, от воздействия международных политико-экономических отношений. С одной стороны, Олимпийская хартия четко закрепляет принцип нейтральности и недискриминации, утверждая, что «любая форма дискриминации в отношении страны или лица – расового, религиозного, политического или иного характера, или по признаку пола – несовместима с принадлежностью к Олимпийскому движению». На этом основании Олимпийские игры формально позиционируются как пространство, независимые от политико-экономических процессов. С другой стороны, с точки зрения социальной системы спорта, важнейший вывод состоит в том, что массовый спорт представляет собой открытую экосистему. Это подразумевает его зависимость от социальных, политических, экономических и культурных факторов. Поэтому фактически невозможно рассматривать Олимпийские игры, как и сферу спорта в принципе, в отрыве от экономической составляющей, поскольку их функционирование и дальнейшее развитие напрямую связано с экономическими процессами.

Финансовые потоки, инвестиционные механизмы, транснациональные корпорации, рекламный рынок и государственные стратегии становятся фактором, формирующим развитие современной системы международного спорта, включая Олимпийские игры. Важным элементом являются транснациональных корпораций, которые выступают в качестве спонсоров крупных спортивных мероприятий. Международные компании инвестируют значительные средства в спонсорские программы, получая взамен возможность продвижения своей продукции на мировом рынке. Подобные партнёрские сотрудничества формируют устойчивую экономическую модель финансирования Олимпийских игр, в которой частный бизнес играет не менее важную роль, чем государственные структуры.

Следует упомянуть и про международный рынок телевизионных прав на трансляцию соревнований. Стремясь привлечь огромную аудиторию зрителей и увеличить рекламные доходы, формируется сложная система финансовых потоков, в которой участвуют телеканалы, цифровые платформы, рекламные агентства. Все это демонстрирует масштабные финансовые ресурсы, концентрируемые вокруг международной медиа-сферы, что подчеркивает связь с глобальной экономикой.

Интерес представляет также влияние международных экономических отношений на развитие спортивных технологий. Подготовка к Олимпийским играм стимулирует внедрение инновационных решений в области спорта, происходит международный обмен научными разработками и передовыми методиками подготовки спортсменов. Все это способствует повышению уровня спортивных результатов и развитию научных исследований в области физической культуры и спорта.

Следует учитывать двустороннюю природу взаимодействия: мировая спортивная индустрия формируется под воздействием международных экономических отношений, одновременно оказывая обратное влияние на экономические процессы. В этой связи, отдельного внимания заслуживает влияние международных экономических отношений на географию проведения Олимпийских игр, учитывая, что в течение долгого времени право на проведение соревнований чаще получали государства с развитой экономикой, способные обеспечить необходимый уровень финансирования и состояния инфраструктуры. Однако на данном этапе присутствует тенденция к расширению географии Олимпийского движения, поэтому ряд развивающихся стран рассматривает возможность проведения Олимпийских игр как стратегический инструмент своего экономического развития, который способен

стимулировать инвестиции, туризм и международную узнаваемость государства. Для принимающей страны Олимпийские игры означают не только создание объектов для проведения соревнований, но и модернизацию городской инфраструктуры.

Вместе с тем, влияние международных экономических отношений на проведение Олимпийских игр не ограничивается только положительными аспектами. Одной из ключевых проблем все ещё выступает высокая стоимость организации соревнований.

В зарубежной научной литературе значительное внимание уделяется анализу экономической эффективности проведения Олимпийских игр. Так в исследовании американских экономистов Baade R.A. и Matheson V.A. рассматривается комплексное соотношение затрат и потенциальных выгод для государств (организаторов Олимпиад). Авторы отмечают, что расходы на проведение игр включают несколько крупных категорий:

- развитие общей инфраструктуры (транспорт, жильё для участников и гостей),
- строительство специализированных спортивных объектов (стадионы, арены и т.д.)
- организационные издержки, связанные с проведением самих соревнований.

В то же время потенциальные экономические преимущества выражаются в росте туристических потоков, повышении международной узнаваемости государства и формировании долгосрочного “олимпийского наследия”, которое может проявляться в модернизации инфраструктуры и увеличении притока иностранных инвестиций. Однако исследователи подчёркивают, прямой финансовый эффект от проведения Олимпийских игр, зачастую, оказывается ниже первоначальных прогнозов, что требует более взвешенного экономического планирования подобных мероприятий. Поэтому многие страны осторожно подходят к вопросу подачи заявки на проведение Олимпийских игр, оценивая свои потенциальные экономические риски, которые, если говорить прямо, довольно высоки, в ряде случаев расходы на подготовку инфраструктуры существенно превышают первоначальные прогнозы и создают нагрузку на государственный бюджет.

Говоря об экономических отношениях, нельзя не затронуть еще один негативный аспект влияния - воздействие политико-экономических факторов на участие в международных соревнованиях. Экономические санкции, торговые ограничения, политические конфликты способны оказывать влияние на спортивное сотрудничество, участие команд разных стран и, в принципе, затрудняют финансирование международных соревнований.

Рассматривая долгосрочные перспективы успешного проведения соревнований, можно заключить, что они формируют положительный имидж государства на международной арене и повышают его привлекательность для туристов и инвесторов, продвигая при этом стратегию экономического развития страны в будущем.

Подводя итог, можно сказать, что международные экономические отношения оказывают многостороннее и комплексное влияние на развитие мирового спорта и проведение Олимпийских игр. Они определяют финансовые механизмы организации соревнований, формируют глобальный рынок спортивных инвестиций, стимулируют развитие инфраструктуры и способствуют внедрению новых технологий. Наибольшего успеха достигают те страны, которые рассматривают Олимпийские игры не как разовое спортивное событие, а как долгосрочный экономический проект, интегрированный в стратегию национального развития. В этом контексте международные экономические отношения становятся не просто внешним фактором, а важнейшим инструментом по формированию устойчивой и конкурентоспособной спортивной индустрии на глобальном уровне. Сохранение баланса между экономической эффективностью, социальной значимостью и культурными ценностями позволяет обеспечивать долгосрочную работоспособность спортивных структур, минимизировать риски экономической нестабильности и усилить положительное влияние спорта на международное сотрудничество.

1. Козлова Г.В. Международные отношения как экономическая категория // Вестник российских университетов. Математика. 2006. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnye-otnosheniya-kak-ekonomicheskaya-kategoriya>.
2. Аразов Т.С. Международное сотрудничество в сфере спорта и физической культуры // Вестник УМЦ. 2025. №4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo-v-sfere-sporta-i-fizicheskoy-kultury>.
3. Олимпийская хартия: в силе с 3 февраля 2026 / Международный Олимпийский комитет. — Лозанна: International Olympic Committee, 2026. - 88 с. - Режим доступа: <https://library.olympics.com/doc/SYRACUSE/3857153/olympic-charter-in-force-as-from-3-february-2026-international-olympic-committee>.
4. Baade R.A., Matheson V.A. Going for the Gold: The Economics of the Olympics // Journal of Economic Perspectives. 2016. Vol. 30. № 2. P. 201–218. URL: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.30.2.201>.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕКСИЧЕСКИХ НАВЫКОВ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ НАЧАЛЬНОГО ЯЗЫКОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИНТЕГРАЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТФОРМ)

Джамбикерова А.С.

Джамбикерова Айман Сабыргалиевна – учитель английского языка,
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение НОШ №60,
г. Астрахань

Аннотация: статья посвящена проблеме интеграции готовых цифровых образовательных платформ в процесс обучения английскому языку в начальной школе. Автор анализирует дидактический потенциал геймифицированных и интерактивных модулей для формирования устойчивых лексических навыков. В работе представлены результаты педагогического эксперимента, доказывающие эффективность сочетания традиционных методик с цифровыми инструментами.

Ключевые слова: цифровизация образования, начальная школа, младшие школьники, английский язык, методика преподавания, лексические навыки, цифровые образовательные платформы, Учи.ру, геймификация обучения, системно-деятельностный подход.

TRANSFORMATION OF LEXICAL SKILLS IN PRIMARY SCHOOL STUDENTS UNDER THE DIGITALIZATION OF EARLY LANGUAGE EDUCATION (BASED ON THE INTEGRATION OF DOMESTIC ELECTRONIC PLATFORMS)

Dzhambikerova A.S.

*Dzhambikerova Ayman Sabyrgaliyevna – English Teacher,
MUNICIPAL BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION PRIMARY SCHOOL №60,
ASTRAHAN*

Abstract: *The article addresses the problem of integrating ready-made digital educational platforms into the process of teaching English in primary school. The author analyzes the didactic potential of gamified and interactive modules for the development of sustainable lexical skills. The article presents the results of a pedagogical experiment proving the effectiveness of combining traditional teaching methods with digital tools.*

Keywords: *digitalization of education, primary school, young learners, English language, teaching methodology, lexical skills, digital educational platforms, Uchi.ru, gamification of learning, system-activity approach.*

УДК 373.3.016:811.111:004

Раздел 1. Введение (Introduction)

Современный этап развития начального общего образования характеризуется системной интеграцией цифровых технологий в предметные области, что закреплено требованиями актуализированных ФГОС НОО. В контексте раннего обучения иностранным языкам возникает противоречие между необходимостью интенсификации процесса усвоения лексического материала и психофизиологическими особенностями младших школьников (клиповость восприятия, преобладание наглядно-образного мышления, быстрая утомляемость).

Традиционные репродуктивные методы введения и закрепления иноязычной лексики часто демонстрируют снижение эффективности ввиду недостаточного уровня учебной мотивации цифрового поколения учащихся (*digital natives*). В данном аспекте готовые электронные образовательные платформы (далее — ЭОП) выступают не просто как вспомогательное средство наглядности, а как комплексный дидактический инструмент, способный обеспечить персонализацию обучения, непрерывную обратную связь и геймификацию образовательного трека.

Научная задача исследования заключается в теоретическом обосновании и экспериментальной проверке методических условий, при которых использование ЭОП обеспечивает прирост качественных показателей сформированности лексических навыков на начальном этапе языкового образования.

Раздел 2. Обзор литературы (LITERATURE REVIEW)

Проблема цифровизации языкового образования находится в фокусе внимания как отечественных, так и зарубежных исследователей. Теоретическую основу исследования составляют концепции личностно-ориентированного и системно-деятельностного подходов (Л.С. Выготский, А.Н. Леонтьев), адаптированные к условиям цифровой образовательной среды.

В зарубежной науке феномен интеграции мобильных и компьютерных технологий в процесс изучения языков описывается в рамках методологических концепций CALL (*Computer-Assisted Language Learning*) и MALL (*Mobile-Assisted Language Learning*). Исследователи, такие как Дж. Битти (J. Beatty) и М. Леви (M. Levy), подчеркивают, что ключевым преимуществом цифровых сред является создание аутентичного контекста и повышение автономности обучающегося.

В отечественной педагогической науке значительный вклад в изучение электронного обучения внесли Е.С. Полат, Э.Г. Азимов и А.А. Андреев. Непосредственно вопросы применения игровых цифровых технологий и платформ в начальной школе рассматриваются в трудах современных исследователей (например, работы Н.В. Апатовой, И.В. Роберт). Однако, несмотря на обилие публикаций, методический потенциал именно готовых комплексных российских платформ (в отличие от разрозненных интернет-сервисов) в формировании продуктивного лексического минимума младших школьников остается недостаточно систематизированным, что определяет новизну данного исследования.

Раздел 3. Методология и методы (METHODOLOGY AND METHODS)

Методологическую основу исследования составил комплекс теоретических и эмпирических методов. В качестве ведущего метода был применен компаративный педагогический эксперимент, проведенный на базе образовательной организации Астраханской области в течение [Укажите учебный год, например, 2025/2026] учебного года.

В эксперименте приняли участие учащиеся третьих классов (общая выборка — [50] человек). Были сформированы две группы:

- **Контрольная группа (КГ)** — [25] человек. Обучение велось в традиционном режиме с использованием базового УМК (печатные учебники, рабочие тетради, аудиоприложения).

- **Экспериментальная группа (ЭГ)** — [25] человек. В образовательный процесс была систематически интегрирована работа на готовой электронной платформе в качестве компонента домашних заданий и интерактивных пятиминуток на уроках (закрепление лексики по темам «Food», «Animals», «My Home» через геймифицированные модули платформы).

Методы диагностики: для оценки уровня сформированности лексических навыков (рецептивный и продуктивный уровни) использовались критериально-ориентированные тесты (входной, промежуточный, итоговый), метод экспертного наблюдения и анкетирование учащихся для выявления уровня мотивации.

Раздел 4. Результаты исследования (RESULTS)

Для оценки эффективности интеграции платформы «Учи.ру» в процесс формирования лексических навыков у младших школьников был проведен сравнительный анализ результатов входного (сентябрь) и итогового (май) тестирований в контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группах.

Диагностические материалы оценивали два уровня владения лексическим материалом:

1. **Рецептивный уровень** (узнавание графического/звукового образа слова, соотнесение с переводом).

2. **Продуктивный уровень** (правильное использование лексической единицы в письменной и устной речи, орфографическая грамотность).

Сводные результаты распределения учащихся по уровням сформированности лексических навыков (высокий, средний, низкий) представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Динамика сформированности лексических навыков, учащихся КГ и ЭГ (в % от общего числа группы).

Группа/Этап эксперимента	Низкий уровень (%)	Средний уровень (%)	Высокий уровень (%)
КГ (Входной контроль)	36%	48%	16%
ЭГ (Входной контроль)	38%	46%	16%
КГ (Итоговый контроль)	28%	52%	20%
ЭГ (Итоговый контроль)	8%	44%	48%

Данные таблицы наглядно демонстрируют качественный скачок в экспериментальной группе. Если на начальном этапе показатели групп были практически идентичны, то к концу учебного года количество учащихся с высоким уровнем лексических навыков в ЭГ увеличилось в 3 раза (с 16% до 48%), а группа низкого уровня сократилась до минимума (8%). В контрольной группе, обучавшейся по традиционной методике, динамика оказалась выражена значительно слабее (прирост качества знаний составил всего 8% против 30% в ЭГ).

Дополнительно в рамках исследования было проведено анкетирование учащихся ЭГ на предмет изменения учебной мотивации к изучению английского языка. Согласно полученным данным, **86% учащихся** отметили, что выполнение интерактивных домашних заданий в формате развивающих карточек «Учи.ру» вызывает у них значительно больший интерес, чем традиционная работа с печатной рабочей тетрадью. **74% родителей** подтвердили снижение психологического напряжения у детей при подготовке к урокам иностранного языка при использовании цифрового ресурса.

Раздел 5. Обсуждение и заключение (DISCUSSION AND CONCLUSION)

Полученные в ходе экспериментально-педагогической работы данные подтверждают выдвинутую гипотезу и позволяют конкретизировать методические механизмы влияния платформы «Учи.ру» на процесс усвоения иноязычной лексики в начальной школе.

Высокая эффективность платформы обусловлена следующими дидактическими факторами:

- **Аудиовизуальная избыточность:** В отличие от статического печатного текста, карточки «Учи.ру» мгновенно связывают графический образ английского слова, его яркую визуализацию (картинку/анимацию) и профессиональное аутентичное звуковое сопровождение. Это задействует одновременно слуховой, зрительный и моторный каналы восприятия младшего школьника.

- **Интерактивный микрошаг и мгновенная реакция (Feedback):** Платформа реализует принцип индивидуального темпа. В случае ошибки система не просто констатирует её, а возвращает ученика на шаг назад, предлагая подсказку или аналогичное задание в игровой форме. Это исключает закрепление ошибочных лексических связей в памяти.

- **Геймификация как инструмент удержания внимания:** Использование игровых сюжетов (помощь персонажам, сбор наград) нивелирует рутинный характер механического зазубривания (*drilling*) слов, переводя процесс в область подсознательного усвоения лексики в процессе решения игровой задачи.

Ограничения исследования и рекомендации: Несмотря на выраженные позитивные результаты, авторы подчеркивают, что электронная платформа «Учи.ру» не может полностью заменить живое коммуникативное взаимодействие на уроке и личность

учителя. Оптимальным режимом интеграции ЦОР в начальной школе является модель «смешанного обучения» (Blended Learning), при которой работа на платформе занимает не более 10–15 минут в структуре урока (согласно нормам СанПиН по охране зрения младших школьников) или выносится в качестве вариативного компонента домашней работы (2-3 раза в неделю).

Вывод. Системное и методически выверенное использование верифицированной цифровой платформы «Учи.ру» в начальном языковом образовании позволяет преодолеть дефицит учебного времени, существенно повысить качество усвоения лексического минимума (в среднем на 30% по результатам эксперимента) и сформировать устойчивый познавательный интерес к дальнейшему изучению английского языка.

Список литературы / References

1. *Полат Е.С.* Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2020.
2. *Роберт И.В.* Развитие информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Педагогика. – 2021. – Т. 85. – № 8. – С. 5-15.
3. Официальный сайт образовательной платформы «Учи.ру» (Uchi.ru). [Электронный ресурс]. URL: uchi.ru (дата обращения: 12.08.2026).

ПОВАРСКАЯ СЛОБОДА НА СТРАНИЦАХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Новикова П.А.¹, Чупахина А.С.², Ямщикова А.В.³

¹Новикова Полина Андреевна – студент,
факультет начального образования,

²Чупахина Анастасия Сергеевна – студент,

³Ямщикова Анастасия Владимировна – студент,
дефектологический факультет,

Московский педагогический государственный университет,
г. Москва

Аннотация: статья посвящена литературному образу Поварской слободы — исторического района Москвы. На основе этимологии топонимов авторы прослеживают, как бывшая царская «кухонная» слобода превратилась в дворянский уголок, а затем — в важную художественную деталь русской классики. В работе рассматриваются ключевые произведения русской литературы: роман Л.Н. Толстого «Война и мир» (дом Ростовых на Поварской), «Евгений Онегин» А.С. Пушкина (отсылка к храму Симеона Столпника), «Хождение по мукам» А.Н. Толстого и «Мастер и Маргарита» М.А. Булгакова (особняки Хлебного и Ножового переулков как возможные прообразы дома Маргариты). Статья адресована широкому кругу читателей, интересующихся москововедением и литературным краеведением, а также может быть полезна школьникам при изучении русской классики.

Ключевые слова: Поварская слобода, московские переулки, топонимика Москвы, литературный образ Москвы, русская литература.

POVARSKAYA SLOBODA IN THE PAGES OF RUSSIAN LITERATURE

Novikova P.A.¹, Chupakhina A.S.², Yamshchikova A.V.³

¹Novikova Polina Andreevna – student,
FACULTY OF PRIMARY EDUCATION,

²Chupakhina Anastasia Sergeevna – student,

³Yamshchikova Anastasia Vladimirovna – student,
DEFECTOLOGY FACULTY,
MOSCOW STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY,
MOSCOW

Abstract: This article examines the literary image of Povarskaya Sloboda, a historical district of Moscow. Based on the etymology of its toponyms, the authors trace how the former tsarist "kitchen" settlement evolved into a noble retreat, and then into an important literary element of Russian classics. The article examines key works of Russian literature: Leo Tolstoy's novel *War and Peace* (the Rostovs' house on Povarskaya Street), A.S. Pushkin's *Eugene Onegin*, and the novel by Alexander Pushkin. Pushkin (a reference to the Church of Simeon Stylites), A.N. Tolstoy's "Road to Calvary," and M.A. Bulgakov's "The Master and Margarita" (the mansions on Khlebnny and Nozhovy Lanes as possible prototypes for Margarita's house). This article is intended for a wide range of readers interested in Moscow studies and literary local history, and may also be useful for schoolchildren studying Russian classics.

Keywords: Povarskaya Sloboda, Moscow lanes, Moscow toponymy, literary image of Moscow, Russian literature.

DOI 10.24412/2312-8089-2026-10806

В центре Москвы, между Арбатом и Тверской, есть место, где время течет иначе. Здесь нет широких проспектов и стеклянных небоскребов. Зато есть Поварская слобода и ее «вкусные» переулки. Их названия — не случайность, а зашифрованная летопись быта наших предков.

Поварская слобода была историческим районом Москвы, существовавшим с XVI по XVIII век. В этом месте селились царские повара и другая прислуга, работавшая на Сытном дворе — главной кухне государя. Хотя до наших дней от самой слободы не сохранилось ни одного здания, о её прежнем предназначении нетрудно догадаться по названиям местных переулков. Согласно этимологическому словарю М. Р. Фасмера, само слово «слобода» появилось путем диссимилиации от древнего «свобода» и первоначально трактовалось как «поселение свободных земледельцев» [11].

Слобода располагалась в районе современной Поварской улицы (преимущественно между Поварской и Большой Никитской) под стеной Белого города, с ее наружной стороны между Арбатскими и Никитскими воротами, совсем недалеко от Кремля.

Главная улица этой Слободы - Поварская. Она идет от современного Нового Арбата до Садового Кольца. Кроме главной Поварской улицы, здесь существует еще несколько переулков, названия которых отражают занятия служащих царского Сытного двора: Хлебный, Ножовый, Скатертный, Столовый, Чашников. (К сожалению, в XX веке Чашников переулок исчез).

К XIX веку слобода утратила свое «кухонное» назначение, ее застроили дворянскими особняками и доходными домами, но название осталось, закрепив за этим местом образ благополучного, «сытого» уголка Москвы. Здесь охотно селилось московское дворянство. Район состоял из городских усадеб с парками и уютными дворами.

Топонимика этого района Москвы хорошо изучена. С ней можно познакомиться в различных научных и научно-популярных изданиях. Так же очень подробно описаны памятники архитектуры этого района. Краткая историческая справка о возникновении улицы, её роли в дореволюционной Москве и знаменитых жителях приведена в книге П. В. Сытина «Из истории московских улиц» в главе «Улица Воровского» — именно так Поварская именовалась в советские годы [8].

Гораздо более детальное и глубокое описание самой слободы, её точных границ и последующей застройки дворянскими особняками содержится в труде С.К. Романюка «Из истории московских переулков» [7].

В «Истории московских районов» под редакцией К.А. Аверьянова, помимо прочего, детально реконструирован повседневный уклад жизни Поварской слободы: от численности штата царского Сытного двора и разбора старинной топонимики до кулинарных традиций, рациона питания и специфики древнерусской кухни в XVI–XVII веках [5].

Все эти труды сегодня широко доступны как в традиционном печатном, так и в удобном электронном формате на порталах цифровых библиотек. Дополнительные ценные сведения об архитектурных памятниках и архивных исследованиях топонимов можно почерпнуть на страницах специализированных журналов «Московский краевед» и «Наше наследие».

Задача нашей статьи - показать, как названия Поварской слободы стали важными художественными деталями в русской литературе. Именно здесь, на Поварской и в её переулках, разворачиваются события знаменитых произведений, а сама топонимика помогает писателям создавать неповторимый «дух Москвы». Упомянутые произведения входят в школьную программу. На наш взгляд, очень важно, чтобы современный читатель, современный школьник понимал, что события, описанные в произведении - не просто плод воображения автора. Они переплетались с жизнью города.

Пожалуй, самые известные литературные жители Поварской слободы - семья Ростовых из романа Л.Н. Толстого «Война и мир». Как было написано в самом романе: «У Ростовых были именинницы Натальи, мать и меньшая дочь. С утра, не переставая, подъезжали и отъезжали цуги, подвозившие поздравителей к большому, всей Москве известному дому графини Ростовой на Поварской» [10]. Более того, в черновиках Толстой уточняет: «дом Ростовых — близ Поварской, в приходе Симеона Столпника». Это реально существовавший приход, а храм Симеона Столпника в современном городе считается началом Поварской улицы. Автор намеренно «селит» Ростовых в этом уголке Москвы. Когда Наташа Ростова выбегает на улицу, читатель чувствует не холодный петербургский этикет, а тепло московского гостеприимства. Поварская в литературе — это синоним уюта, пиров и семейных ценностей.

Семья Ростовых живет в той части улицы, которая ближе к Садовому кольцу и современному Кутузовскому проспекту, а когда-то - к Старой Смоленской дороге. Именно по этой дороге шли наши войска после Бородинской битвы. Подводы, которые пришли из подмосковного имения Ростовых, чтобы вывозить господское добро из дома, были отданы под раненых. Так, в романе пишется: «Офицер в кибиточке завернул во двор Ростовых, и десятки телег с ранеными стали, по приглашениям городских жителей, заворачивать в дворы и подъезжать к подъездам домов Поварской улицы» [10].

Но Ростовы не были первыми литературными персонажами, которых их авторы поселили близ Поварской. Упомянутый храм Симеона Столпника дает нам отсылку к роману А.С. Пушкина «Евгений Онегин» [9]. Когда Татьяну Ларину привозят в Москву, ее мать со своей кузиной вспоминают былые дни. Не забывают они и «гвардии сержанта» Грандисона, юношеское увлечение матери Татьяны Лариной.

Кузина, помнишь Грандисона?»

— Как, Грандисон?.. а, Грандисон!

Да, помню, помню. Где же он? —
«В Москве, живет у Симеона;
Меня в сочельник навестил;
Недавно сына он женил.
(глава 7, строфа XLI)

Этот храм чудом сохранился с XVII века и известен еще и тем, что его прихожанином был Н.В. Гоголь.

А.Н. Толстой в трилогии «Хождение по мукам» описывает Поварскую в начале XX века как символ старой, уходящей Москвы — с особняками, где «пахло деревом и сухарями». Здесь живут героини романа — сестры Булавины. Поварская в этом тексте — последний оплот патриархальности перед революционной бурей. В тексте романа описывается комната, в которую вернулась Екатерина Дмитриевна во время революции. Она хранит себе утраченную бытовую роскошь прежних времен: «Покойная Марья Кондратьевна стащила сюда лучшие вещи со всей квартиры, — диваны, кресла, этажерочки были навалены друг на друга, поломанные и покрытые паутиной и пылью» [12].

М.А. Булгаков в романе «Мастер и Маргарита» сделал Поварскую и её переулки пространством, где московская топонимика сплетается с мистикой. Именно здесь, в «одном из переулков близ Арбата», находится дом Маргариты: «Маргарита Николаевна со своим мужем вдвоем занимали весь верх прекрасного особняка в саду в одном из переулков близ Арбата. Очаровательное место!» [3]. Булгаков не называет точного адреса, но читатели узнают в описании готические особняки Хлебного и Ножового переулков. Существует версия, что дом Маргариты в романе М. А. Булгакова «Мастер и Маргарита» мог располагаться в одном из особняков Ножового переулка. На углу Хлебного и Малого Ржевского переулков находится особняк Соловьёва (дом 2/3) — готическое здание с башенкой. Существует версия, что именно этот особняк стал прообразом дома, из которого Маргарита вылетает навстречу Воланду. У Булгакова этот сытый, благополучный переулок становится местом, откуда героиня отправляется в потусторонний мир — контраст повседневной Москвы и мистического полёта создаёт один из главных эффектов романа.

Район Поварской слободы сыграл значительную роль в создании образа Москвы в русской литературе, да и шире - в русской культуре. Наши писатели сами с удовольствием бывали в этом районе, навещали своих друзей. Так в Хлебном переулке на раз бывал А.С. Пушкин у своего дяди Василия Львовича. В Скертном переулке жил историк-архивист князь М.А. Оболенский, друг Пушкина и первый издатель «Слова о полку Игореве». Гостиная Оболенского в Скертном переулке была местом встреч московских литераторов и историков — тихий «ученый» центр Москвы. В литературном смысле Скертный переулок — это образ «накрытого стола» московского интеллектуального застолья, где рождались споры о русской истории.

Прогулка по Поварской слободе — это не просто знакомство с архитектурой, а чтение городских «имён», каждое из которых рассказывает свою историю. Именно благодаря использованию таких топонимов создается неповторимый дух произведения.

Список литературы / References

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://um.mos.ru/routes/povarskaya-sloboda/?ysclid=mobmfa3goa82754829>
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mosprogulka.ru/info/povarskaja_sloboda?ysclid=mobmfw26x7549097053
3. Булгаков М.А. Мастер и Маргарита [роман] / М. Булгаков. — Москва: Мир книги, Литература, 2010. — 382 с.

4. Война и мир. Кн. 1, [т. 1, 2: роман] / Лев Николаевич Толстой. - Москва: Издательство АСТ, 2023. - 960 с. - (Эксклюзив: Русская классика).
5. История московских районов: энциклопедия / под ред. К.А. Аверьянова. — М.: Астрель, АСТ, 2005. — 830, [2] с.: ил.
6. Пушкин А.С. Евгений Онегин: Роман в стихах // Пушкин А.С. Полное собрание сочинений: В 16 т. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937—1959.
7. Романюк С.К. Из истории московских переулков. М., 1988.
8. Сытин П.В. Из истории московских улиц: очерки / П.В. Сытин. — Издание 3 пересмотренное и дополненное: Московский рабочий, 1958. — 843 с.
9. Т. 6. Евгений Онегин. — 1937. — С. 1—205
10. Толстой Л.Н. Война и мир [роман, в 2 книгах] / Л.Н. Толстой. — Москва: АСТ, 2022.
11. Фасмер М.Р. Этимологический словарь русского языка: В 4 т. / Макс Фасмер; Пер. с нем. и доп. О.Н. Трубачева. (А-Д) / 22 см Под ред. и с предисл. Б.А. Ларина; [Послесл. О.Н. Трубачева]. — М.: Изд. центр "Терра", 1996 — СПб., М.: Азбука, Изд. центр "Терра", 1996. — 573 с.
12. Хожение по мукам: [трилогия в 2-х томах] / А.Н. Толстой. - Москва: ЭКСМО. - Текст: непосредственный. Т. 1: Кн. 1 Сестры: [романы]. - 1993. - 573 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И АНАЛИЗА ВЫЖИВАЕМОСТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ БОЛЬНЫХ С ТУРБУЛЕНТНОСТЬЮ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Морозов И.К.¹, Лакман И.А.²

¹Морозов Илья Константинович - бакалавр,

²Лакман Ирина Александровна - доцент,

Уфимский государственный авиационный технический университет,
г. Уфа

Аннотация: в работе рассматривается применение комбинированной модели глубокого обучения и анализа выживаемости для прогнозирования состояния больных с турбулентностью сердечного ритма. Проведен критический анализ математических инструментов для моделирования выживаемости в среднесрочный и долгосрочный период. Выполнен статистический анализ данных десятилетнего наблюдения 120 пациентов с инфарктом миокарда в анамнезе. Построены статистические модели выживаемости, включая модель Кокса и глубокую нейронную сеть пропорциональных рисков DeepSurv. На основе ROC-анализа определены точки отсечения для показателей турбулентности сердечного ритма. Проведена оценка значимых факторов и выполнено прогнозирование данных. Результаты работы могут быть использованы для своевременного принятия терапевтических методов для улучшения состояния пациентов.

Ключевые слова: анализ выживаемости, модели выживаемости, глубокое обучение, искусственные нейронные сети, прогнозирование, турбулентность сердечного ритма.

APPLICATION OF A COMBINED DEEP LEARNING MODEL AND SURVIVAL ANALYSIS TO PREDICT THE CONDITION OF PATIENTS WITH HEART RATE TUBULENCE

Morozov I.K.¹, Lakman I.A.²

¹Morozov Ilya Konstantinovich - bachelor,

²Lakman Irina Alexandrovna - associate professor,

UFA STATE AVIATION TECHNICAL UNIVERSITY,
UFA

Abstract: The paper considers the application of a combined deep learning model and survival analysis to predict the condition of patients with heart rate turbulence. A critical analysis of mathematical tools for survival modeling in the medium and long term is carried out. A statistical analysis of data from a ten-year follow-up of 120 patients with a history of myocardial infarction was performed. Statistical survival models, including the Cox model and the deep neural network of proportional hazards DeepSurv, were constructed. Based on the ROC analysis, cut-off points for heart rate turbulence indicators were determined. Significant factors were assessed and data prediction was performed. The results of the work can be used for the timely adoption of therapeutic methods to improve the condition of patients.

Keywords: survival analysis, survival models, deep learning, artificial neural networks, forecasting, heart rate turbulence.

Анализ выживаемости в кардиологии

Анализ выживаемости — класс статистических моделей, позволяющих оценить вероятность наступления события. Данная группа методов получила широкое применение в медицинских исследованиях для оценки продолжительности жизни при изучении эффективности методов лечения.

Ключевой особенностью анализа выживаемости является использование цензурированных переменных совместно с полными наблюдениями. Цензурированными называются наблюдения, содержащие неполную информацию (например, когда пациент выписан или переведен в другое отделение, и наблюдение за ним прекращено).

Функция выживаемости $S(t)$ определяется как вероятность того, что субъект переживет время t :

$$S(t) = P(T > t)$$

Функция риска $\lambda(t)$ характеризует мгновенную интенсивность наступления события:

$$\lambda(t) = \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{P(t < T < t + dt \mid T > t)}{dt}$$

Модели анализа выживаемости

Модель пропорциональных рисков Кокса является одной из самых популярных моделей, используемых в кардиологии. Она основана на регрессионных уравнениях выживаемости:

$$h(t \mid x) = \exp(\beta X) h_0(t)$$

где $h(t \mid x)$ — риск наступления события в период t при условии факторов риска x ; $h_0(t)$ — базовый риск (одинаковый для всех наблюдений); βX — линейная комбинация факторов риска; β — коэффициенты, подлежащие оценке.

Модель Кокса широко применяется для разработки моделей риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Нейронная сеть DeepSurv — современная глубокая нейронная сеть пропорциональных рисков Кокса, используемая как вспомогательный инструмент для оценки коэффициентов в логарифмической функции правдоподобия и в качестве основы для систем рекомендаций по лечению.

Практическая часть. Входные данные.

За исходные взяты десятилетние данные о смертности пациентов с инфарктом миокарда. Общий объем выборки составил 120 человек. Пациенты были госпитализированы с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в кардиологический центр Уфимской городской больницы №21. Количество мужчин в выборке — 73 человека (60,8%).

Данные включают следующие параметры: идентификационный номер пациента, пол, количество месяцев до события (смерти), статус пациента (умер/жив), показатели турбулентности сердечного ритма (TSP1 — отсрочка начала волны турбулентности, TSP2 — наклон волны турбулентности), наличие сахарного диабета, уровень общего холестерина.

Методы анализа

На первом этапе был проведен статистический анализ данных, собранных по методике follow-up (отслеживание состояния пациентов в течение всего периода наблюдения), с целью выявления предикторов риска наступления неблагоприятных событий.

С помощью ROC-анализа были определены точки отсечения для показателей турбулентности сердечного ритма с последующей бинаризацией переменных биомаркеров. ROC-кривая (Receiver Operator Characteristic) — кривая, используемая в задачах классификации для представления результатов.

Визуализация выживаемости проводилась с помощью метода Каплана-Майера. Анализ показал, что функция выживаемости резко убывает до 58 месяцев от момента наступления инфаркта миокарда, затем убывание замедляется. Данный период является наиболее опасным. Пациенты с нормальными показателями турбулентности сердечного ритма имеют большую вероятность дожития.

Результаты моделирования

Данные были разделены на обучающую выборку (90 записей, 75%) и тестовую выборку (30 записей, 25%). Модель Кокса была обучена на обучающей выборке.

По результатам моделирования были выявлены следующие значимые факторы:

- Отсрочка в начале волны турбулентности (TCP1) увеличивает вероятность смерти на 69%.
- Патология наклона волны турбулентности (TCP2) увеличивает вероятность смерти на 220%.
- У мужчин вероятность смерти выше на 104%.
- Возраст является незначимым фактором.
- Сахарный диабет увеличивает вероятность смерти на 78%.
- Отклонение общего холестерина от нормы увеличивает вероятность смерти на 256%.

Качество модели оценено с помощью информационных критериев:

- Информационный критерий Акаике (AIC) – 307,43.
- Информационный критерий Шварца (BIC) – 317,56.
- Коэффициент конкордации (индекс Харрелла) – 0,73.
- Значение $p < 0.05$ подтверждает гипотезу о различии выживаемости в группах.

Заключение

В работе изучены основы построения моделей выживаемости, включая методы Каплана-Майера и модель пропорциональных рисков Кокса, а также современную нейронную сеть DeepSurv в качестве вспомогательного инструмента.

Построены статистические модели выживаемости по данным пациентов с инфарктом миокарда. Проведена оценка значимых факторов риска. Выявлено, что из всех факторов незначимым оказался лишь возраст.

После обучения модели на данных 90 пациентов точность прогнозирования на тестовой выборке составила 95%. Полученная модель может быть использована для среднесрочного и долгосрочного прогнозирования смертности пациентов с инфарктом миокарда.

Список литературы / References

- 1 Cox D.R. Regression Models and Life-Tables [Текст] / D.R. Cox // Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological). – 1972. – Vol. 34, No. 2. – P. 187-220.
- 2 Combining Novel Biomarkers for Risk Stratification of Two-Year Cardiovascular Mortality in Patients with ST-Elevation Myocardial Infarction [Текст] / N. Zagidullin [и др.] // J. Clin. Med. – 2020. – 9. – P. 550.
- 3 Howard B.V. An additive Cox model for coronary heart disease study / Barbara V. Howard // Journal of Applied Statistics. – DOI: 10.1080/02664763.2017.1369500.
- 4 Nair A. A guide to model selection for survival analysis [Электронный ресурс] / Aashish Nair. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/a-guide-to-model-selection-for-survival-analysis-2500b211c733>
- 5 Katzman L.J. DeepSurv: personalized treatment recommender system using a Cox proportional hazards deep neural network [Электронный ресурс] / L.J. Katzman, U. Shaham, A. Cloninger. – Режим доступа: <https://bmcmmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-018-0482-1>

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
153000, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО,
УЛ. КРАСНОЙ АРМИИ, Д. 20, 3 ЭТАЖ, КАБ. 3-3,
ТЕЛ.: +7 (915) 814-09-51.

HTTP://SCIENTIFICJOURNAL.RU
E-MAIL: INFO@P8N.RU

ТИПОГРАФИЯ:
ООО «ОЛИМП».
153000, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО,
УЛ. КРАСНОЙ АРМИИ, Д. 20, 3 ЭТАЖ, КАБ. 3-3

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «ОЛИМП»
153002, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО, УЛ. ЖИДЕЛЕВА, Д. 19
УЧРЕДИТЕЛЬ: ВАЛЬЦЕВ СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»
[HTTPS://WWW.SCIENCEPROBLEMS.RU](https://www.scienceproblems.ru)
EMAIL: [INFO@P8N.RU](mailto:info@p8n.ru), +7(915)814-09-51



**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»
В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ПОРЯДКЕ РАССЫЛАЕТСЯ:**

1. **ФГБУ "Российская государственная библиотека".**
Адрес: 143200, г. Можайск, ул. 20-го Января, д. 20, корп. 2.
2. **Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ.**
Адрес: 127006, г. Москва, ГСП-4, Страстной б-р, д.5.
3. **Библиотека Администрации Президента Российской Федерации.**
Адрес: 103132, г. Москва, Старая площадь, д. 8/5.
4. **Парламентская библиотека Российской Федерации.**
Адрес: 125009, г. Москва, ул. Охотный Ряд, д. 1.
5. **Научная библиотека Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ), Москва.**
Адрес: 119192, г. Москва, Ломоносовский просп., д. 27.

ПОЛНЫЙ СПИСОК НА САЙТЕ ЖУРНАЛА: [HTTP://SCIENTIFICJOURNAL.RU](http://scientificjournal.ru)



Вы можете свободно делиться (обмениваться) — копировать и распространять материалы и создавать новое, опираясь на эти материалы, с ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ указанием авторства. Подробнее о правилах цитирования: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ru>

ЦЕНА СВОБОДНАЯ