

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

16 2026  
ЧАСТЬ II

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 16 (619) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)  
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)  
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук  
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)  
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук  
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук  
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук  
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук  
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук  
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)  
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук  
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук  
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук  
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук  
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук  
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук  
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук  
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук  
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук  
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)  
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)  
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук  
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук  
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры  
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)  
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук  
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)



---

---

На обложке изображен *Станислав Густавович Струмилин* (1877–1974), советский экономист и статистик.

Станислав Густавович родился в селе Дашковцы Подольской губернии, ныне Литинского района Винницкой области Украины, в семье обедневшего дворянина (настоящая фамилия — Струмилло-Петрашкевич). Он обучался в Скопинском реальном училище, а затем поступил в Электротехнический институт в Санкт-Петербурге. В 1897 году присоединился к революционному движению, в 1899-м участвовал во всеобщей студенческой забастовке, в том же году был отчислен из института и отдан в солдаты. Вступил в «Союз борьбы за освобождение рабочего класса». В 1899 году стал членом РСДРП, сначала как меньшевик, а с 1923 года — большевик.

Впоследствии его еще дважды исключали из института; три раза он был арестован; выдержал страшное избиение в петербургской тюрьме «Кресты»; дважды был приговорен к ссылке, дважды бежал из ссылки. Несмотря ни на что, окончил Петербургский политехнический институт по экономическому отделению в 1914 году.

После Октябрьской революции Струмилин организовал отдел статистики в Высшем совете народного хозяйства. С 1919 года он стал уделять особое внимание статистике труда. После того, как Ленин ознакомился с некоторыми опубликованными статьями Струмилины по этой теме, он пригласил его работать в Госплан. Позже Струмилин стал заместителем председателя Госплана, а потом членом Президиума.

Одновременно Станислав Густавович вел научную и педагогическую работу в МГУ, Институте народного хозяйства имени Плеханова, Московском государственном экономическом институте.

Под руководством Струмилины была разработана первая в мире «система материальных балансов».

Струмилин является автором более 700 работ в области экономики, статистики, управления народным хозяйством, планирования, демографического прогнозирования, политэкономии социализма, экономической истории, научного коммунизма, социологии, философии.

Ему также принадлежит авторство одного из методов построения индекса производительности труда, получившего название «индекс Струмилины».

Изучая проблемы экономической эффективности образования, ученый сформулировал закон «убывающей продуктивности школьного обучения», согласно которому с возрастанием количества ступеней обучения снижается его экономическая рентабельность для государства, а квалификация рабочих повышается медленнее, чем число лет, затраченных на обучение.

В то же время Струмилин исследовал зависимость между степенью квалифицированности работников и сроками их обучения. Им были установлены методы определения оптимального периода школьного обучения и размеров расходов на образование каждого рабочего с учетом роста национального дохода государства. По данным Струмилины, введение всеобщего начального образования в СССР дало экономический эффект, в 43 раза превышающий затраты на его организацию; рентабельность начального обучения лиц, занятых физическим трудом, в 28 раз превысила себестоимость обучения, а капитальные затраты на него окупились через полтора года.

Выводы Струмилины о высокой рентабельности обучения в вузах преимущественно малоимущих выходцев из рабочих и крестьян подтверждали окупаемость бесплатного высшего образования и содержания студентов за государственный счет, а также давали возможность обосновать обязательную трехлетнюю работу выпускников вузов по распределению, установление им заработной платы не ниже, чем у квалифицированных рабочих. Известно его высказывание: «Лучше стоять за высокие темпы, чем сидеть за низкие».

Указом Президиума Верховного Совета СССР за выдающиеся заслуги в развитии экономической науки и в связи с девяностолетием со дня рождения Станиславу Густавовичу Струмилину было присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ему ордена Ленина и золотой медали «Серп и молот». Он награжден также четырьмя орденами Ленина, орденом Октябрьской революции, орденом Трудового Красного Знамени, а также медалями, в том числе «За трудовую доблесть».

Умер Станислав Густавович в 1974 году в Москве, похоронен на Новодевичьем кладбище.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---



## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### **Ndiaye N. F.**

Advancements of Pipeline Cleaning Technologies for Deposit Removal.....75

#### **Trinh Van Khac, Manh Nguyen The**

A reliability study of the ZF-430 clutch on KAMAZ 43253 trucks based on reinforced testing theory and Markov models.....78

#### **Барсуков П. С.**

Влияние токов инжекции устройства контроля изоляции в оперативных цепях постоянного тока на дискретный вход терминала релейной защиты .....82

#### **Бимыкова Д. М.**

Разработка составов легкого бетона и технологических параметров его приготовления с использованием кремнеземсодержащего сырья.....85

#### **Гущина А. А.**

Фильтрация сигналов пусковых органов.....92

#### **Зорочкин О. А.**

Сравнительный анализ АК-подобных нагрузок и частных коэффициентов надёжности в мостостроительных нормах РФ, США и ЕС.....94

#### **Полетаева П. Ф.**

Автоматизированные системы диспетчерского управления движением поездов: технологический путь к сетевому планированию на железнодорожном транспорте .....97

#### **Стенников Е. О.**

Лазерная коррекция положения шпинделя при сборке станка с числовым программным управлением ..... 100

### АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

#### **Власов Е. Н.**

Анализ современных методов противопожарной защиты многоэтажных зданий..... 103

#### **Енакиева А. А.**

Сопоставительный анализ несущей способности внецентренно сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения с дефектами контактной зоны по данным эксперимента и СП 266.1325800.2016 ..... 105

#### **Рябова А. А.**

Современные технологии возведения зданий с монолитным железобетонным каркасом: состояние и направления развития ..... 109

#### **Тихомиров А. Ю.**

Особенности систем вентиляции котельного зала и машинного зала холодоснабжения производственного здания..... 111

#### **Фахретдинов И. Р., Селезнева Ж. В.**

Классификация видов современных технологий возведения зданий из металлического каркаса..... 113

#### **Царева П. В.**

Технологии производства штукатурных работ..... 114

#### **Штанов К. П.**

Применение инновационных материалов для подземных конструкций в малоэтажном строительстве..... 117

### МЕДИЦИНА

#### **Altynbekova S. A., Sydykova B. K., Al-Dawdiah O., Zhumanova D., Dastanbek D., Salykbayev A., Gizatullin R., Amjad A.**

Thyroid Dysfunction in Chronic Kidney Disease and Hemodialysis Patients..... 119

#### **Дорохова П. Ю.**

Виды инсульта. Как распознать инсульт: метод «УДАР» ..... 125

#### **Коваленко С. В.**

Роль микробиома полости рта в поддержании гомеостаза зубочелюстной системы ..... 127

**Меркулова М. В.**  
Остеоартрит тазобедренного  
сустава: современные алгоритмы  
диагностики, терапии и предупреждения  
прогрессирования..... 134

**Паньков Д. А.**  
Инфекции, связанные с оказанием  
медицинской помощи в Оренбургской  
области в 2024 году..... 136

**Шапсанов Д. З.**  
Морфологические и морфометрические  
особенности ремоделирования  
репродуктивных органов  
при преждевременной яичниковой  
недостаточности ..... 142

ВЕТЕРИНАРИЯ

**Рыбаков М. В.**  
Селекционные индексы при оценке генотипа  
собак породы джек-рассел-терьер ..... 145

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Advancements of Pipeline Cleaning Technologies for Deposit Removal

Ndiaye Ndeye Fatou, master's student

Scientific advisor: Kunafin Robert Nailiyevich, associate professor

Ufa State Oil Technical University

*The accumulation of deposits in pipelines is a significant challenge in various industries, including oil and gas, water supply, and chemical processing, leading to reduced efficiency, increased energy consumption, and potential equipment damage. This study focuses on the improvement of pipeline cleaning technologies to enhance deposit removal while minimizing operational downtime and environmental impact. Traditional mechanical, chemical, and hydraulic cleaning methods often face limitations in effectiveness, cost, and sustainability. Recent advancements, such as smart pigging, ultrasonic cleaning, and eco-friendly chemical solvents, offer promising alternatives [1]. Additionally, the integration of real-time monitoring systems and predictive maintenance algorithms optimizes cleaning schedules and prevents excessive buildup. This paper reviews existing and emerging cleaning techniques, evaluates their efficiency, and proposes innovative solutions for more sustainable and cost-effective pipeline maintenance [2].*

**Keywords:** ARPDs, Asphalten-Resin-Paraffin-Deposits, progressive cleaning, temporary pits

### Introduction

In the process of oil pipelines operation, contamination of its internal cavity occurs. This process is especially intensive in gathering reservoirs of oilfields transporting untreated well products, as well as in pipelines transporting highly paraffinic oil [3]. The composition of sediments depends on the composition of pumped oil, oil pipeline operation period, temperature and other factors, usually, the composition of sediments includes asphalt-resinous and paraffin substances (ARPD), oils, scale, iron sulphides and mechanical impurities (clay, sand, chalk, corrosion products, etc.) [4]. In addition, water can accumulate in low-lying sections of oil pipelines, e.g. in underwater crossings, which provides a medium for bacterial growth.

### 1. Technologies for cleaning of oil pipelines complicated by ARPD deposits

Maintaining the operational integrity of oil pipelines necessitates regular cleaning to mitigate the accumulation of paraffin, resinous compounds, and sand, which obstruct normal product flow. This practice is especially critical for pipelines transporting high-wax crude oil grades [8]. However, routine field pipeline maintenance is sometimes neglected for extended periods, allowing significant sediment accumulation.

The main methods for dealing with ARPDs are categorized into four primary groups: chemical, thermal, mechanical, and physical/innovative methods.

**Chemical methods** are widely considered the most effective for both removing existing ARPDs and preventing their formation. They work by dissolving or dispersing the organic molecules that make up the deposits.

**Thermal methods** use heat to melt the paraffin wax component, which lowers the viscosity and allows the deposits to be transported by the oil flow.

**Mechanical methods** involve physically scraping the deposits off the internal pipe surface. They are effective for removing heavily accumulated, solid deposits but can have limitations [5]. Batching pigs are designed to clean the internal cavity and walls of the pipeline from deposits, contaminants and foreign objects.

### 2. Technology of oil pipelines cleaning with sludge removal into temporary pits

In some situations, it is not possible to accept the entire volume of pigging displaced sediment in the final vessels, even if the progressive cleaning technology. In such a case, sediment can be taken into excavation pits temporarily constructed along the pipeline [10].



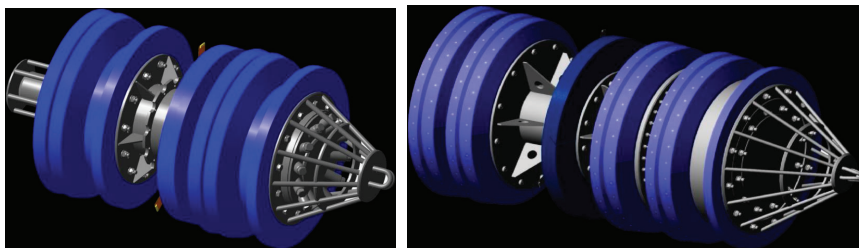


Fig. 1 Mechanical method of cleaning [8]

When the slurry approaches the tie-in point, the shut-off valve is opened and the sediment is discharged into the pit until it is filled or until clean oil appears in the discharge line if the slurry has accumulated less than the pit volume. This technology allows cleaning the oil pipeline even with large amounts of accumulated ARPD. Here is the method of flow rate for better understanding

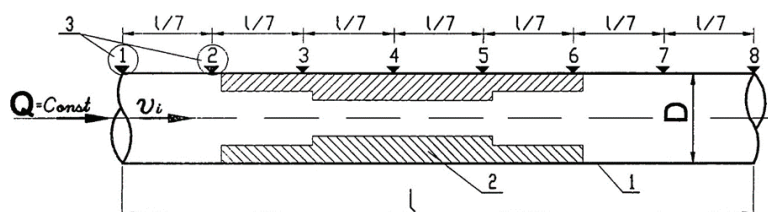


Fig. 2. Flow rate method of removal

The volume of sediments in the pipeline is determined by the formula:

$$V_{\text{отп}} = l \cdot \left( \frac{\pi D^2}{4} - \frac{Q}{\left( \sum_{i=1}^n v_i \right) / n} \right),$$

where  $V_{\text{отп}}$  — volume of sediments in the pipeline,  $\text{m}^3$ ;

$l$  — length of the pipeline,  $\text{m}$ ;

$D$  — internal diameter of the clean pipeline,  $\text{m}$ ;

$n$  — number of points for measuring the velocity of liquid flow through the pipeline.

However, there are disadvantages to this method, which include the inability to control the actual length of slurry that is generated upstream of the pig. Therefore, opening the shut-off valves in the withdrawal lines may be premature — before the slurry approaches, and then pure oil without sediment flows into the tank.

To eliminate these disadvantages, an improvement of the method is proposed.

#### Improvement of the method.

The essence of the innovation is as follows:

Before launching the cleaning pig, another special pig with a location signaling device is put into the pipeline. Let's call it a control piston. Its distinctive feature is that it has **zero buoyancy**, no rigid cleaning elements, its dimensions are smaller than the pipeline diameter. This results in the control pig moving not due to pressure drop on sealing discs or cups as usual, but due to oil flow, remaining stationary in its environment.

The condition for zero (neutral) buoyancy is defined that the buoyant force on an object submerged in a fluid is equal to the weight of the fluid displaced by that object.

The forces acting on the control pig are:

— Weight of the object ( $W_{obj}$ ): The downward force due to gravity.

— Buoyant force ( $F_B$ ): The upward force exerted by the displaced fluid (oil).

Zero Buoyancy Condition:

$$W_{obj} = F_B$$

#### Estimation of the total amount of sediments

The number of excavations required is determined, among other things, by the estimated volume of sediments in the study area. A method for determining this volume is proposed below.

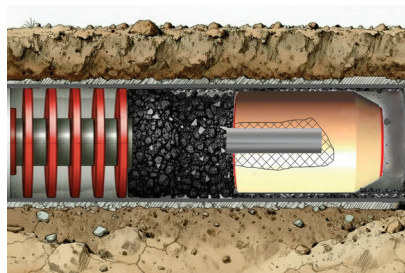


Fig. 3. Improvement of the pigging

### Method by pressure drop variation

It is possible to estimate volume from indirect parameters. For example, the number of sediments in a pipeline section can be estimated by the change in the pressure loss (pressure difference between the start and end points of the section) from the beginning of the pipeline operation to the current moment. For this purpose, we use the Darcy-Weisbach equation:

$$\Delta P = \frac{\lambda l v^2 \rho}{2 d},$$

where  $\Delta P$  — pressure loss;

$\lambda$  — coefficient of hydraulic resistance;

$l$  — length of the considered section;

$v$  — flow velocity;

$d$  — internal diameter of the pipeline;

$\rho$  — density of liquid.

Of course, this formula does not take into account the many factors affecting the nature and rate of deposition, but it can be used in practice to estimate change.

### Conclusion

Pipeline cleaning technologies are evolving toward advanced, proactive systems. By integrating modern tools such as smart pigging, robotics, and progressive cleaning strategies, industries can improve efficiency, reduce costs, enhance safety, and minimize environmental impact.

### References:

1. Ibragimov, N. G. Theory and practice of methods of dealing with organic sediments at the late stage of oil field development. *Oil Ind.* 2010, 1, 238.
2. Adeyanju, A. O., Oyekunle, L. O. (2013). Experimental study of wax deposition in a single-phase subcooled oil pipeline. SPE-167515-MS.
3. Metiyev, K. I., Alsafarova, M. E., Emel, N. I. (2023). Methods for combating asphalt resin and paraffin deposits in the oil industry. *Scientific Petroleum*, 2, 35–40.
4. Gurbanov, A. Q., Hajikerimova, L. Q., Akperova, A. F. (2023). New inhibitor against asphaltene-resin-paraffin deposits and salts. *Scientific Petroleum*, 2, 41–47.
5. Al-Hatali, S., Zaid, L., Al-Bimani, S., Al-Wahaibi, Y. «Innovative methodology for cleaning pipes: Key to environmental protection». ResearchGate, 2015, (paper presented at an SPE conference).
6. Korolev, M.I.; Rogachev, M.K.; Tananykhin, D. S. Regulation of filtration characteristics of highly watered terrigenous formations using complex chemical compositions based on surfactants. *J. Appl. Eng. Sci.* 2020, 18, 147–156.
7. Lightford, S.; Pitoni, E.; Armes, F.; Mauri, L. Development and field use of a novel solvent/water emulsion for the removal of asphaltene deposits in fractured carbonate formations. *SPE Prod. Oper.* 2008, 21, 301–311.
8. Sun, M.; Naderi, K.; Firoozabadi, A. Effect of crystal modifiers and dispersants on paraffin-wax particles in petroleum fluids. *SPE J.* 2019, 24, 32–43.
9. Ma, T., et al. «Oil recovery from polymer-containing oil sludge in oilfield Research, 2021, 28, pp. 11843–11854.
10. Nikulin, V.Y.; Mikhailov, A.G.; Ilyushin, D.V.; Zeigman, Y. V. Experience in application of technologies for wax deposition control in deep wells in oil production at the lower devonian carbonate rock complex. *Neftyanoe Khozyaystvo—Oil Ind.* 2021, 3, 101–105.

## A reliability study of the ZF-430 clutch on KAMAZ 43253 trucks based on reinforced testing theory and Markov models

Trinh Van Khac, engineer;  
Manh Nguyen The, PhD, senior lecturer  
Le Quy Don Technical University (Hanoi, Vietnam)

*When studying the reliability of mechanical systems with multiple elements installed in series, one of the challenges is collecting statistics on the failure  $\lambda_i$  and repair rate  $\mu_i$  of the components in the mechanical system. Today, to determine these parameters relatively accurately, the accelerated testing method is used. This paper presents a method to evaluate the reliability of the MZF-430 clutch equipped on the Kamaz 43253 vehicle based on the Markov model, using parameters  $\lambda_i$  and  $\mu_i$  obtained through accelerated testing conducted in the laboratory at Le Quy Don Technical University.*

**Keywords:** reliability of mechanical systems, automotive clutch, transmission system, indices, calculation, investigation

### 1. Introduction

The reliability of mechanical systems consisting of multiple elements installed in series has been widely studied according to known traditional methods [2], [3] by utilizing the reliability function  $P(t)$ , with the parameters for failure rate  $\lambda_i$  and repair rate  $\mu_i$  collected and statistically analyzed at operational units. Today, the accelerated testing method has been widely applied, allowing for the rapid determination of the failure rate  $\lambda_i$  and repair rate  $\mu_i$  parameters of the research object.

To describe the state transition process of the research object, which are mechanical systems with elements installed in series, the Markov model can be fully applied. The use of the Markov model in reliability research allows finding a solution that represents the reliability function  $P(t)$  of the object over time, which holds predictive significance regarding its technical condition. From this, recommendations can be made to users regarding the appropriate time to perform technical maintenance and repair, while also helping to predict the remaining technical reserve coefficient at a certain point during the operation of the research object.

### 2. Research methodology

As presented above, one of the basic parameters that need to be known when studying the reliability of a mechanical system is the failure rate  $\lambda_i$  and repair rate  $\mu_i$ . In reality, these parameters need to be collected and statistically analyzed regarding failures and recovery methods at the operational units. However, this requires significant effort; additionally, it is necessary to process abnormal failure data caused by user errors, as these failures do not reflect normal operational rules and must be eliminated. Today, the accelerated testing method has been widely applied. The data on the failure rate  $\lambda_i$  and repair rate  $\mu_i$  used in this paper are determined through accelerated testing activities at the Institute of Motive Power Engineering, Le Quy Don Technical University.

Based on the operating states of the clutch, we establish a Markov model corresponding to the respective technical states. Combined with the theoretical basis of reliability applied to technical systems consisting of multiple elements installed in series presented below, we can determine the operational reliability of the system over time.

#### 2.1. Reliability of Mechanical Transmission Systems

##### a. Probability of failure-free operation of any mechanical transmission system

Let  $p_i(t)$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) be the probability of failure-free operation or the reliability function of the  $i$ -th element of a system consisting of  $n$  elements installed in series at a specified time  $t$  and  $P_h(t)$  is the probability of failure-free operation of the system. Then, the probability of failure-free operation of the system consisting of  $n$  elements installed in series is determined as follows [2], [3]:

$$P_h(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) \quad (1)$$

Since  $p_i(t) \leq 1$  then  $P_h(t) \leq \min [p_i(t)]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

The function  $P_h(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t)$  — as the reliability function of a series system consisting of  $n$  elements

##### b. Failure probability $Q_h(t)$ for any mechanical transmission system

The failure probability  $Q_h(t)$  of the system is determined by [2], [3]:

$$Q_h(t) = 1 - P_h(t) = 1 - \prod_{i=1}^n p_i(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - q_i(t)], \quad (2)$$



Where:  $q_i(t)$  — is the failure probability of the  $i$ -th elemen,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

If the reliability of the elements at a specified time  $t$  is the same,  $q_1(t) = q_2(t) = \dots = q_n(t) = q(t)$  then the failure probability of the series system of elements is determined by:

$$Q_h(t) = 1 - P_h(t) = 1 - [p(t)]^n = 1 - [1 - q(t)]^n. \quad (3)$$

**c. System failure rate  $\lambda_h(t)$ :**

The failure rate  $\lambda_h(t)$  of a system consisting of  $n$  elements installed in series is determined by the expression [2], [3]:  $\lambda_h(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t)$ , (4)

Where:  $\lambda_i(t)$  — s the failure rate of the  $i$ -th element,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

**d. System repair rate of a series system** [2], [3]:  $\mu(t) = \sum_{i=1}^n \mu_i$ , (5)

The above expressions apply to mechanical transmission systems consisting of  $n$  elements installed in series with each other.

$$\begin{cases} P_h(t) = \prod_{i=1}^3 P_i(t) = P_1(t)P_2(t)P_3(t) \\ Q(t) = 1 - P_h(t) \\ \lambda(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 \\ \mu(t) = \sum_{i=1}^n \mu_i = \mu_1 + \mu_3 + \mu_3 \end{cases} \quad (6)$$

Thus, we can summarize, for a typical mechanical transmission system consisting of 3 elements installed in series, we have: (6). Therefore, we can evaluate the reliability of any mechanical transmission system through the indices presented in system (6) with 3 series-connected components, for example, the transmission systems of mechanisms such as clutches, gearboxes, etc.

## 2.2. Markov Model in Studying the Reliability of Technical Systems

In reality, mechanical transmission systems on transport vehicles (such as clutches, gearboxes) are repairable systems. During operation, their technical condition rarely changes abruptly from «perfectly good» to «completely failed», but usually degrades gradually through many intermediate states. At the same time, this degradation process always runs parallel with periodic maintenance and repair activities aimed at restoring the object's working capacity. Therefore, to accurately describe the transition between failure states over time, the application of the Markov model is the optimal approach.

**a. Analysis of system states:**

For mechanical transmission systems, we divide the technical evolution process into 3 discrete states:

Good working condition( $S_0$ ): he system operates normally, without errors.

Moderate failure ( $S_1$ ): There is a minor error, but the system is still operational.

Severe failure( $S_2$ ): The system stops working completely, requiring major repair or replacement.

**b. Establishing the state transition matrix:**

Let  $\lambda_i$  be the failure rate (transitioning from  $S_{i-1}$  to  $S_i$ ) and  $\mu_i$  be the repair rate (transitioning from state  $S_i$  back to  $S_{i-1}$ ). This process is represented by the state transition matrix  $Q$ .

$$Q = \begin{vmatrix} -\lambda_1 & \lambda_1 & 0 \\ \mu_1 & -(\lambda_2 + \mu_1) & \lambda_2 \\ 0 & \mu_2 & -(\lambda_3 + \mu_2) \end{vmatrix} \quad (7)$$

**c. Kolmogorov — Markov system of differential equations**

Let  $P_0(t)$ ,  $P_1(t)$  and  $P_2(t)$  — be the probabilities of the system being in states  $S_0$ ,  $S_1$  respectively, at time  $t$ . The system of differential equations describing the change of these probabilities over time will have the following form:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -\lambda_1 \cdot P_0 + \mu_1 \cdot P_1 \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda_0 \cdot P_0 - (\lambda_2 + \mu_1) + \mu_2 P_2 \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda_1 \cdot P_1 - \mu_2 \cdot P_2 \end{cases} \quad (8)$$

Let  $P(t) = [P_0(t), P_1(t), P_2(t)]^T$  be the probability vector representing the likelihood of the system being in state  $S_i$  at time  $t$ . The state variation over time is described by a system of differential equations in matrix form:  $\frac{dP(t)}{dt} = Q \cdot P(t)$  (9)

The general solution of the differential equation (9) has the form:  $P(t) = e^{Q \cdot t} \cdot P(0)$  (10)

$P(0)$ : is the initial state vector. Assuming that at  $t = 0$  the system is completely new, we have  $P(0) = [1, 0, 0]^T$

$e^{Qt}$  is the matrix exponential of matrix  $Q$  multiplied by time  $t$ , and can be calculated using the power series formula:

$$e^{Qt} = 1 + Qt + \frac{(Qt)^2}{2!} + \frac{(Qt)^3}{3!} + \dots$$

### 3. Research results and discussion

When conducting accelerated durability testing of the ZF-430 clutch equipped on the Kamaz 43250 vehicle at Le Quy Don Technical University, we determined the values for the failure rate  $\lambda_i$  and repair rate  $\mu_i$  respectively of the three elements: friction disk, pressure spring, and release mechanism, which are presented in Table 1 below.

Table 1. Statistical data of failure rate  $\lambda$  and recovery degree values  $\mu$  of the MFZ-430 Clutch

Subject State	Friction disk		Pressure spring		Release mechanism	
	Parameter $\lambda_i$ ( $h^{-1}$ )	Parameter $\mu_i$ ( $h^{-1}$ )	Parameter $\lambda_i$ ( $h^{-1}$ )	Parameter $\mu_i$ ( $h^{-1}$ )	Parameter $\lambda_i$ ( $h^{-1}$ )	Parameter $\mu_i$ ( $h^{-1}$ )
S0	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$
S1	$14 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-1}$	$13 \cdot 10^{-5}$	$0,4 \cdot 10^{-5}$	$15 \cdot 10^{-5}$	$0,6 \cdot 10^{-5}$
S2	—	—	—	—	—	—

Based on the data table above, we establish a system of differential equations for each component. Corresponding to system (8) we have:

$$\begin{aligned}
 \text{Friction disk } P_1(t): \begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -6,8 \cdot 10^{-5} \cdot P_0(t) + 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot P_1(t) \\ \frac{dP_1}{dt} = 6,8 \cdot 10^{-5} \cdot P_0(t) - 16,5 \cdot 10^{-5} P_1(t) + 0,5 \cdot 10^{-5} P_2(t) \\ \frac{dP_2}{dt} = 14 \cdot 10^{-5} P_1(t) - 0,5 \cdot 10^{-5} P_2(t) \end{cases} \\
 \text{Pressure spring } P_2(t): \begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -6,6 \cdot 10^{-5} \cdot P_0(t) + 2,2 \cdot 10^{-5} \cdot P_1(t) \\ \frac{dP_1}{dt} = 6,6 \cdot 10^{-5} \cdot P_0(t) - 15,2 \cdot 10^{-5} P_1(t) + 0,4 \cdot 10^{-5} P_2(t) \\ \frac{dP_2}{dt} = 13 \cdot 10^{-5} P_1(t) - 0,4 \cdot 10^{-5} P_2(t) \end{cases} \\
 \text{Release mechanism } P_3(t): \begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -7,2 \cdot 10^{-5} \cdot P_0(t) + 3 \cdot 10^{-5} \cdot P_1(t) \\ \frac{dP_1}{dt} = 7,2 \cdot 10^{-5} \cdot P_0(t) - 18 \cdot 10^{-5} P_1(t) + 0,6 \cdot 10^{-5} P_2(t) \\ \frac{dP_2}{dt} = 15 \cdot 10^{-5} P_1(t) - 0,6 \cdot 10^{-5} P_2(t) \end{cases}
 \end{aligned} \quad (11)$$

Solving the equations in system (11) we get:

$$P_1(t) = 1,25 \cdot 10^{-2} + 0,87 \cdot e^{-5,44 \cdot 10^{-5} t} + 0,11 \cdot e^{-1,84 \cdot 10^{-4} t}$$

$$P_2(t) = 9,9 \cdot 10^{-3} + 0,87 \cdot e^{-5,28 \cdot 10^{-5} t} + 0,12 \cdot e^{-1,69 \cdot 10^{-4} t}$$

$$P_3(t) = 1,58 \cdot 10^{-2} + 0,87 \cdot e^{-5,67 \cdot 10^{-5} t} + 0,11 \cdot e^{-2,01 \cdot 10^{-4} t}$$

In system (6), there are two components:

+ The probability function of failure-free operation of the system (system reliability function):

$$P_h(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \quad (12)$$

+ The failure probability function (probability function of failure occurrence):

$$Q(t) = 1 - P_h(t) \quad (13)$$

From the system reliability function equations (12) and the system failure probability function (13), we constructed a graph describing the variation law of reliability and failure probability of the MFZ-430 clutch over operating time as shown in Figure 1 below.

**Remarks.** From the graph above, we see that the reliability  $P_h(t)$  of the system gradually decreases over operating time, while the failure probability function graph  $Q_h(t)$  follows an opposite trend, meaning the probability of system failure will gradually increase over time. The characteristics of the curves in this research scope are assumed to follow normal operating rules. In reality, depending on investment costs, the characteristics of the curves can change. For example, when the technical condition of the elements in the system deteriorates and the recovery is carried out by replacement rather than normal repair activities,

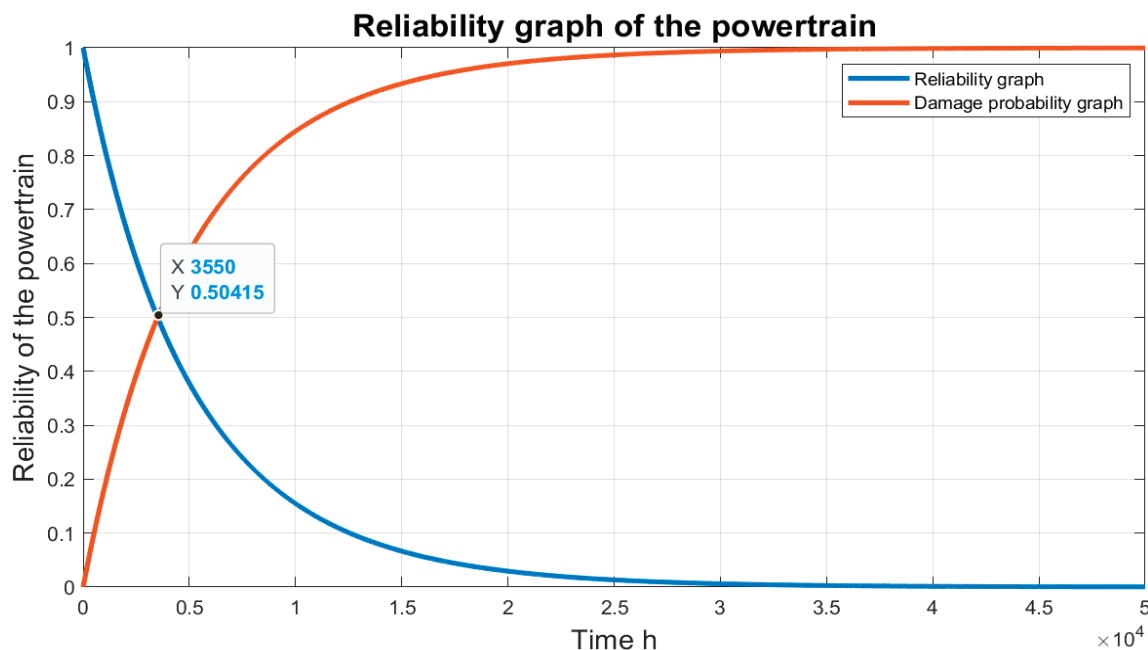


Fig. 1. Graph of reliability and failure probability of the MFZ-430 Clutch

intervening to change the values of  $\lambda$  and  $\mu$  the properties of the reliability function and failure probability curves will change; this is also a development direction of the research

### Conclusion and recommendations

Studying and evaluating the reliability of technical systems is of great significance, helping to assess the technical condition of objects, serving as a basis for conducting the next research step to provide predictions on the technical reserve coefficient, and thereby proposing more effective exploitation plans for technical equipment in the automotive engineering sector. The report presents the procedure for evaluating the reliability of technical objects with elements installed in series. Within the scope of the report, it is the MFZ-430 clutch system, which consists of 3 basic series-connected elements: Friction disk, pressure spring, and release mechanism, using hypothetical data collected at operational units.

It is necessary to invest effort in statistics to collect data at operational and repair units. Collecting and compiling statistical data must be done meticulously and accurately because the accuracy of the survey results depends on the accuracy of the collected data. For transmission systems such as the powertrains of 4x4 or 6x6 vehicles, bulldozers, and cranes, we can entirely apply this methodology to evaluate their reliability because the transmission systems of these objects have similar structures and operating principles, being mechanical transmission systems with elements installed in series.

### References:

1. Яхьяев Н. Я. Основы теории надежности и диагностика / Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. — Москва: Академия, 2009. — 256 с.
2. Труханов В. М. Надежность в технике. М.: Машиностроение, 1999. 598 с.
3. Основы теории и расчета надежности [Текст] / И. М. Маликов, А. М. Половко, Н. А. Романов, П. А. Чукреев. — 2-е изд., доп. — Ленинград: Судпромгиз, 1960. — 141 с.
4. Половко, А. М. Основы теории надежности [Текст] / А. М. Половко, С. В. Гуров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 704 с.
5. Meeker, W. Q., Escobar, L. A., & Pascual, F. G. (2022). Statistical Methods for Reliability Data (2nd ed.). John Wiley & Sons. — 704 p.
6. Billinton, R., & Allan, R. N. (1992). Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques — 476 p.
7. Birolini, A. (2017). Reliability Engineering: Theory and Practice — 626 p.



## Влияние токов инжекции устройства контроля изоляции в оперативных цепях постоянного тока на дискретный вход терминала релейной защиты

Барсуков Павел Сергеевич, студент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва)

**О**перативный ток — это ток, при помощи которого производится управление первичной коммутационной аппаратурой (выключателями, отделителями и т. д.), а также питание цепей РЗиА, разных видов управления и сигнализации. Источники оперативного тока должны быть готовы к действию во всех необходимых случаях, в том числе при КЗ на элементах защищаемой установки (когда напряжение на ней может снижаться до нуля). [5]

Система оперативного постоянного тока (СОПТ) — это система, предназначенная для обеспечения рабочего и резервного питания ответственных потребителей, таких как:

- устройств РЗиА;
- устройств управления приводов выключателей;
- устройств сигнализации;
- устройств противоаварийной автоматики;
- устройств коммерческого учета;
- светильников аварийного освещения помещений аккумуляторной батареи, ОПУ, релейного щита, ЗРУ, насосных, камер задвижек пожаротушения. [2]

Примерный состав СОПТ:

- Аккумуляторная батарея (АБ);
- Стационарные зарядные устройства (ЗУ);
- Щит постоянного тока (ЩПТ);
- Шкафы распределения оперативного тока;
- Отключающие аппараты защит;
- Коммутационные аппараты;
- Устройство контроля изоляции;
- Система поиска повреждения изоляции. [1]

### Устройство контроля изоляции

УКИ является встраиваемым контрольно-измерительным оборудованием для контроля состояния сети оперативного постоянного тока (далее — сеть) напряжением 220 В, 110 В или 24 В собственных нужд энергетического объекта. УКИ функционирует без отключения потребителей системы оперативного постоянного тока.

УКИ выполняет следующие функции:

- контроль сопротивления изоляции полюсов сети;
- определение полярности полюса со сниженной изоляцией;
- формирование нейтралей;
- формирование дискретных сигналов о состоянии изоляции;
- сигнализация о состоянии изоляции сети с помощью светодиодов УКИ.

В системах оперативного постоянного тока нашли применение устройства контроля изоляции, позволяющие определить присоединения с ухудшенной изоляцией, например: «Микро-СРЗ» (НПЦ «Энергоавтоматика»), «Сапфир» и «Скиф» (Белэнергоремонтналадка), ИПИ-1М (ОРГРЭС), УКИ-МП и СПК (ЮРГТУ), устройства фирм ГОСАН, НИПОМ, Bender, Merlin Gerin и т. д. Эти устройства отличаются по применяемым способам измерения сопротивления изоляции и полученным на их основе характеристикам. [3] Проведенный анализ систем контроля изоляции показал, что эти устройства используют следующие способы измерения сопротивления изоляции, основанные на:

- наложении на сеть линейно-изменяющегося напряжения (ИПИ-1М);
- наложении на сеть одно или двухполярного напряжения прямоугольной формы от регулируемого источника постоянного тока (устройства ФГУП «ЦНИИ судовой электротехники и технологии»);
- наложении на сеть импульсов напряжения прямоугольной формы относительно земли (УКИ-3);
- наложении на сеть напряжения контрольного источника переменного тока («Сапфир», «Скиф», устройства НИПОМ, ГОСАН, Merlin Gerin);
- подключении к шинам аккумуляторной батареи R импеданса («Микро-СРЗ», устройства Bender);

— применении мостовой схемы с включением в ее диагональ измерительного прибора (УКИ-2).

В стандарте ОАО «ФСК ЕЭС» «Системы оперативного постоянного тока подстанций. Технические требования» (приложение к приказу ОАО «ФСК ЕЭС» № 191 от 29.02.2010) приведено следующее требование к системам контроля изоляции в СОПТ: поиск земли должен обеспечиваться без отключения электроприемников и без инъекции в сеть СОПТ токов, способных вызвать ложное срабатывание устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, при этом инжектируемый в сеть ток должен быть менее 1,8 мА. [3]

На главной схеме АЭС используют следующие устройства контроля изоляции:

- Электроавтоматика Микро СРЗ
- Bender IRHD 575

Генераторы данных устройств при поиске мест повреждения изоляции испускают токовые импульсы, которые по мнению автора [4] могут привести к ложной работе микропроцессорных терминалов.

### Проектирование симулятора в Matlab

Для определения возможных влияний на дискретный ввод МПРЗА инжектируемых токов УКИ в данной работе был разработан симулятор системы оперативного постоянного тока.

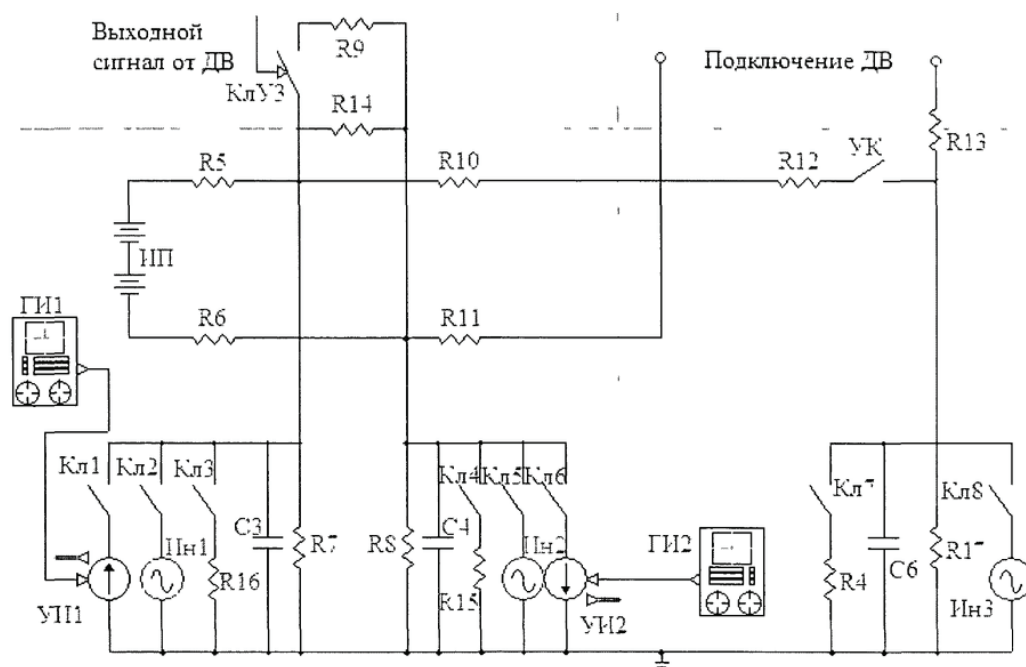


Рис. 1. Структурная схема СОПТ

Резисторы 5 и 6 — это сопротивление кабеля между источником постоянного тока и ЩПТ

Резисторы 10 и 11 — это сопротивления кабеля между ЩПТ и релейным комплектом

Резисторы 12 и 13 — это сопротивление кабеля между дискретного входа и управляющего контакта

Резистор 14 — это сопротивление ЩПТ

Резисторы 7 и 8 — это сопротивление положительного и отрицательного полюса

Резистор 17 — это сопротивление между УК и ДВ

Резисторы 15 и 16 — это сопротивление при неметаллическом замыкании на землю

Ключи 1–8 позволяют проводить опыт с разными условиями в цепи.

ГИ 1 и ГИ 2 позволяют выдать импульсный ток моделирующей УКИ.

Конденсаторы 3 и 4 — емкость положительного и отрицательного полюса

Конденсатор 6 — емкость между УК и ДВ.

Значение сопротивлений резисторов  $R5$  и  $R6$  было выбрано равным 0,22 Ом. Для расчета принято сечение кабеля 185 мм и протяженность 20 метров на полюс.

Сопротивление резисторов  $R10$  и  $R11$  определяется аналогично  $R5$  и  $R6$ , и составляет 0,01161 Ом. Для расчета принято сечение кабеля 50 мм и протяженность 30 метров на полюс. Погонное сопротивление для такого кабеля с медными жилами составляет 0,0387 Ом/км. Сопротивление округлено до 0,01 для удобства расчетов

Резисторы  $R_{12}$  и  $R_{13}$  модели представляют собой сопротивления кабеля, проложенного от МПРЗА до управляющего сухого контакта. Длина контрольного кабеля от РЩ до сухого контакта может достигать 1000 метров в некоторых случаях, а сечение кабеля порядка 2,5 мм. Для расчета принято сечение кабеля 50 мм и протяженность 100 метров на полюс. Погонное сопротивление такого кабеля с медными жилами составляет 7,41 Ом/км. Сопротивление резисторов  $R_{12}$  и  $R_{13}$  определяется аналогично  $R_5$  и  $R_6$ , и составляет 0,741 Ом. Значение сопротивления округлено до 0,75 для удобства расчетов.

Емкости  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_6$  модели представляют собой емкости положительного и отрицательного полюсов СОПТ и участка сети УК-ДВ относительно земли соответственно. Емкости участков сети определяются сосредоточенными емкостями (емкостные элементы подключенных к СОПТ устройств) и распределенными емкостями (распределенные емкости кабелей и шин сети относительно земли). Распределенные емкости относительно земли длинного кабеля, например длиной 1000 м, могут достигать 0,2–0,3 мкФ на полюс. Емкость одного из полюсов СОПТ относительно земли на подстанции обычно составляет от 5 до 200 мкФ. Значение емкости зависит от размера сети (протяженности кабелей) и количества подключенных устройств (сосредоточенных емкостей). За среднее типовое значение принято ЮмкФ. На практике известны случаи, когда емкость полюса СОПТ достигала 500 мкФ.

Резисторы  $R_{15}$ ,  $R_{16}$  и  $R_{17}$ , включенные в схему модели представляют собой сопротивления изоляции положительного и отрицательного полюсов СОПТ и участка сети УК-ДВ относительно земли соответственно. Значения сопротивлений изоляции не постоянны и зависят от многих факторов (срок службы изоляции, способ прокладки кабелей, погодные условия, состояние и чистота клеммных колодок и других причин). Обычно значение сопротивления изоляции СОПТ на подстанциях составляет от сотен кОм до сотен МОм. Для имитации замыканий на землю в модели СОПТ предусматриваются ключи Кл3, Кл4, Кл7. Для замыкания между землей и положительным полюсом сети, отрицательным, участком сети за ДВ соответственно. Минусовой полюс ДВ подключается жестко к отрицательному полюсу сети в релейном щите — физически, за соответствующими сопротивлениями кабелей — на модели.

Положительный полюс ДВ подключается к положительному полюсу СОПТ через управляющий контакт (УК). Кабель между ДВ и сухим контактом является самым уязвимым местом СОПТ, т. к. из-за больших входных сопротивлений ДВ в режиме ожидания приборы поиска земли не могут определить наличие замыкания на землю за ДВ.

Существует возможность задания неметаллического замыкания на землю, для этого в цепях ключей Кл3, Кл4 и Кл7 предусмотрены резисторы  $R_{16}$ ,  $R_{15}$  и  $R_{14}$  соответственно.

Исследование влияния активных приборов поиска поврежденного присоединения требует добавления в модель элементов, имитирующих инжекцию в СОПТ токовых импульсов. Подобные импульсы характерны для работы большинства активных стационарных устройств поиска поврежденного присоединения. Для создания этих импульсов в модель были добавлены два управляемых источника тока УИ1 и УИ2. Было применено два источника импульсов, т. к. устройства поиска мест снижения полюсной изоляции относительно земли в СОПТ обычно инжектируют импульсы попеременно в каждый из полюсов СОПТ. Управление источниками происходит посредством специальных генераторов ГИ1, ГИ2.

Авторы [4] провели исследование на предмет определение напряжения срабатывания дискретных входов МПРЗА. При проведении опытов были выбраны микропроцессорные терминалы следующих производителей:

- 1) Schneider Electric Sepam
- 2) ABB REG 670
- 3) Siemens siprotec

Были получены следующие характеристики (таблица 1):

Таблица 1. Характеристики срабатывания ДВ МПРЗА

Параметр	Sepam		Reg 670		Siprotec	
	Паспортное значение	Фактическое значение	Паспортное значение	Фактическое значение	Паспортное значение	Фактическое значение
U В	154	150	176	157	176	149

Ложное срабатывание дискретных входов, вызванное работой УКИ

В компьютерную модель СОПТ была добавлена модель поиска замыкания на землю Bender EDS 460. Данное устройство инжектирует ток в цепь от 10 до 50 мА, для исследования было выбрано среднее значение инжектируемых токов 25 мА.

На рисунке 2 приведены результаты моделирования работы ДВ при инжекции токов 25 мА.



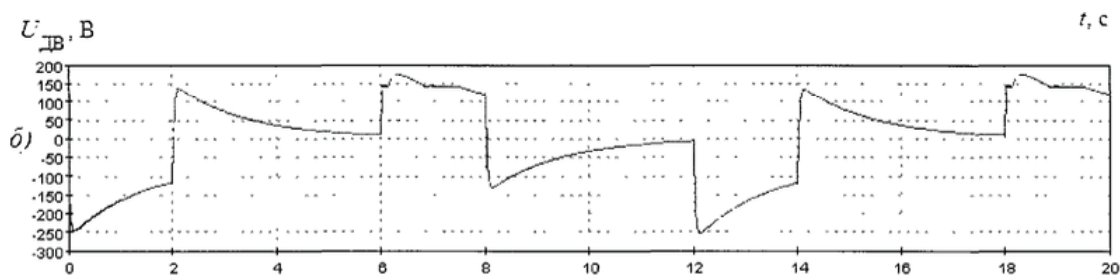


Рис. 2. Напряжение на входе ДВ при работе УКИ

Исследование показало, что напряжение на входе ДВ при инжектируемом токе 25мА, достигает 186В, что достаточно для работы МПРЗА и возможно ложное отключение присоединений.

Литература:

1. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007–29.120.40.262–2018. / Руководство по проектированию систем оперативного постоянного тока (СОПТ) ПС ЕНЭС. Типовые проектные решения, утвержденное приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 18.12.2018 № 476.
2. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007–29.120.40.102–2011/ Методические указания по инженерным расчетам в системах оперативного постоянного тока для предотвращения неправильной работы дискретных входов микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, при замыканиях на землю в цепях оперативного постоянного тока подстанций ЕНЭС, утвержденные приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 11.10.2011 N 619.
3. З.Алимов, Ю. Н. Система контроля изоляции и поиска поврежденного фидера в цепях оперативного постоянного тока 220 В «ЭКРА-СКИ» / Ю. Н. Алимов, И. А.Галкин, Н. И. Шаварин // Новое в российской электроэнергетике. –2011. — № 1. –С. 44–52.
4. Монаков Ю. В. Разработка рекомендаций по предотвращению срабатываний микропроцессорных средств защиты и автоматики энергообъектов от замыканий в системах оперативного постоянного тока.
5. Гуревич В. И. Оперативные цепи постоянного тока. Проблемы контроля изоляции. // Новости ЭлектроТехники. 2012. — № 1(73) — С. 30–32.

## Разработка составов легкого бетона и технологических параметров его приготовления с использованием кремнеземсодержащего сырья

Бимыкова Дильназ Мейрамханкызы, студент магистратуры

Научный руководитель: Жугинисов Маратбек Турабайулы, доктор технических наук

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В данной статье исследуется влияние кремнеземсодержащего сырья на структуру и физико-химический состав легкого бетона, а также экономическая эффективность при реализации за счет удешевления традиционных компонентов для производства бетона.*

**Ключевые слова:** легкий бетон, микрокремнезём, сырьё, легкий заполнитель, гранулы, суглинок, соотношение, структура, сушильный шкаф, печь для обжига, прочность, состав, плотность, насыпная плотность, песок, цемент.

### Введение

В условиях непрерывного развития индустрии строительства особое значение приобретает разработка эффективных, ресурсосберегающих и энергоэффективных строительных материалов. Одним из перспективных направлений в данной области является производство лёгких бетонов, обладающих высокими механическими свойствами и высокой прочностью, что допускает их применения в различных видах строительства.

Легкий бетон — это смесь на цементном вяжущем, состоящая из легких крупнозернистых заполнителей, с показателем средней плотности от  $200 \text{ кг/м}^3$  до  $2000 \text{ кг/м}^3$ , широко используемая в промышленном, гидротехническом и дорожном строительстве. По назначению он подразделяется на теплоизоляционные, конструкционно-теплоизоляционные, конструкционные бетоны [1].

Важную роль при производстве любого строительного материала играет правильный и рациональный подбор состава легкого бетона, а также сырьевые компоненты. С целью улучшения физико-химических свойств и снижения себестоимости в данной статье рассматривается использование микрокремнезёма, являющегося отходом производства кремнийсодержащих сплавов, отличающегося своей ультрадисперсностью и состоящего из оксидов кремния, алюминия, железа, кальция, магния и калия [2]. Микрокремнезём также обладает высокими эксплуатационными свойствами и ничем не уступает традиционным заполнителям, таким как керамзит, аглопорит, вулканический туф.

В данной работе всесторонне изучены свойства и структура микрокремнезёма, а также подробно рассмотрены процессы лабораторных испытаний, включая определение насыпной плотности, дробимости заполнителей и проверка прочности конечного бетона.

### Цель статьи

Цель данного исследования — определение оптимальных технологических параметров, обеспечивающих требуемые эксплуатационные характеристики материала.

### Основные задачи работы

- 1) Определить оптимальное соотношение сырьевых компонентов смеси;
- 2) Провести испытания гранул на прочность с последующим установлением их марки;
- 3) Выполнить расчёт состава бетонной смеси;
- 4) Получить бетон с требуемыми прочностными характеристиками и провести его испытания на прочность.

### Процесс научного исследования

На начальном этапе исследования были изучены физические характеристики используемого сырья. В частности, определена насыпная плотность микрокремнезёмного порошка, которая составила  $316 \text{ кг/м}^3$ . Данный показатель свидетельствует о высокой дисперсности микрокремнезёма и его пригодности для применения в составах лёгкого бетона. Насыпная плотность глины составляет  $1500 \text{ кг/м}^3$ .

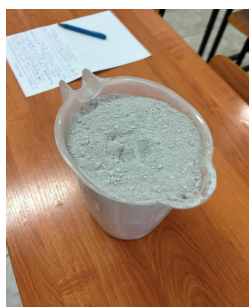


Рис. 1. Микрокремнезем



Рис. 2. Глина

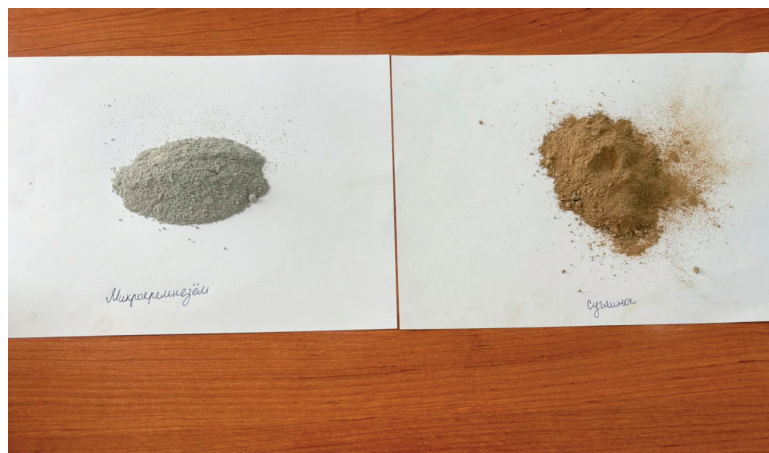


Рис. 3. Сырье в порошкообразном состоянии

Для проведения экспериментальных исследований были разработаны три состава с различным соотношением микрокремнезёма и глины. В первом составе соотношение компонентов составило 65:35, использовано 325 г микрокремнезёма, 175 г глины и 250 мл воды. Второй состав включал 375 г микрокремнезёма, 125 г глины и 125 мл воды. В третьем составе доля микрокремнезёма была увеличена и составила 425 г микрокремнезёма, 75 г глины и 100 мл воды.



Рис. 4. Процесс подготовки экспериментальной смеси и формирование гранул

Разработанные составы были высушены как при комнатной температуре, так и в сушильном шкафу при температуре  $(105 \pm 10)^\circ\text{C}$  в течение 1,5 ч.



Рис. 5. Затвердевание гранул в естественном состоянии

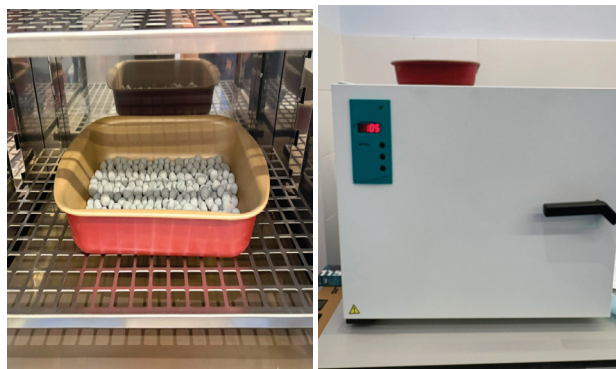


Рис. 6. Сушка образцов в сушильной камере при температуре  $(105 \pm 10)^\circ\text{C}$ , время — 1,5 ч.

После этого гранулы подвергались обжигу при температурах 950 и 1000 °С с выдержкой 1 ч.



Рис. 7. Обжиг гранул в печи при температурах 950, 1000 °С, время выдержки 1 ч.

По завершении обжига были определены такие показатели, как насыпная плотность гранул и прочность заполнителей для лёгкого бетона.

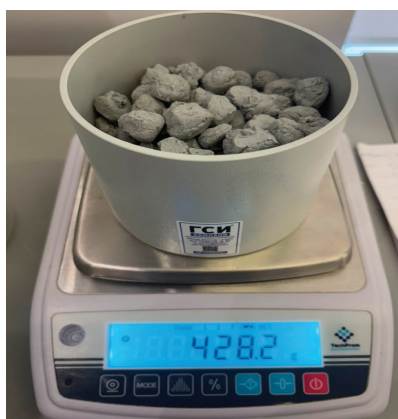


Рис. 8. Определение насыпной плотности гранул

Было проведено испытание дробимости гранул трёх образцов заполнителей в соответствии с требованиями ГОСТ 8269.0–97. Дробимость определяли с точностью по формуле (1). [3]

$$D_p = \left( \frac{m - m_1}{m} \right) * 100 \% \quad (1)$$

где  $D_p$  — дробимость, %;

$m$  — масса испытываемой пробы, г;

$m_1$  — масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы.



В результате испытаний, согласно данным, представленным в таблице 1 [3. с. 3], была определена марка дробимости щебня — 400 [3], при этом потеря массы при испытании составила 20,9 %. Процесс испытаний представлен на рис. 9. и 10.

Таблица 1

Марка при дробимости	Потери массы при испытании, %	
	Щебня из гравия	Гравия
1000	До 10 включ.	До 8 включ.
800	Св.10 до 14.	Св. 8 до 12
600	14–18	12–16
400	18–26	16–24

Процесс испытаний представлен на рис. 9.



Рис. 9. Определение марки гранул при дроблении

Итоговые результаты и физические характеристики исследуемых образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2

№ образца	М/Г	m (микрокремнезём), г	М (глина), г	V (вода), л	T обжига, °C	Вес, г	p (нас)	Др, %
1	65/35	325	175	250	950	230	697,6	23,6
					1000	225	666,5	19,89
2	75/25	375	125	125	1000	355	766,5	22,45
3	85/15	425	75	100	950	205	687,2	23,96
					1000	200	796,2	14,62

#### Расчет состава легкого бетона с применением легкого заполнителя на основе микрокремнезема

Для расчета состава легкого бетона необходимо выбрать легкий заполнитель, составы и свойства которых приведены в таблице 2. Для изготовления легкого бетона в качестве крупного заполнителя принимаем обжиговый легкий заполнитель. Состав легкого заполнителя включает: микрокремнезем — 75–80 %, глина — 25–30 %. Насыпная плотность легкого заполнителя 716 кг/м³, прочность при раздавливании в цилиндре 1,2 МПа. В качестве мелкого заполнителя ис-



пользуем смесь строительного песка и легкого заполнителя, прошедшего через сито 2,5 мм. Соотношение в смеси строительного песка и песка на основе микрокремнезема 3:1.

Исходные данные для расчета состава бетона:

- плотность бетона 1700 кг/м<sup>3</sup>;
- мелкий заполнитель с насыпной плотностью 1180 кг/м<sup>3</sup>;
- наибольшая крупность зерен заполнителя 20–25 мм;

Расчет состава бетона проводили по методике, приведенной в литературе [4].

По приложению принимаем расход цемента 370 кг на м<sup>3</sup> легкого бетона.

1. Определяем расход цемента по формуле 2:

$$\Pi = P_{\text{ц}} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (2)$$

где  $P_{\text{ц}}$  — расход цемента, кг/м<sup>3</sup>;  $k_1$  — поправочный коэффициент, принимается в зависимости от плотности заполнителя ( $k_1=0,9$ );  $k_2$  — поправочный коэффициент, принимается в зависимости от марки цемента ( $k_2=1$ ).

$$\Pi = 370 \cdot 0,9 \cdot 1 = 333 \text{ кг}$$

2. Определяем расход воды.

Расход воды определяем по данным, приведенным в приложении (для бетона с подвижностью 3...5 см и марки 200 расход воды 225 л/м<sup>3</sup>).

$$B/\Pi = \frac{225}{333} = 0,67 \quad (3)$$

3. Определяем суммарный расход крупного и мелкого заполнителя на 1 м<sup>3</sup> легкого бетона:

$$3 = \rho_{\text{л.б.}} - 1,15\Pi \quad (4)$$

где  $\rho_{\text{л.б.}}$  — плотность легкого бетона, кг/м<sup>3</sup>;  $\Pi$  — расход цемента, кг/м<sup>3</sup>; 1,15 — коэффициент, учитывающий, что в реакцию с цементом вступает 15 % воды.

$$3 = 1700 - 1,15 \cdot 333 = 1700 - 383 = 1317 \text{ кг}$$

4. Определяем расход кварцевого песка:

$$\Pi = \frac{3 \cdot \rho_{\text{н.п.}} \cdot r}{r \cdot \rho_{\text{н.п.}} + (1 - r) \cdot \rho_{\text{н.з.}}} \quad (5)$$

где  $\rho_{\text{н.п.}}$  — насыпная плотность песка, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{н.з.}}$  — насыпная плотность заполнителя, кг/м<sup>3</sup>;  $r$  — доля песка в общем расходе заполнителей, принимается по данным, приведенным в приложении ( $r = 0,5$ ).

$$\Pi = \frac{1317 \cdot 1180 \cdot 0,5}{0,5 \cdot 1180 + (1 - 0,5) \cdot 716} = 819,7 \text{ кг}$$

Объем песка определяем:

$$V_{\text{п.}} = \frac{819,7}{1180} = 0,69 \text{ м}^3.$$

5. Определяем расход легкого заполнителя:

$$3_{\text{л.}} = 1317 - 819,7 = 497,3 \text{ кг}$$

Объем легкого заполнителя определяем:

$$V_{\text{л.з.}} = \frac{497,3}{716} = 0,69 \text{ м}^3$$

Расход легкого заполнителя не должен превышать 0,9 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> бетона, а суммарный объем заполнителей не должен превышать 1,4 м<sup>3</sup> (для керамзитового бетона с максимальной средней плотностью 1800 кг/м<sup>3</sup>, при  $\rho_{\text{н.з.}} = 400...800 \text{ кг/м}^3$  и расходе цемента 250...400 кг/м<sup>3</sup>).

Таким образом:

$$V_{\text{л.з.}} = 0,69 \text{ м}^3 < 0,9 \text{ м}^3; V_{\text{л.з.}} + V_{\text{п.}} = 0,69 + 0,69 = 1,38 \text{ м}^3 < 1,4 \text{ м}^3.$$

Расчет состава легкого бетона выполнен в соответствии с нормативными требованиями. Таким образом, для получения 1 м<sup>3</sup> легкого бетона требуется:

- портландцемент — 333 кг;
- микрокремнеземистый заполнитель — 497,3 кг;
- мелкий заполнитель (песок + микрокремнезём) — 819,7 кг;
- вода — 230 л;

Плотность бетонной смеси

$$\rho_{\text{б.см.}} = 333 + 497,3 + 819,7 + 225 = 1875 \text{ кг/м}^3$$

### Изготовление образцов легкого бетона в лабораторных условиях

Образцы легкого бетона готовились на основе выполненного расчета состава на 1 м<sup>3</sup> бетона, в виде кубиков стандартных размеров 10x10x10 см, объемом 1000 см<sup>3</sup>. Для подготовки бетонной смеси на такой объем был выполнен перерасчет сырьевых компонентов. Расход сырьевых материалов на изготовление одного образца-куба с песком составил: цемент — 333 г, песок — 819,7 г, легкий заполнитель — 497,3 г и вода 225 мл. После взвешивания сырьевые материалы перемешивались в сухом виде в течении 1,5...2 мин., затем добавляли воду и снова перемешивали до получения однородной смеси. Полученную смесь укладывали в предварительно смазанные маслом металлические формы и подвергали вибрированию на лабораторном вибростоле в течение 5–10 сек. Образцы бетона выдерживали в металлической форме в течении 10...12 часов, затем освобождали из форм. Дальнейшее твердение изделий осуществлялось при комнатной температуре в течении 7...28 суток, затем определяли среднюю плотность и прочность бетона. На рис. 11. представлены образцы-кубы легкого бетона после 28 суточного твердения.



Рис. 10. Приготовление бетонной смеси



Рис. 11. Кубики-образцы для проверки прочности



Рис. 12. Взвешивание и определение плотности легкого бетона



Рис. 13. Определение прочности бетона при гидравлическом прессе

Таким образом, как продемонстрировано на рис. 13, были достигнуты требуемые показатели прочности бетона. В результате испытаний установлено, что прочность образцов на сжатие в возрасте 28 суток составила  $200 \text{ кгс/см}^2$ , что свидетельствует о хорошем наборе прочности. При этом на 7-е сутки бетон достиг прочности  $138,97 \text{ кгс/см}^2$ , что подтверждает интенсивный ранний набор прочности и соответствие исследуемого состава предъявляемым требованиям.

### Заключение

В ходе проведённого исследования поставленные цели были полностью достигнуты. Основной целью работы являлась разработка составов лёгкого бетона и технологических параметров его приготовления с использованием кремнеземосодержащего сырья, а также определение оптимальных условий, обеспечивающих требуемые эксплуатационные характеристики материала.

В рамках исследования были успешно решены все поставленные задачи: определено оптимальное соотношение сырьевых компонентов смеси, проведены испытания гранул на прочность с установлением их марки, выполнен расчёт состава бетонной смеси, а также получен лёгкий бетон с заданными прочностными характеристиками и проведены его испытания.

Результаты экспериментальных исследований показали, что разработанный состав обеспечивает необходимый уровень прочности: при испытании в возрасте 28 суток прочность бетона составила  $200 \text{ кгс/см}^2$ , а на 7-е сутки —  $138,97 \text{ кгс/см}^2$ , что свидетельствует о хорошем наборе прочности и соответствии предъявляемым требованиям.

Кроме того, установлена целесообразность использования микрокремнезёма в составе лёгкого бетона, так как его введение способствует улучшению структуры материала, повышению прочности и долговечности за счёт уплотнения цементного камня и протекания пуццолановых реакций.

Полученные результаты подтверждают эффективность разработанных составов и технологических решений и обосновывают возможность их практического применения при производстве лёгких бетонов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

### Литература:

1. ГОСТ 25820— 2021. Бетоны легкие. Технические условия, 2021.
2. Кахаров З. В., Исломов А. С., Применение микрокремнезёма на бетонных производствах. — Статья, 2023.
3. ГОСТ 8269.0–97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ,.
4. ГОСТ 27006–2019, Бетоны. Правила подбора состава, 2019.

## Фильтрация сигналов пусковых органов

Гущина Анастасия Алексеевна, студент магистратуры  
Самарский государственный технический университет

*В статье рассматриваются механизмы обеспечения достоверности функционирования устройств противоаварийной автоматики за счет многоуровневой фильтрации сигналов пусковых органов. Проведен анализ аппаратных и программных средств защиты от помех и кратковременных выбросов в измерительных цепях. Приведен расчетный*

аппарат для определения временных характеристик фильтрации в условиях переменной длительности шагов аварийного цикла. Показано, что корректный выбор параметров фильтрации позволяет обеспечить надежную отстройку от наводок промышленной частоты, сохраняя при этом требуемое быстродействие автоматики [1, 2].

## Введение

Функционирование современных устройств противоаварийной автоматики (УПАЭ) протекает в условиях сложной электромагнитной обстановки. Вторичные цепи пусковых органов (ПО) подвержены влиянию коммутационных помех, наводок и кратковременных выбросов, которые могут быть ошибочно интерпретированы логикой устройства как начало аварийного режима. Ложное срабатывание ПА в дефицитных энергоузлах ведет к необоснованному отключению нагрузки и нарушению технологических процессов. В связи с этим критически важной задачей при проектировании и эксплуатации УПАЭ является создание системы фильтрации входных сигналов, которая бы обеспечивала баланс между помехоустойчивостью и быстродействием. В данной статье анализируются методы программно-аппаратной фильтрации, реализованные в комплексах УПАЭ, и методика расчета уставок для обеспечения достоверности пусковых сигналов.

## 1. Уровни фильтрации сигналов в комплексе УПАЭ

Для минимизации риска ложных срабатываний в комплексах УПАЭ применяется двухступенчатая система защиты входных цепей.

Первый уровень реализуется непосредственно в модулях ввода дискретных сигналов. На этом этапе обеспечивается аппаратная защита от так называемого «дребезга» контактов — кратковременных высокочастотных замыканий и размыканий, возникающих при механических операциях. Защитный интервал на данном уровне составляет 1 мс, что позволяет отсечь подавляющее большинство контактных помех.

Второй уровень представляет собой программную защиту, интегрированную в логику аварийного цикла устройства. Программный фильтр анализирует непрерывность сигнала ПО на протяжении заданного количества тактов (шагов) работы микропроцессора. Данный подход позволяет верифицировать сигнал: если значение ПО принимает логический «0» хотя бы на одном шаге, отсчет времени фильтрации иницируется заново.

## 2. Математическая модель программной защиты

Период программной защиты определяется как произведение числа шагов непрерывного наличия сигнала на длительность одного шага аварийного цикла. Особенностью функционирования современных УПАЭ является возможность варьирования длительности первого шага относительно последующих, что необходимо учитывать в расчетных моделях.

Максимальная длительность ложного сигнала ( $T_{nmax}$ ), при которой гарантируется несрабатывание пускового органа, вычисляется по формуле:

$$T_{nmax} = (N - 1) * t_{п} \quad (1)$$

где  $N$  — уставка «Число шагов фильтрации сигнала ПО»;

$t_{п}$  — расчетный период шага (мс), принимаемый как минимальное значение из длительности первого ( $t_1$ ) и последующих ( $t_{оч}$ ) шагов аварийного цикла.

Данная формула позволяет оценить «запас прочности» алгоритма по отношению к одиночным импульсным помехам.

## 3. Определение параметров достоверности сигнала ПО

Для обеспечения гарантированного срабатывания автоматики при реальном возмущении необходимо определить минимальную длительность достоверного сигнала ( $T_{dmin}$ ). С учетом аппаратной задержки модуля ввода ( $t_m$ ), расчетная формула принимает вид:

$$T_{dmin} = N * t_{п} + t_m \quad (2)$$

где  $t_m$  принимается равным 1 мс.

Параметр  $T_{dmin}$  является ключевым для оценки быстродействия автоматики. Сумма времени фильтрации и времени реализации логики УВ определяет общее время ликвидации аварии. Оптимизация этого параметра требует глубокого анализа физической природы возможных помех в конкретном энергоузле.

## 4. Практический пример: отстройка от наводок промышленной частоты

Наиболее распространенным видом помехи во вторичных цепях является попадание переменного тока частотой 50 Гц. С учетом характеристик модулей ввода УПАЭ, продолжительность логической единицы при такой наводке составляет 10 мс с периодом 20 мс.

Для надежной отстройки примем необходимый порог несрабатывания  $T_{nmax} = 11$  мс (с учетом коэффициента запаса). При стандартном периоде шага аварийного цикла в 1 мс, требуемое число шагов фильтрации составит:

$$N = (T_{nmax} / t_{п}) + 1 = 12 \text{ шагов.}$$

При такой настройке минимальная длительность сигнала, которая будет гарантированно принята устройством как достоверная, составит:

$$T_{dmin} = 12 * 1 + 1 = 13 \text{ мс.}$$

Данный расчет подтверждает, что выбранные параметры обеспечивают надежную фильтрацию наводок промышленной частоты без существенной деградации быстродействия пусковых органов.

### 5. Влияние фильтрации на надежность и селективность ПА

Применение описанной методики фильтрации позволяет исключить наиболее вероятные причины ложной работы УПАЭ — наводки и переходные процессы в цепях РЗА. Использование адаптивных шагов аварийного цикла в сочетании с программным контролем непрерывности сигнала ПО обеспечивает высокую селективность.

Важно отметить, что уставка «Число периодов фильтрации» должна выбираться индивидуально для каждого типа пускового органа. Для быстрых ПО, реагирующих на КЗ, значение N минимизируется, тогда как для режимных ПО (например, перегрузка по активной мощности) число шагов может быть увеличено для повышения устойчивости к качаниям в системе.

Литература:

1. ГОСТ 34045–2023. «Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования»
2. ГОСТ Р 55105–2019. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования.
3. Техническая документация на терминалы противоаварийной автоматики (УПАЭ).

### Заключение

В статье проанализированы алгоритмы фильтрации сигналов пусковых органов в комплексах противоаварийной автоматики. Установлено, что сочетание аппаратной защиты от дребезга и программного контроля шагов аварийного цикла является эффективным инструментом обеспечения достоверности управления.

Предложенный расчетный аппарат позволяет инженерам обоснованно выбирать параметры фильтрации, исходя из требуемой помехоустойчивости и характеристик конкретных измерительных каналов. Рассмотренные принципы соответствуют современным стандартам проектирования микропроцессорных систем ПА и направлены на минимизацию рисков неселективной работы автоматики в сложных электромагнитных условиях.

## Сравнительный анализ АК-подобных нагрузок и частных коэффициентов надёжности в мостостроительных нормах РФ, США и ЕС

Зорочкин Олег Александрович, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Статья представляет собой сравнительный анализ значений и схем приложения нагрузки АК и её аналогов в США и ЕС. Проанализированы и сравнены абсолютные значения нагрузок АК (СП), Load Model I (Eurocode), Design Vehicle Live Load (DVLL) и частные коэффициенты надёжности к различным их составляющим. Материал, приведённый в статье, будет полезен студентам строительных специальностей, практикующим инженерам-мостовикам, научным сотрудникам по теме теории надёжности, нагрузок и мостовых сооружений.*

**Ключевые слова:** нагрузки, надёжность, частные коэффициенты надёжности, АК, A14, Load Model I (LMI), Design Vehicle Live Load (DVLL), Eurocode, AASHTO BDS

### 1. Введение

Известно, что метод предельных состояний предполагает проверку следующего неравенства:

$$\gamma_L L < \gamma_R R$$

где  $L$  — это воздействие,  $R$  — сопротивление воздействию,  $\gamma_L$  — коэффициент надёжности по воздействию;  $\gamma_R$  — коэффициент надёжности по сопротивлению.

Занижение или завышение эффекта от воздействия может привести как к дефициту механической безопасности (в случае если нормативная нагрузка оказывается ниже фактически действующих), так и к неэкономному расходу конструкционных материалов (в случае если нормативная нагрузка оказывается сильно выше фактически действующих).

Учитывая сложный нестационарный неодинаковый характер загрузки мостовых сооружений, тема нагрузок становится особенно актуальной.



## 2. Нагрузки АК, LM I, DVLL и частные коэффициенты надёжности к ним

Общим качеством нагрузок АК, LM и DVLL является то, что они состоят из нескольких частей, которые предназначены для моделирования потока легковых транспортных средств, моделируемых распределёнными нагрузками и тяжёлых транспортных средств, моделируемых отдельными тележками. Во всех случаях нагрузку предполагается пропускать по мосту в свободном режиме (без ограничений).

Различия нагрузок состоят в схеме их приложения, массах транспортных средств и в коэффициентах надёжности к ним.

### 2.1. Нагрузка АК

Нагрузка АК регулируется СП 35.13330 и ГОСТ 33390 и предназначена для применения на дорогах СНГ (в том числе Российской Федерации). Символ К обозначает класс нагрузки, то есть множитель, на который надо умножить параметры так называемой единичной нагрузки, чтобы получить нормативные значения. Нагрузка АК состоит из двух частей — тележки нагрузки и равномерно-распределённой части. Тележка нагрузки предназначена для моделирования эффектов, которые могут возникать в конструкциях от сосредоточенных сил (в том числе местная прочность, продавливание) при проезде тяжёлых транспортных средств. Равномерно-распределённая часть предназначена для моделирования эффектов, которые могут возникать в конструкциях от распределённых сил (изгиб) при проезде потока легких транспортных средств. Схема нагрузки представлена на рисунке 1.

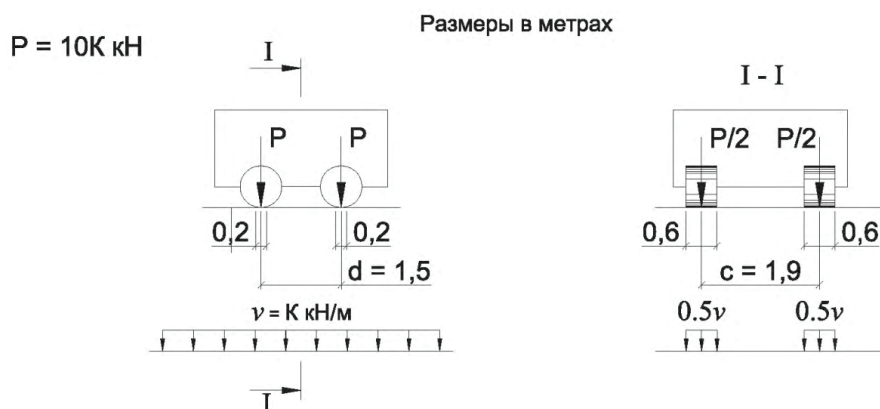


Рис. 1. Схема нагрузки АК

Для перехода от нормативных значений нагрузок к расчётным предполагается использовать следующие коэффициенты надёжности:

- для равномерно-распределённой части 1,25
- для тележки нагрузки 1,5

### 2.2. Нагрузка Load Model I

Нагрузка Load Model I предназначена для применения на дорогах Европейского союза, а также стран, применяемых систему Еврокод в качестве дополнительной к своим национальным нормам (таким как Республика Казахстан). Регулируется Eurocode 1, коэффициенты надёжности регулируются Eurocode 0.

Нагрузка LM I состоит из двух частей — равномерно-распределённой части и тандема тележек. Схема нагрузки представлена на рисунке 2.

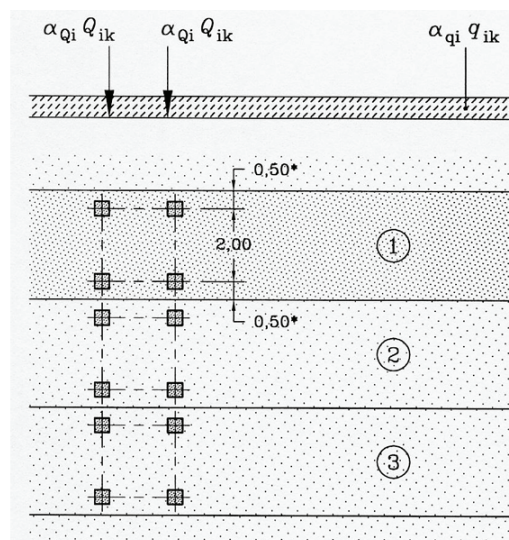
Коэффициенты надёжности для перехода к расчётным значениям нагрузок зависят от расчётной ситуации. Для расчётных ситуаций EQU (ULS), эти коэффициенты одинаковы и равны 1,35.

### 2.3. Нагрузка DVLL

Нагрузка Design Vehicular Live Load предназначена для применения на дорогах США.

Нагрузка DVLL состоит из трёх частей — Design Truck (модель грузовика), Design Tandem (модель тандема) и Design Lane Load (модель распределённой в линию нагрузки).

Модель грузовика представлена на рисунке 3.

**Обозначения**

- (1) — полоса нагрузки номер 1:  $Q_{1k} = 300$  кН;  $q_{1k} = 9$  кН/м<sup>2</sup>;  
 (2) — полоса нагрузки номер 2:  $Q_{2k} = 200$  кН;  $q_{2k} = 2,5$  кН/м<sup>2</sup>;  
 (3) — полоса нагрузки номер 3:  $Q_{3k} = 100$  кН;  $q_{3k} = 2,5$  кН/м<sup>2</sup>

\* Для  $w_l = 3,0$  м

Рис. 2. Схема нагрузки LMI

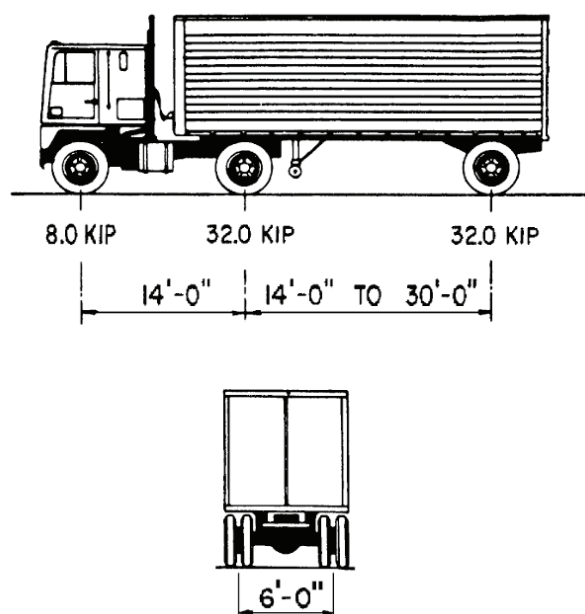


Рис. 3. Схема нагрузки Design Truck

Модель тандема представляет из себя две оси, разнесённых друг от друга на 4 фута с шириной оси 6 футов и нагрузкой на ось 25 килофунтов. Модель равномерно-распределённой нагрузки представляет из себя равномерно-распределённую по длине нагрузку 0,64 килофунта на 1 м длины. При этом американские нормы предполагают использование более высокого коэффициента надёжности для перехода к расчётным значениям нагрузок — 1,75.

#### 1.4. Сравнительный анализ нагрузок AK, LM I, DVLL

По приведённым выше схемам и значениям соответствующих нагрузок можно установить, что самое высокое допускаемое неблагоприятное отклонение установлено в нормах США — коэффициент надёжности там составляет 1,75.

При этом самые высокие нормативные значения нагрузок замечены в системе проектирования Еврокод.

Таким образом, нагрузки Еврокод превышают нагрузки СП в 2–3 раза. Нормативные значения нагрузок AASHTO и СП относительно близки к друг другу.

Таблица 1. Сравнительные анализ нагрузок АК, LM I, DVLL

Нормы	АК-подобная модель нагрузки	Коэффициенты надёжности, типовые расчётные ситуации 1 ГПС	Нормативные нагрузки	
			Вид, ед.изм	Значение
СП/ГОСТ	АК			
	-поток	1,25	кН/м	14
	-тележка	1,5	кН на колесо 0,6 x 0,2	140
Eurocode 0, 1	LM I			
	-поток	1,35	кН/м <sup>2</sup>	9–2,5–2,5
	-тандем		кН на ось	300–200–100
AASHTO BDS	DVLL			
	-поток	1,75	kip/ft	0,64
	-тандем		kip на ось	25
	-тележка		kip на ось	8–32–32

### 3. Вывод

На основе приведённого анализа норм, можно сделать вывод о том, что наибольшие нагрузки наблюдаются в системе проектирования Еврокод, тогда как наименьшие — в СП/ГОСТ. Американские нагрузки AASHTO находятся посередине между ними и относительно близки к значениям СП/ГОСТ.

Литература:

1. ГОСТ 27751–2014. Надёжность строительных конструкций и оснований.
2. ГОСТ 33390–2015. Дороги автомобильные общего пользования. Мосты. Нагрузки и воздействия.
3. ГОСТ 32960–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения.
4. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03–84\* (с Изменениями № 1–5).
5. AASHTO LRFD Bridge design specification 2024
6. EN 1990 (2002) (English): Eurocode — Basis of structural design
7. EN 1991–2 (2003) (English): Eurocode — Actions on structures — Part 2: Traffic loads on bridges.

## Автоматизированные системы диспетчерского управления движением поездов: технологический путь к сетевому планированию на железнодорожном транспорте

Полетаева Полина Федоровна, студент

Научный руководитель: Самойлова Ирина Михайловна, старший преподаватель

Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

В статье рассматривается проблема соответствия информационных систем управления движением поездов требованиям полигонной модели организации перевозочного процесса. На основе анализа архитектурных принципов системы «ГИД Урал-ВНИИЖТ» выявлены объективные предпосылки перехода к системам нового поколения: дорожная серверная инфраструктура, пятичасовой горизонт оперативного планирования, прерывание сквозного маршрута на стыке дорог и отсутствие технологической связи с системой нормативного планирования (АСУ НП). Показано, что совокупность этих ограничений формирует системный разрыв между нормативным и исполненным графиком, устранение которого возможно лишь в рамках единой интегрированной платформы на базе АС ГИД НП.

**Ключевые слова:** АС ГИД НП, ГИД Урал, полигонное управление, нормативный график, исполненный график, стыковые пункты, ЦУП, ДЦУП, АСУ НП, цифровая трансформация, Юго-Восточная железная дорога.

В условиях роста объёмов перевозок и необходимости рационального использования инфраструктурных мощностей традиционные методы организации движения, осно-

ванные на децентрализованной структуре с разрозненными информационными системами по отдельным железным дорогам, в значительной мере исчерпали свой потенциал.

Основным рабочим инструментом поездного диспетчера на сети ОАО «РЖД» является система «ГИД Урал-ВНИИЖТ» — автоматизированная система ведения и анализа графика исполненного движения, разрабатываемая с 2001 года [1]. Данные о фактическом движении поездов поступают автоматически от устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и дополняются атрибутивной информацией из АСОУП о составах и локомотивах, формируя в режиме реального времени исполненный график поверх нормативного. Практические результаты внедрения системы подтверждают её эффективность применительно к условиям дорожного управления: в масштабах сети она развёрнута более чем на 4 тысячах автоматизированных рабочих мест [1].

Вместе с тем эффективность системы ограничена рамками отдельной дороги: её архитектура, последовательно выстроенная по дорожному принципу на всех уровнях, структурно несовместима с требованиями полигонного управления. Серверная инфраструктура ГИД «Урал» организована по дорожному принципу: отдельные серверные приложения для баз данных каждой из 16 дорог сети распределены между независимыми вычислительными комплексами [1]. Горизонт подтверждения плана для автоматического диспетчера не превышает пяти часов [1], что характеризует планирование в системе как оперативное, но не тактическое. Сквозной маршрут через несколько дорог не существует в системе как единый объект — он прерывается на стыке сдачи и отслеживается фрагментарно каждой дорогой в отдельности.

Описанная архитектура системы непосредственно определяет характер организационных ограничений дорожного управления. Диспетчерское управление в ОАО «РЖД» организовано по трёхуровневой иерархической схеме: сетевой ЦУП ЦД — дорожные ДЦУП — по-

ездные диспетчеры (ДНЦ). Данная структура функционирует достаточно эффективно в условиях стабильного движения, однако выявляет системные слабости при отклонениях от нормативного графика. Во-первых, при возникновении сбоя на одной дороге диспетчерский аппарат соседней узнаёт о нём с задержкой — через регламентные каналы связи, а не через единую информационную систему.

Во-вторых, решения о приоритетах пропуска поездов на стыковых станциях принимаются локально каждой дорогой исходя из собственных плановых показателей, без учёта последствий для сквозного маршрута [2].

Практические последствия этих ограничений проявляются в показателях работы Юго-Восточной железной дороги, располагающей 19 стыковыми пунктами. Смена локомотивных бригад на промежуточных станциях фиксировалась в 2024 году 16 957 раз, а суммарные производительные потери рабочего времени бригад составили 472,7 тыс. часов [3]. Часть этих потерь обусловлена несогласованностью на междорожных стыках: подвод поезда и подвязка локомотива следующей дороги планируются отдельно, что при отклонении от графика одной из сторон создаёт вынужденный простой на стыковой станции. Аналогичные ограничения характеризуют и АСУ НП: она работает в режиме периодического пересчёта, не адаптируясь автоматически к отклонениям, которые фиксирует ГИД «Урал» в оперативном режиме [4]. Нормативный план систематически расходится с реальным ритмом движения, и это расхождение встроено в действующую архитектуру управления.

В отличие от ГИД «Урал», АС ГИД НП проектировалась изначально как полигонная система: её базовым принципом является автоматическая прокладка сквозных ниток графика на всём протяжении полигона

Таблица 1. Сравнительный анализ систем ГИД «Урал» и АС ГИД НП

Параметр сравнения	Система ГИД «Урал»	АС ГИД НП
Охват информационного пространства	Одна железная дорога; поезд, пересекающий её границу, выпадает из поля зрения системы	Весь полигон; сквозная нитка прокладывается без разрывов от станции зарождения до погашения вагонопотока
Серверная архитектура	16 независимых вычислительных комплексов — по одному на каждую из 16 дорог сети	Единый вычислительный контур, охватывающий весь полигон
Горизонт оперативного планирования	Не превышает 5 часов; система является инструментом оперативного, но не тактического планирования	Тактический горизонт; позволяет выявлять конфликты в расписании до момента столкновения поездопотоков
Нормативно-справочная информация (НСИ)	Формируется отдельно для каждой дороги; корректность расчётов утрачивается на стыках	Единая НСИ полигона; нормативы едины для всех участков маршрута
Связь с АСУ НП	Отсутствует: первая задаёт норматив, вторая фиксирует отклонение, механизм обратной связи не предусмотрен	Интеграция: отклонения исполненного графика автоматически учитываются при корректировке норматива
Анализ сквозного маршрута	Маршрут прерывается на стыке сдачи; каждая дорога отслеживает его фрагментарно	Единый объект слежения на всём протяжении полигона; маршрут не прерывается на дорожных границах

без разрывов на административных границах (Таблица 1). Единый вычислительный контур охватывает весь маршрут поезда от станции зарождения до погашения вагонопотока, обеспечивая непрерывность нитки вне зависимости от числа пересекаемых дорожных границ. Тактический горизонт планирования позволяет заблаговременно выявлять конфликты в расписании до момента

фактического столкновения поездопотоков на стыке. Принципиальным отличием является наличие автоматической обратной связи с АСУ НП: отклонения исполненного графика автоматически учитываются при корректировке нормативного расписания, что устраняет системный разрыв между плановой и фактической подсистемами управления.

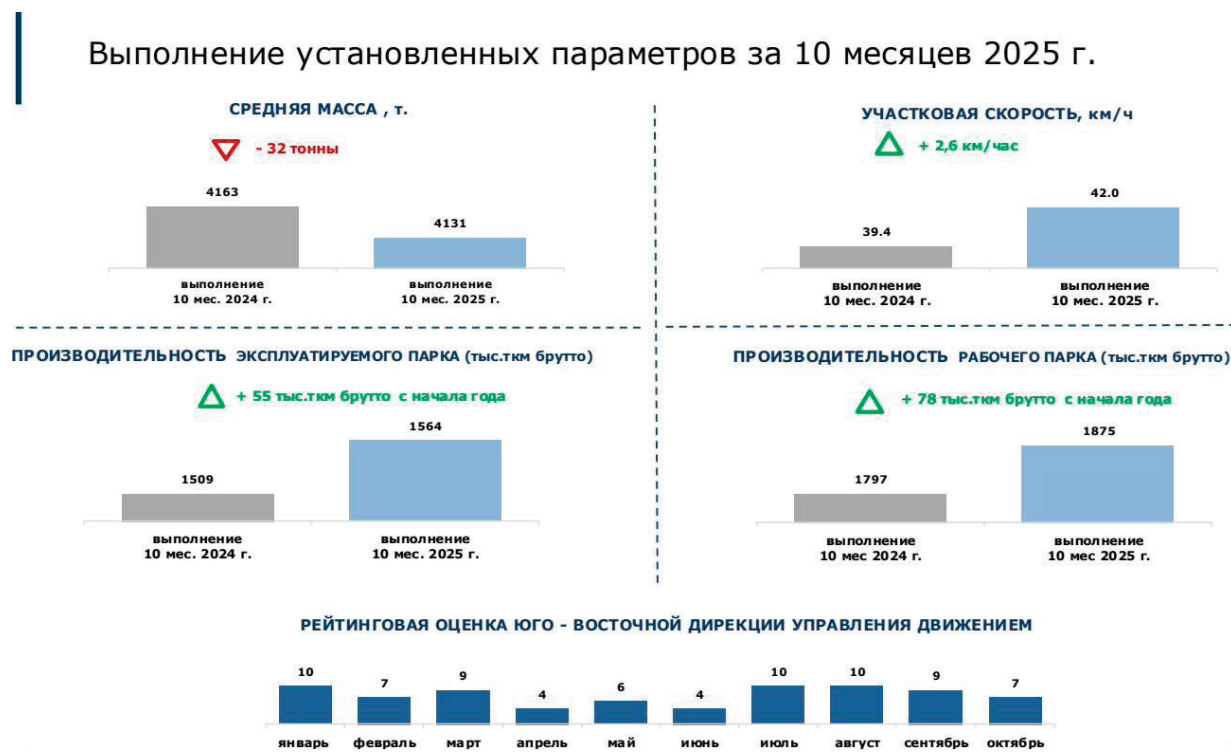


Рис. 1. Выполнение установленных параметров за 10 месяцев 2025 г. по ЮВЖД

Значимость единого информационного пространства подтверждается данными эксплуатационной работы Юго-Восточного полигона. За 10 месяцев 2025 года участковая скорость возросла с 39,4 до 42,0 км/ч (+2,6 км/ч), производительность рабочего парка — с 1 797 до 1 875 тыс. ткм брутто (рисунок 1). Снижение средней массы поезда на 32 тонны при одновременном росте участковой скорости на 2,6 км/ч подтверждает, что достигнутый результат обусловлен совершенствованием процессов оперативного регулирования, а не изменением параметров поездной работы.

Работа локомотивного комплекса в наибольшей степени отразила изменения в организации оперативного управления. Суммарные непроизводительные потери рабочего времени локомотивных бригад за 10 месяцев 2025

года снизились с 472,7 до 325,9 тыс. часов, то есть на 31 %; число смен бригад на промежуточных станциях сократилось на 43,4 % — с 16953 до 9601 случая. При этом достигнутое снижение потерь следует рассматривать как промежуточный результат: оно обеспечено инструментами точечной автоматизации планирования явки бригад, тогда как полноценная интеграция плановых и оперативных контуров в рамках АС ГИД НП создаёт условия для дальнейшего сокращения непроизводительных потерь.

Таким образом, переход от ГИД «Урал» к АС ГИД НП представляет собой не замену одного инструмента ведения исполненного графика другим, а устранение системного разрыва между нормативным и исполненным графиком, который встроен в действующую архитектуру управления движением.

#### Литература:

1. Данные нормативно-справочной документации системы «ГИД Урал-ВНИИЖТ» [Документация ООО «НПО ГИД-Урал»]. — 2022.
2. Левин Д. Ю. Диспетчерские центры и технология управления перевозочным процессом. — М.: Маршрут, 2005. — 874 с.



3. Данные эксплуатационной работы Юго-Восточной железной дороги ОАО «РЖД» за 2024–2025 годы [Внутренние материалы ЮВЖД]. — 2025.
4. Коваленко Н. А., Бородина Е. В., Максимова Е. С., Дятчин П. А. Управление эксплуатационной работой. Организация движения поездов и техническое нормирование. — Курск: Университетская книга, 2025. — 128 с.
5. Батурин А. П., Минаков А. Н., Шмудевич М. И. Организация работы полигона железной дороги. — М.: МИИТ, 2009. — 73 с.
6. Инструкция по разработке графика движения поездов в ОАО «РЖД». № 3362/р от 28.12.2023.

## Лазерная коррекция положения шпинделя при сборке станка с числовым программным управлением

Стенников Егор Олегович, студент магистратуры

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина (г. Екатеринбург)

*В статье рассматривается технологическая операция проверки соосности шпинделя и задней бабки станка с ЧПУ с использованием лазерной системы. Предлагается схема лазерной системы и алгоритм ее работы. Кратко рассматриваются погрешности работы системы и варианты их устранения. Делается вывод о целесообразности применения лазерных систем для оценки точности станков с ЧПУ при сборке.*

**Ключевые слова:** лазерная система, станок с ЧПУ, точность станка, алгоритм лазерной выверки соосности, погрешности выверки, шпиндель, задняя бабка.

## Laser correction of spindle position during CNC machine assembly

Stennikov Yegor Olegovich, master's student

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg)

*This article examines the process of checking the alignment of a CNC machine spindle and tailstock using a laser system. A diagram of the laser system and its operating algorithm are presented. The system's operating errors and options for eliminating them are briefly discussed. A conclusion is reached regarding the feasibility of using laser systems to assess the accuracy of CNC machines during assembly.*

**Keywords:** laser system, CNC machine, machine accuracy, laser alignment algorithm, alignment errors, spindle, tailstock.

При сборке токарно-фрезерного станка с ЧПУ наиболее трудоемкой операцией является установка шпинделя, а именно переходы выставления соосности шпиндельной и задней бабки станка. В текущем состоянии используются оправки для шпиндельной и задней бабки, индикаторы, а также приспособление с центрикаторм, для определения положения оси шпиндельной бабки относительно оси задней бабки. После этого производится регулировка подкладок и положения шпиндельной бабки со снятием шпиндельной бабки и всех приспособлений. Затем проводится повторная проверка соосности. По итогу этих действий проверку соосности необходимо производить множество раз и в текущем состоянии с использованием оправок, индикаторов и приспособления с центрикаторм, данная проверка занимает много времени и обладает плохой наглядностью результатов, так как необходимо учитывать изначальные положения центрикатора и индикаторов, и производить математические вычисления итогового отклонения от соосности.

Допуск соосности шпиндельной и задней бабки станка с ЧПУ определяется согласно ГОСТ Р ИСО 13041–1–2021

«Условия испытаний токарных станков с числовым программным управлением и токарных обрабатывающих центров» [1]. Проверка соосности осей задней и шпиндельной бабки включена в проверку G19.

Согласно данному ГОСТу, отклонение от соосности осей шпиндельной и задней бабки должно укладываться в диапазон от 0 до 0,02 мм при межосевом расстоянии 500 мм. Данная проверка является финальной после сборки станка с ЧПУ. Во время сборки применяются центрикатор, индикаторы и оправки для определения положения шпиндельной бабки. В качестве замены этому методу рассмотрим возможность использования лазерной системы.

Целью системы является определение угловых отклонений и линейных смещений шпиндельной бабки относительно задней бабки. А именно линейные смещение  $\delta_x$ ,  $\delta_y$  и угловые отклонения  $\alpha_x$ ,  $\alpha_y$ . Заднюю бабку можно перемещать по направляющим вдоль оси Z. В задней бабке установлен прецизионные лазерные излучатели таким образом что: первый лазер установлен по оси задней бабки, второй лазер располагается на расстоянии  $l_1$ , ось лазера

параллельна оси задней бабки, а третий лазер располагается на расстоянии  $l_2$ , перпендикулярно  $l_1$ , ось лазера параллельна оси задней бабки. Направление отрезков  $l_1$  и  $l_2$  совпадает с координатами Хи Устанка.

В шпиндельной бабке установлена мишень, которая принимает лазерный луч и определяет координаты лазерного пятна. Мишень может вращаться относительно оси Z шпиндельной бабки. На рис. 1 представлена схема системы.

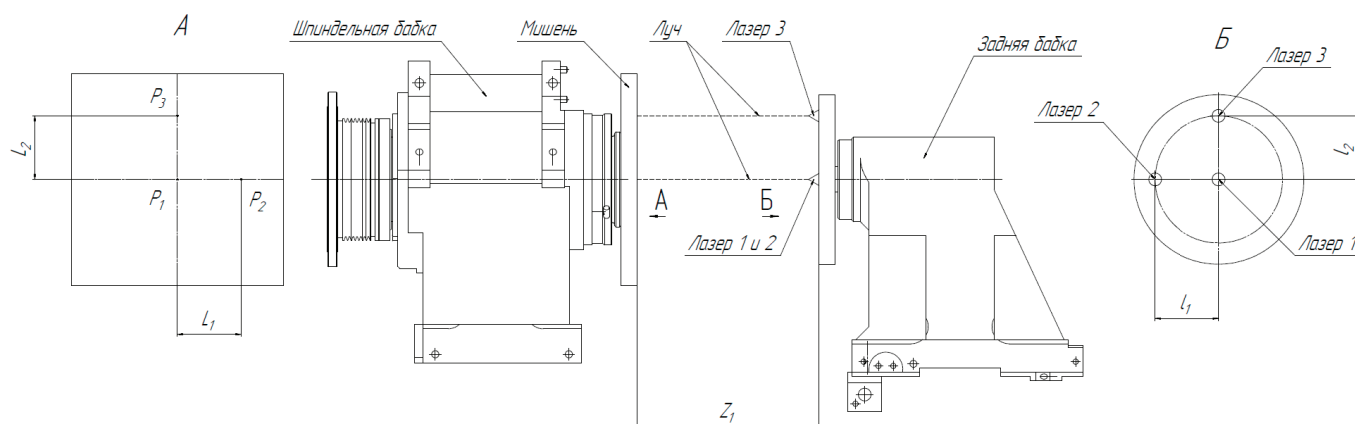


Рис. 1. Схема системы

Базирование лазерного блока в пиноли задней бабки осуществляется через конус Морзе 3. Это обеспечивает высокую точность центрирования, но требует введения поправок на возможные погрешности изготовления конуса.

Погрешность установки складывается из следующих составляющих: отклонение оси конуса от геометрической оси пиноли (биение) и угловая погрешность базирования (перекос).

Для компенсации этих погрешностей предусмотрена процедура калибровки: лазерный блок устанавливается в пиноль, измеряется положение пятен на мишени при двух угловых положениях блока (поворот на  $180^\circ$ ). По разности координат вычисляются векторы погрешностей, которые затем исключаются из результатов измерений. При вращении шпинделя появляются динамические составляющие в координатах пятна. В связи с этим сканирование будет производиться в нескольких фиксированных положениях. Что будет вполне достаточно для определения центра окружности.

Для гарантированного получения погрешности  $\leq 0,009$  мм необходимо:

Измерить реальные расстояния между осями лазеров на оправке с погрешностью  $\leq 1$  мкм (на координатно-измерительной машине), расстояние должно быть не меньше 120 мм.

Установить лазерный блок в пиноль задней бабки с базированием на конус Морзе 3 и штифт, для совпадения

направления отрезков  $l_1$  и  $l_2$  с координатами Х и У станка. Обеспечить стабильное базирование лазерного блока в конусе Морзе 3 (биение не более 2 мкм).

В качестве излучателя использовать прецизионный лазерный модуль с круговым коллимированным профилем с распределением интенсивности согласно распределению Гаусса, с погрешностью наведения не более 0,05 мрад.

Установить мишень на подвижную планшайбу шпиндельной бабки с базированием по диаметру и торцу, на которые будет устанавливаться токарный патрон, и штифт для фиксации шпинделя при первом снимке.

Использовать в мишени КМОП матрицу с размером пикселя не более 6х6 мкм.

Выполнить съёмку первого кадра при зафиксированном шпинделе для определения углового отклонения.

Выполнять съёмку не менее  $N = 12$  кадров на оборот шпинделя для усреднения при определении линейного отклонения.

При обработке результатов применять субпиксельную обработку по патенту [2].

Угловое отклонение определять по искажению отрезков  $L_1$  и  $L_2$  от соответствующих эталонных  $l_1$  и  $l_2$ .

При нахождении центра окружности по 12 точкам использовать метод Каса [3].

Полученная система обеспечивает необходимую для данной операции точность и может быть реализована с помощью элементов доступных в открытой продаже.

#### Литература:

1. ГОСТ ИСО 13041-1-2021 условия испытаний токарных станков с числовым программным управлением и токарных обрабатывающих центров. Часть 1. Станки с горизонтальным шпинделем. — Введ. 2022-07-01. — М.: Стандартинформ, 2021. — 48 с.
2. Способ определения с субпиксельной точностью пиксельных координат центра лазерного пятна маломощного лазера: пат. 2834963 Рос. Федерация. № 2024115686 / Штрунова Е. С.; заявл. 06.06.2024; опубл. 19.02.2025, заяви-

тель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина». — 10 с.: ил.

3. Борейшо, А. С. Лазеры: Устройство и действие / А. С. Борейшо. — Учеб. пособие. — СПб: Мех. ин-т, 1992. — 215 с. — Текст: непосредственный
4. Кузнецов, А. П. Оценка и обеспечение точности металлорежущих станков. Системные и физические основы. Системная концепция эволюции / А. П. Кузнецов. — М.: ТЕХНОСФЕРА, 2025. — 360 с. — Текст: непосредственный.
5. Kasa I. A circle fitting procedure and its error analysis // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. — 1976. — Vol. IM-25, No. 1. — P. 8–14.

# АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

## Анализ современных методов противопожарной защиты многоэтажных зданий

Власов Егор Николаевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Селезнева Жанна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент  
Самарский государственный технический университет

*В статье проанализированы современные методы противопожарной защиты многоэтажных зданий, применяемые в гражданском строительстве. Рассмотрены пассивные и активные методы противопожарной защиты, а также организационно-технологические аспекты их реализации на этапах проектирования и строительства. Выявлены основные тенденции развития противопожарных решений в современном строительстве.*

**Ключевые слова:** противопожарная защита, многоэтажные здания, пожарная безопасность, гражданское строительство.

Целью настоящей статьи является анализ современных методов противопожарной защиты многоэтажных зданий в гражданском строительстве с учетом конструктивных, инженерных и организационно-технологических решений.

Современное гражданское строительство характеризуется ростом этажности зданий, что приводит к повышению пожарных рисков и усложнению условий эвакуации людей [1, 2]. В связи с этим особое значение приобретает внедрение эффективных противопожарных решений, обеспечивающих безопасность людей и сохранность конструкций.

Противопожарная защита многоэтажных зданий представляет собой комплекс мероприятий, включающих пассивные и активные методы. Пассивные методы направлены на ограничение распространения пожара и сохранение несущей способности конструкций. К ним относятся применение огнестойких строительных материалов (например, ж/б плиты перекрытий, гипсовая штукатурка, керамическая плитка), устройство противопожарных преград (противопожарный экран, противопожарная штора, водная завеса), а также огнезащита металлических конструкций (огнезащитные краски, антипирены). Активные методы противопожарной защиты обеспечивают своевременное обнаружение пожара и его локализацию. В многоэтажных зданиях широко применяются автоматические установки пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией, автоматические установки пожаротушения и системы противодымной защиты.

Важную роль в обеспечении пожарной безопасности играют организационно-технологические решения, реализуемые в процессе строительства. Несоблюдение техно-

логии выполнения работ, нарушение проектных решений и недостаточный контроль качества могут существенно снизить эффективность противопожарной защиты.

Анализ современных методов противопожарной защиты показывает, что наиболее эффективным является комплексный подход, предусматривающий совместное применение пассивных и активных методов, а также учет требований пожарной безопасности на всех этапах жизненного цикла здания.

Важно отметить, что при выборе конкретных методов противопожарной защиты многоэтажных зданий необходимо учитывать конструктивную схему здания, функциональное назначение помещений, этажность, а также предполагаемое количество людей, находящихся в здании. Так, для жилых и общественных зданий приоритетное значение имеют решения, обеспечивающие безопасную и своевременную эвакуацию людей, тогда как для административных и многофункциональных объектов особое внимание уделяется автоматизации систем противопожарной защиты.

С точки зрения технологии и организации строительного производства важным фактором является согласование проектных решений по противопожарной защите с календарными графиками строительства. Монтаж систем пожарной сигнализации, пожаротушения и противодымной защиты должен выполняться в строгой технологической последовательности, с учетом готовности строительных конструкций и инженерных коммуникаций. Нарушение данных требований может привести к увеличению сроков строительства и снижению надежности противопожарных систем. Реализация противопожарных мероприятий на этапах проектирования и строительства многоэтажного здания представлена на рисунке 1.

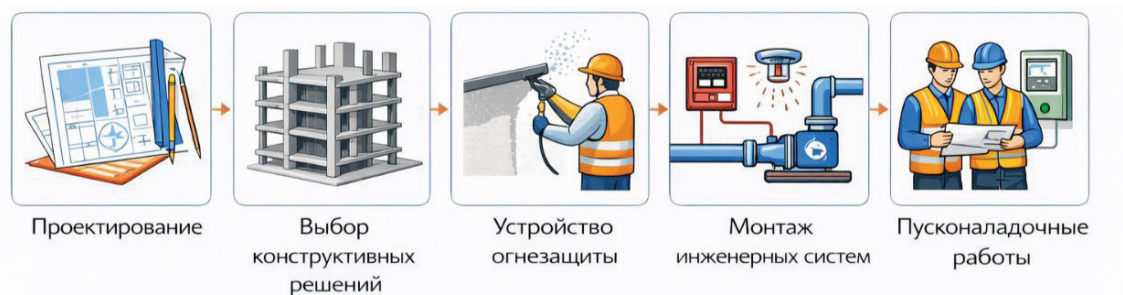


Рис. 1. Реализация противопожарных мероприятий на этапах проектирования и строительства многоэтажного здания

В процессе строительства необходимо проводить входной контроль применяемых материалов, операционный контроль технологических процессов, а также приемочный контроль выполненных работ. Особенно это касается огнезащитных покрытий, эффективность которых напрямую зависит от соблюдения технологии нанесения и условий производства работ.

Конкретизация организационно-технологических решений при реализации современных методов противопожарной защиты позволяет не только повысить уровень пожарной безопасности многоэтажных зданий, но и обеспечить рациональное использование ресурсов в процессе строительства.

Проектирование противопожарной защиты многоэтажных зданий в Российской Федерации базируется на четкой иерархии нормативных документов. Основопологающим здесь является Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», который устанавливает общие принципы обеспечения безопасности, классификацию зданий по степени огнестойкости и пожарной опасности, а также базовые требования к системам защиты. Детальную регламентацию инженерных решений обеспечивают своды правил [3–6], образующие комплексную систему противопожарной защиты.

В рамках этой системы действует ряд ключевых документов. СП 1.13130.2020 регламентирует устройство эвакуационных путей и выходов, напрямую влияя на безопасность людей при пожаре. СП 2.13130.2020 уста-

навливает требования к огнестойкости строительных конструкций зданий и сооружений. СП 4.13130.2013 регулирует объемно-планировочные и конструктивные решения, направленные на ограничение распространения пожара. Требования к системам отопления, вентиляции и противодымной защиты закреплены в СП 7.13130.2013. Для автоматической пожарной сигнализации и управления системами противопожарной защиты применяется СП 484.1311500.2020, а для автоматических установок пожаротушения — СП 485.1311500.2020. Помимо сводов правил, в нормативную базу входят национальные стандарты (ГОСТ), например ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования», и межгосударственные стандарты, применение которых на добровольной основе обеспечивает соблюдение требований Технического регламента. Актуальный перечень таких документов утверждается приказами Росстандарта.

Современные методы противопожарной защиты многоэтажных зданий в гражданском строительстве направлены на повышение уровня безопасности и снижение последствий пожара. Эффективность противопожарных решений во многом зависит от качества их реализации на этапах проектирования и строительства, а также от соблюдения организационно-технологических требований. Ключевую роль при этом играет неукоснительное следование действующей системе нормативных документов, которая закрепляет обязательные требования к огнестойкости, эвакуации, противодымной защите и другим элементам противопожарной безопасности многоэтажных зданий.

#### Литература:

1. Беляков, Г. И. Пожарная безопасность / Г. И. Беляков. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2025. — 282 с.
2. Собурь, С. В. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий: справочник / С. В. Собурь. — 10-е изд., актуализир. — М.: ПожКнига, 2025. — 322 с.
3. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. — свод правил. — М.: Стандартинформ, 2020. — 112 с.
4. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. — СП 7.13130.2013. — М.: Стандартинформ, 2014. — 84 с.
5. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования. — свод правил. — М.: Стандартинформ, 2020. — 76 с.
6. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования. — свод правил. — М.: Стандартинформ, 2016. — 68 с.



## Сопоставительный анализ несущей способности внецентренно сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения с дефектами контактной зоны по данным эксперимента и СП 266.1325800.2016

Енакиева Анна Антоновна, студент магистратуры  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*В статье рассмотрено влияние дефектов контактной зоны «сталь-бетон» на несущую способность трубобетонных колонн квадратного сечения при внецентренном сжатии. Выполнен анализ экспериментальных данных и сопоставление с расчетом по СП 266.1325800.2016. Установлено, что нормативная методика не учитывает наличие зазоров и отслоений, что приводит к значительным погрешностям при наличии дефектов. Предложены направления корректировки расчета для повышения его достоверности.*

**Ключевые слова:** трубобетонные колонны, внецентренное сжатие, дефекты контактной зоны, эффект обоймы, несущая способность.

### Введение

Трубобетонные конструкции широко применяются в современном строительстве благодаря эффективному сочетанию прочности стали и бетона. Основным преимуществом ТБК является эффект обоймы — трехосное напряженное состояние бетонного ядра, обеспечиваемое стальной оболочкой. Однако в реальных условиях эксплуатации под влиянием усадки бетона, ползучести, разницы деформаций, температурных перепадов и технологических факторов в контактной зоне «сталь-бетон» могут образовываться зазоры — дефекты контактной зоны [1, 2]. Для квадратных колонн проблема усугубляется тем, что эффект обоймы проявляется преимущественно в углах сечения, тогда как в центре граней возможно локальное выпучивание стенки [3].

Актуальность проблемы подтверждается данными натурных обследований: например, при диагностике арок трубобетонных мостов в Китае дефекты контактной зоны выявляются в 30–40 % контролируемых сечений [4]. При центральном сжатии влияние таких дефектов изучено достаточно подробно [5], однако для внецентренного нагружения, характерного для реальных колонн, картина осложняется наличием зон с разным напряженным состоянием по сечению. В сжатой зоне зазор может частично выбираться, восстанавливая контакт, тогда как в растянутой — провоцировать раннее нарушение совместности деформаций.

Перспективным направлением решения проблемы контактных дефектов является применение высокопрочного самоуплотняющегося бетона с эффектом самонапряжения. Как показано в работе Xu Lihua [2], введение расширяющих добавок в состав высокопрочного бетона позволяет компенсировать усадку и создать начальное обжатие бетонного ядра еще на стадии твердения. Экспериментальные исследования подтвердили, что самонапряжение величиной 5 МПа обеспечивает прирост несущей способности трубобетонных элементов при внецентренном сжатии до 12,4 % за счет устранения зазоров в контактной зоне. Другим эффективным конструктивным решением является применение внешних колец жесткости, которые, как показано в исследовании Lai, M. H. [7], ограничивают поперечные деформации бетонного ядра на ранней упругой стадии и позволяют увеличить несущую способность до 49 %, а начальную жесткость — до 26 % за счет улучшения контакта между стальной оболочкой и бетоном. Тем не менее, как отмечают авторы [2], существующие нормативные документы не учитывают особенности работы таких конструкций, а для внецентренно сжатых элементов с дефектами контакта эта проблема остается практически неизученной.

Цель настоящей работы — оценка того, насколько существующие нормативные положения СП 266.1325800.2016 позволяют достоверно прогнозировать несущую способность внецентренно сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения при наличии дефектов контактной зоны, и определение направлений совершенствования расчета.

### 1. Экспериментальные данные о влиянии дефектов

В последние годы выполнен ряд экспериментальных исследований, направленных на количественную оценку влияния дефектов на несущую способность ТБК. Xue et al., 2022 [8] получили, что 0,5 мм дефекта для круглого сечения снижают несущую способность, пластичность и жесткость на 12–15 %. Briseghella, 2009 [6] получили те же значения — 8–16 % — при дефекте от 0,3 до 0,8 мм, отметив, что с увеличением процента армирования негативный эффект уменьшается. Xue et al., 2020 [9] установлено, что наличие дефекта снижает несущую способность на 11–31 % в зависимости от гибкости и прочности стали.

## 2. Анализ нормативной методики СП 266.1325800.2016

СП 266.1325800.2016 [11] не содержит указаний по учету дефектов контактной зоны. Согласно п. 7.2.1.5 для квадратных трубобетонных элементов без косвенного армирования эффект обоймы без спирали не учитывается, и расчет выполняется как для железобетонных конструкций с жесткой арматурой по разделу 7.1. Стальная труба рассматривается аналогично прокатному профилю, а бетонное ядро — в условиях одноосного сжатия.

Для проверки влияния этого допущения выполнен сопоставительный расчет серии экспериментальных образцов [10] с параметрами, приведенными в табл. 1–3. Расчет выполнен согласно п. 7.1.1–7.1.3 СП 266 с определением приведенных геометрических характеристик, учетом случайного эксцентриситета и проверкой необходимости учета продольного изгиба. Геометрические характеристики, а также характеристики материалов трубобетонных колонн для всех образцов одинаковы.

Таблица 1. Геометрия образца [10]

Образец	$B \times t \times L$ , мм	$e_0$ , мм
E1	150 × 3,75 × 400	25

Где  $L$  — длина, мм,

$B$  — наружная ширина трубы, мм,

$t$  — толщина стенки, мм,

$e_0$  — эксцентриситет, мм.

Таблица 2. Характеристики стали [10]

Образец	$f_y$ , МПа	$f_u$ , МПа	$E_{st}$ , МПа
E1	276	370	$2,02 \cdot 10^5$

Таблица 3. Характеристики бетона [10]

Образец	$f_{cu}$ , МПа, МПа	$E_b$ , МПа
E1	78,4	32371,2

Согласно СП 16.13330 [16] примем коэффициент надежности для стали  $\gamma_s = 1,05$ . Тогда расчетное сопротивление стали:

$$R_{st} = \frac{f_y}{\gamma_s} = \frac{276}{1,05} = 262,86 \text{ МПа}$$

Кубиковая прочность бетона равна 78,4 МПа, что соответствует классу бетона В60. Тогда призмная прочность для этой марки равна  $R_{bn} = 43$  МПа

Коэффициент надежности по бетону при сжатии  $\gamma_{b1} = 1,3$ . Тогда расчетное сопротивление бетона:

$$R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_{b1}} = \frac{43}{1,3} = 33,08 \text{ МПа}$$

Для кратковременных нагрузок модуль упругости бетона:

$$E_{b1} = 0,85 \cdot E_b = 0,85 \cdot 32371,2 = 27515,52 \text{ МПа}$$

Коэффициент приведения к одному материалу по приложению Г.18 [12]:

$$\alpha_{st} = \frac{E_{st}}{E_{b1}} = \frac{2,02 \cdot 10^5}{27515,52} = 7,34$$

Расчетная длина при шарнирном закреплении равна длине стержня:  $L = 400$  мм.

В статье [10] исследовались один образец без дефектов и 30 образцов с заданными дефектами на границе раздела стали и бетона. Использовались четыре типа дефектов: D1 — дефект по всей длине, D2 — дефект по части длины, D3 — цилиндрическая пустота в углах на 1/4 и D4 — цилиндрическая пустота по бокам на 1/2. Принципиальная схема дефектов показана на рисунке 1, где SD представляет единичное распределение, а UD — равномерное.

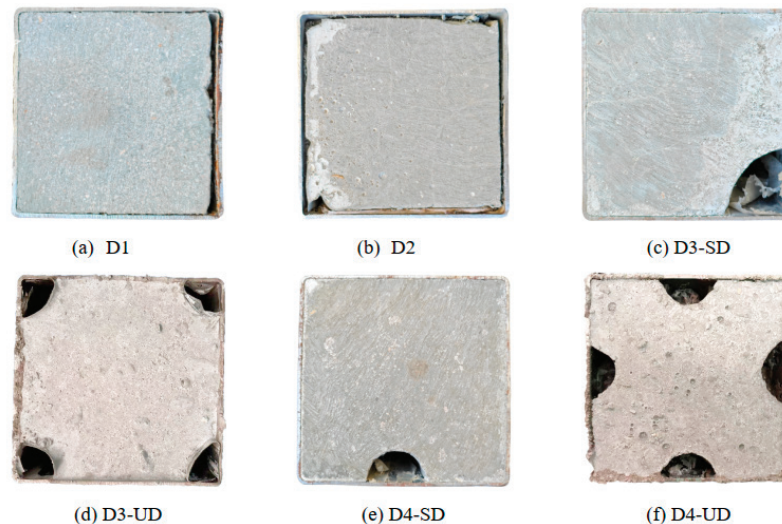


Рис. 1. Сечение экспериментальных образцов трубобетонных колонн квадратного сечения [10]

В таблице 4 приводится сравнение результатов, полученных экспериментально в статье [10], с расчетными значениями  $N$  по СП 266 [11]. В таблице показано отклонение между полученными значениями: положительная погрешность означает завышение расчетного значения относительно эксперимента, отрицательная — занижение.

Таблица 4. Сравнение экспериментальных и расчетных значений несущей способности

Номер образца	Наличие дефекта	Пояснения	е, мм	$N_{u, test}$ , кН	$N$ , кН	Погрешность, %
E1	Нет		25	1450,25	1236	-14,77 %
			35	1395,12	1131	-18,93 %
			45	1293,18	1043	-19,35 %
E5	D1-SD	С одной стороны, на всю длину	25	1285,81	1236	-3,87 %
			35	1113,73	1131	1,55 %
			45	1402,58	1043	-25,64 %
E12	D2-UD	Симметрично по двум сторонам на 25 % высоты сечения	25	1362,78	1236	-9,30 %
			35	1334,01	1131	-15,22 %
			45	1293,56	1043	-19,37 %
E13	D2-UD	Симметрично по двум сторонам на 75 % высоты сечения	25	1198,4	1236	3,14 %
			35	1108,96	1131	1,99 %
			45	1090,04	1043	-4,32 %
E16	D2-SD	С одной стороны посередине, на 50 % высоты сечения	25	1086,49	1236	13,76 %
			35	1396,02	1131	-18,98 %
			45	1368,49	1043	-23,78 %
E19	D2-UD	С четырех сторон посередине, на 50 % высоты сечения	25	1283,57	1236	-3,71 %
			35	1303,83	1131	-13,26 %
			45	1248,17	1043	-16,44 %
E22	D3-SD	С одного угла	25	1172,43	1236	5,42 %
			35	1382,09	1131	-18,17 %
			45	1338,21	1043	-22,06 %
E25	D3-UD	В четырех углах	25	1165,26	1236	6,07 %
			35	1309,26	1131	-13,62 %
			45	1251,65	1043	-16,67 %
E28	D4-SD	С одной стороны	25	1100,7	1236	12,29 %
			35	1422,72	1131	-20,50 %
			45	1377,61	1043	-24,29 %
E31	D4-UD	Со всех сторон	25	1300,01	1236	-4,92 %
			35	1452,69	1131	-22,14 %
			45	1418,81	1043	-26,49 %

Анализ результатов показывает, что:

1. Для бездефектного образца E1 погрешность расчёта по СП 266 составляет от -14,77 % до -19,35 %, то есть норматив даёт запас 15–20 %.

2. При внесении дефектов характер погрешности существенно меняется в зависимости от эксцентриситета и типа дефекта. При малом эксцентриситете 25 мм ( $e/B \approx 0,17$ ) для пяти образцов наблюдается завышение расчётной несущей способности от +3,14 % до +13,6 %. Наиболее опасно это проявляется для образцов E16 и E28, с локальным отслоением с одной стороны на 50 % от высоты сечения и дефектом с одной стороны соответственно. При этом образец E5 со сплошным дефектом по всей длине при  $e=25$  мм даёт запас прочности на 3,87 %, а симметричные дефекты образцов E12, E19, E31 – 9,3 %, 4,92 %, 3,17 % соответственно. При среднем эксцентриситете 35 мм разброс погрешности максимален, однако значительного завышения уже не наблюдается: образец E5 даёт 1,55 %, E13 – 1,99 %, остальные образцы показывают отрицательную погрешность. При эксцентриситете 45 мм ( $e/B = 0,3$ ) все дефектные образцы демонстрируют отрицательную погрешность от -4,32 % до -26,49 %.

Таким образом, локальные дефекты с одной стороны наиболее опасны при малых эксцентриситетах, вызывая завышение расчёта до 13,8 %, тогда как симметричные и равномерные дефекты при малых эксцентриситетах дают занижение либо незначительное завышение, а при больших эксцентриситетах создают дополнительный запас прочности.

Это явление объясняется тем, что при малом эксцентриситете сжатая зона охватывает почти всё сечение, и локальный дефект с одной стороны нарушает передачу усилий от стальной трубы к бетонному ядру и снижает эффективную площадь совместной работы.

При большом же эксцентриситете сжатая зона мала, и даже при наличии дефекта основная нагрузка передаётся через неповреждённую часть сечения, а нормативный запас 15–20 % перекрывает ослабление.

### 3. Направления корректировки расчета

На основе выполненного анализа таблицы 4 можно предложить следующие направления корректировки расчёта по СП 266 для внецентренно сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения с дефектами контактной зоны.

Первое направление — дифференцированный учёт эксцентриситета. Поскольку при малых эксцентриситетах, где  $e/B \leq 0,17$ , расчёт систематически завышает несущую способность дефектных колонн до 13,8 %, необходимо введение понижающего коэффициента. При больших эксцентриситетах, где  $e/B \geq 0,3$ , норматив даёт запас до 26 %, поэтому корректировка не требуется. Для переходной зоны  $0,17 < e/B < 0,3$  рекомендуется линейная интерполяция коэффициента.

Второе направление — учёт типа и расположения дефекта. Локальные дефекты с одной стороны наиболее опасны и требуют снижения расчётной несущей способности на 10–15 %. Сплошные дефекты по всей длине при малых эксцентриситетах практически не влияют на точность расчёта. Симметричные и равномерные дефекты при малых эксцентриситетах безопасны, а при больших создают дополнительный запас, поэтому корректировка для них не требуется.

Третье направление — учёт положения дефекта относительно сжатой и растянутой зон. Если дефект находится в сжатой зоне, необходимо снижать эффективную площадь бетона пропорционально размеру зазора. Если дефект расположен в растянутой зоне, корректировка не требуется, так как нормативный запас перекрывает ослабление. Для дефектов в нейтральной зоне достаточно незначительного снижения на 5–7 %.

#### Заключение

В результате выполненной работы проведена оценка достоверности прогнозирования несущей способности внецентренно сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения при наличии дефектов контактной зоны «сталь — бетон» с использованием нормативных положений СП 266.1325800.2016. Установлено, что нормативная методика не учитывает наличие зазоров и отслоений, что приводит к систематическим погрешностям.

Для бездефектных образцов норматив обеспечивает запас прочности 15–20 %, однако при наличии дефектов характер погрешности существенно меняется: от завышения расчётной несущей способности до 13,8 % до её занижения до 26,5 % в зависимости от эксцентриситета и типа дефекта.

Наиболее опасным случаем являются локальные односторонние дефекты при малых относительных эксцентриситетах, где расчёт по [11] даёт завышение несущей способности. При больших эксцентриситетах колонны демонстрируют запас прочности, и корректировка не требуется.

Предложены три направления корректировки расчета по [11]: дифференцированный учёт эксцентриситета, дифференцированный учёт эксцентриситета, учёт типа и расположения дефекта, учёт положения дефекта относительно сжатой и растянутой зон.

Таким образом, для исследованных типов дефектов и малых эксцентриситетов показано систематическое завышение до 13,8 %. Предложенные направления корректировки позволяют устранить наиболее существенные погрешности и могут быть рекомендованы для совершенствования нормативной базы, а также для практического применения при оценке состояния существующих конструкций с выявленными дефектами.

Литература:

1. Contento A., Aloisio A., Xue J., et al. Probabilistic axial capacity model for concrete-filled steel tubes accounting for load eccentricity and debonding // Engineering Structures. — 2022. — Vol. 268. — P. 114730.
2. Performance of the high-strength self-stressing and self-compacting concrete-filled steel tube columns subjected to the uniaxial compression / Xu Lihua. — Текст: электронный — URL: [https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/128607/3/INCE\\_Manuscript\\_final.pdf](https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/128607/3/INCE_Manuscript_final.pdf) (дата обращения: 10.02.2026).
3. Eccentric compressive behavior of square concrete-filled stainless steel tube (CFSST) stub columns / Tang Hongyuan, Hou Linjian, Yuan Zhijun [и др.]. — Текст: непосредственный // Structures. — 2023. — № 55. — С. 1920–1935.
4. Chen B., Han L. H., Qin D. Y., Li W. Life-cycle based structural performance of long-span CFST hybrid arch bridge: A study on arch of Pingnan Third Bridge // Journal of Constructional Steel Research. — 2023. — Vol. 207. — P. 107939.
5. Performance deterioration analysis of CFSST columns with debonding defects under axial compression / Lin Yuhua, Zheng Jinhua, Chen Libo [и др.]. — Текст: непосредственный // Journal of Constructional Steel Research. — 2025. — № 226.
6. Junqing, Xue Experiment on debonding in concrete-filled steel single tube columns subjected to eccentric loading / Xue Junqing. — Текст: электронный // ResearchGate: [сайт]. — URL: [https://www.researchgate.net/publication/293319879\\_Experiment\\_on\\_debonding\\_in\\_concrete-filled\\_steel\\_single\\_tube\\_columns\\_subjected\\_to\\_eccentrically\\_loading](https://www.researchgate.net/publication/293319879_Experiment_on_debonding_in_concrete-filled_steel_single_tube_columns_subjected_to_eccentrically_loading) (дата обращения: 10.02.2026).
7. Lai, M. H. Confinement effect of ring-confined concrete-filled-steel-tube columns under uni-axial load / M. H. Lai, C M Ho J. — Текст: непосредственный // Engineering Structures. — 2014. — № 67. — С. 123–141.
8. Xue J Experimental Research on Debonding in Concrete-Filled Steel Tubes Columns Subjected to Eccentric Loading / Xue J 8, B. Chen, B. Briseghella. — Текст: непосредственный // IABSE Symposium Report. — 2010. — № 97. — С. 40–47.
9. Junqing, Xue Experimental Research on Effects of Debonding on Circular CFST Columns with Different Slenderness Ratios / Xue Junqing. — Текст: электронный // Springer Nature Link: [сайт]. — URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-29227-0\\_38#chapter-info](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-29227-0_38#chapter-info) (дата обращения: 14.03.2026).
10. Eccentric compression behavior of square concrete-filled steel tube with interfacial concrete defects / Xu. — Текст: электронный // SSRN: [сайт]. — URL: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=5407000](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5407000) (дата обращения: 20.02.2026).
11. СП 266.1325800.2016. Свод правил. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования: утверждён приказом Министерства строительства и жилищнокоммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1030/пр; введён 1 июля 2017 г. — Москва, 2017. — 110 с.
12. СП 16.13330.2017. Свод правил. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81 (с Поправками, с Изменениями № 1–6): утверждён приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. № 126/пр; введён в действие 28 августа 2017 г. — Москва, 2017. — 151 с.

## Современные технологии возведения зданий с монолитным железобетонным каркасом: состояние и направления развития

Рябова Арина Андреевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Селезнева Жанна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент  
Самарский государственный технический университет

*В статье проанализированы современные технологии возведения зданий с монолитным железобетонным каркасом. Проведен сравнительный анализ опалубочных систем, армирования, бетонных смесей, механизации и цифровизации по критериям скорости, качества и трудозатрат. Выделены перспективные направления развития, включая индустриализацию и BIM.*

**Ключевые слова:** монолитный железобетонный каркас, опалубка, самоуплотняющийся бетон, механизация, индустриализация.

Монолитный железобетонный каркас продолжает оставаться одной из ведущих конструктивных систем в многоэтажном и общественном строительстве, обеспечивая высокую несущую способность, пространственную жёст-



кость и архитектурную выразительность зданий [1]. Применение данной системы позволяет реализовывать сложные объемно-планировочные решения и обеспечивать значительные пролёты [2].

В условиях современного строительства, характеризующегося ростом требований к срокам, качеству и экономической эффективности, наблюдается тенденция к совершенствованию технологий монолитного строительства. Особое значение приобретает переход к индустриализированным и цифровым методам, направленным на повышение производительности и снижение влияния человеческого фактора.

На современном этапе широко применяются модульные опалубочные системы, укрупнённые арматурные каркасы, самоуплотняющиеся бетонные смеси (SCC) [3], механизированные системы подачи бетона, а также цифровые технологии управления строительством, включая BIM-моделирование и 4D-планирование [4]. Их использование позволяет сократить сроки строительства и повысить качество конструкций.

Технологический цикл возведения монолитного каркаса включает установку опалубки, монтаж арматуры, укладку и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном и демонтаж опалубки [5]. Качество конструкции определяется как свойствами материалов, так и соблюдением технологических режимов.

Сравнительный анализ современных технологических решений позволяет выявить их преимущества и ограничения с точки зрения основных критериев эффективности: скорости строительства, качества получаемых конструкций, трудоёмкости и экономической целесообразности. Так, применение модульных и раздвижных опалубочных систем обеспечивает значительное ускорение монтажных процессов и снижение трудозатрат, однако требует существенных первоначальных инвестиций, а также высокой точности проектирования и соблюдения геометрии конструкций.

Использование самоуплотняющихся бетонных смесей (SCC) способствует повышению однородности и плотности бетона, исключает необходимость виброуплотнения и снижает риск образования дефектов, таких как раковины и пустоты. В то же время данные смеси предъявляют повышенные требования к подбору состава, контролю реологических свойств и соблюдению температурного режима, особенно при бетонировании массивных конструкций.

Применение укрупнённых арматурных каркасов заводского изготовления позволяет существенно сократить продолжительность арматурных работ, уменьшить количество операций на строительной площадке и повысить точность монтажа. Однако данное решение требует тщательной проработки проектной документации, высокой точности изготовления и координации логистических процессов.

Цифровые технологии, в частности BIM-моделирование и 4D-планирование, повышают координацию участников строительства, сокращают количество ошибок и позволяют оптимизировать графики работ [6], однако их эффективность зависит от квалификации специалистов.

Сравнительная оценка технологий по ключевым критериям представлена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная оценка технологий монолитного строительства по ключевым критериям

Технология	Скорость	Качество	Трудозатраты	Стоимость/риски
Крупнощитовая опалубка	высокая	высокое	средние	высокие затраты на комплектацию
Скользкая опалубка	очень высокая	высокое	низкие	требования к геометрии и логистике
SCC (самоуплотняющийся бетон)	средняя	высокое	низкие	чувствительность к рецептуре
BIM-координация	средняя	высокое	снижение ошибок	требует квалификации
Укрупнённые армокаркасы	высокая	высокое	низкие	необходима точная подготовка

Дополнительно следует отметить, что важным направлением развития является внедрение систем мониторинга параметров бетонирования, позволяющих контролировать температуру, влажность и набор прочности [7], что способствует предотвращению дефектов.

Таким образом, перспективы развития монолитного железобетонного каркаса связаны с дальнейшей индустриализацией строительного производства, внедрением цифровых платформ управления и автоматизированных систем контроля качества, а также с расширением применения высокоэффективных материалов и конструктивных решений.

Результаты проведённого анализа показывают, что наибольшей эффективностью обладает комплексный подход, основанный на сочетании модульных опалубочных систем, современных бетонных смесей и технологий информационного моделирования. Такой подход позволяет существенно сократить сроки строительства, снизить трудозатраты, повысить качество и надёжность возводимых конструкций, а также обеспечить устойчивость строительного процесса в условиях возрастающих требований отрасли.

#### Литература:

1. Юдина, А. Ф. Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования / А. Ф. Юдина // Вестник гражданских инженеров. — 2012. — № 1. — С. 154–156.

2. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. — М.: Минстрой России, 2018. — 143 с.
3. Баженов, Ю. М. Технология бетона / Ю. М. Баженов. — Москва: Издательство АСВ, 2011. — 528 с.
4. Золкин, А. Л. Информационное моделирование строительных объектов на основе opensource BIM-стандартов: учебное пособие / А. Л. Золкин, С. А. Галанский. — Москва: Русайнс, 2025. — 176 с.
5. Афанасьев, А. А. Технология строительных процессов / А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов. — Москва: Высшая школа, 2015. — 464 с.
6. А. А. Волков, С. Н. Петрова, А. В. Гинзбург; под ред. А. А. Волкова и С. Н. Петровой. Информационные системы и технологии в строительстве: учебное пособие -М.: МГСУ, 2015. -424 с.
7. Юдина А. Ф. Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 1. С. 154–156.

## Особенности систем вентиляции котельного зала и машинного зала холодоснабжения производственного здания

Тихомиров Александр Юрьевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Уляшева Вера Михайловна, доктор технических наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

*Рассматриваются особенности проектирования систем вентиляции котельного зала и машинного зала холодоснабжения (ХС), относящихся к категории Г по взрывопожарной опасности. Анализируются требования к резервированию оборудования, расчетным расходам воздуха и аварийным режимам. Приведен анализ решений на примере системы приточно-вытяжной вентиляции с обоснованием принятых проектных решений.*

### Введение

Котельные залы и машинные залы систем холодоснабжения являются критически важными технологическими узлами производственных зданий. Их отличают значительные тепловыделения от оборудования и потенциальная опасность образования взрывоопасных концентраций газов или паров хладагентов [1]. В отличие от гражданских объектов, вентиляция здесь направлена прежде всего на обеспечение промышленной безопасности и стабильности технологических процессов. Цель работы — анализ проектных решений по вентиляции помещений котельного зала и машинного зала ХС с учетом категории Г по взрывопожарной опасности [4].

### Актуальность

Актуальность темы определяется несколькими факторами. Во-первых, помещения категории Г характеризуются повышенной взрывопожарной опасностью, и недостаточная эффективность вентиляции может привести к аварийным ситуациям с тяжелыми последствиями [3]. Во-вторых, ужесточение нормативной базы (СП 60.13330 [2], СП 7.13130 [3]) требует обязательного резервирования оборудования и автоматизации аварийных режимов. В-третьих, неоптимальная работа вентиляции ведет к перерасходу энергоресурсов и росту эксплуатационных затрат [1]. В-четвертых, расчет воздухообмена для данных помещений должен

учитывать не только санитарные нормы, но и тепловыделения, расход воздуха на горение и создание требуемого подпора в смежных помещениях. Таким образом, исследование особенностей вентиляции котельных и машинных залов ХС является актуальной научно-практической задачей.

### Вентиляция машинного зала холодоснабжения

Машинный зал ХС характеризуется значительными тепловыделениями от компрессорного оборудования и потенциальной опасностью утечки хладагента. Для данного помещения запроектирована независимая система вытяжной вентиляции, не связанная с вентиляцией других помещений.

Система включает два радиальных вентилятора — основной и резервный, что обеспечивает 100 % резервирование в соответствии с требованиями [2] для систем, отвечающих за взрывопожарную безопасность. В нормальном режиме работает один вентилятор, второй находится в горячем резерве. Производительность системы в нормальном режиме составляет 8860 м<sup>3</sup>/ч, что соответствует 3-кратному воздухообмену в объеме помещения.

Приток воздуха организован естественным путем через регулируемые жалюзийные решетки, установленные в наружных стенах. Расход приточного воздуха составляет 12430 м<sup>3</sup>/ч. Превышение объема притока над вытяжкой обеспечивает ассимиляцию избыточных тепловыделений от работающих компрессоров и позволяет

поддерживать температуру воздуха в рабочей зоне в пределах допустимых значений [1].

Аварийный режим вентиляции включается автоматически по сигналу датчиков загазованности при превышении допустимой концентрации газа в помещении [2]. При этом обеспечивается кратковременное увеличение воздухообмена для быстрого снижения концентрации вредных веществ до безопасного уровня.

Для обеспечения пожарной безопасности на воздуховодах установлены противопожарные нормально открытые клапаны, которые автоматически закрываются при поступлении сигнала от системы пожарной сигнализации, предотвращая распространение продуктов горения по вентиляционным каналам [3].

Для снижения передачи вибрации на строительные конструкции вентиляторы установлены на пружинных виброизоляторах. Для уменьшения аэродинамического шума, распространяющегося по воздуховодам, предусмотрена установка шумоглушителей круглого и прямоугольного сечения.

Вытяжные шахты системы выведены на кровлю здания и возвышаются на 1 метр над ее уровнем. Такое конструктивное решение обеспечивает эффективное рассеивание удаляемого воздуха и исключает его попадание в зону воздухозабора приточных систем смежных помещений, что соответствует требованиям [2].

### Вентиляция котельного зала

Котельный зал запроектирован на установку четырех водогрейных котлов и также относится к категории Г [4]. Особенностью вентиляции данного помещения является необходимость подачи значительных объемов воздуха не только

на ассимиляцию тепловыделений и общеобменную вентиляцию, но и на обеспечение процесса горения топлива.

Для котельного зала предусмотрены приточно-вытяжные системы, воздушный баланс которых разделен на две составляющие. Первая составляющая — вентиляция объема помещения — обеспечивает удаление избыточного тепла и вредных веществ с расходом  $5370 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Вторая составляющая — подача воздуха на горение — обеспечивает дополнительный приток в объеме  $26220 \text{ м}^3/\text{ч}$ , которые поступают непосредственно в зону расположения горелочных устройств и расходуются на сжигание газообразного топлива.

Разделение воздушного баланса на вентиляционную и технологическую составляющие позволяет избежать образования зон пониженного давления в помещении котельного зала, что критически важно для устойчивой работы горелок и предотвращения отрыва пламени. Кроме того, создаваемый дисбаланс (превышение притока над вытяжкой) обеспечивает подпор воздуха в смежных коридорах, что исключает распространение возможных утечек газа из котельного зала в другие части здания [1, 3].

Автоматизация систем вентиляции котельного зала предусматривает блокировку с работой котлоагрегатов: при остановке вентиляции автоматически прекращается подача топлива к горелкам, что исключает возможность работы котлов без необходимого притока воздуха и образования взрывоопасной газозвушной смеси.

### Заключение

Анализ проектных решений позволяет сделать следующие выводы. Для помещений категории Г обязательны самостоятельные механические системы со 100 % резер-

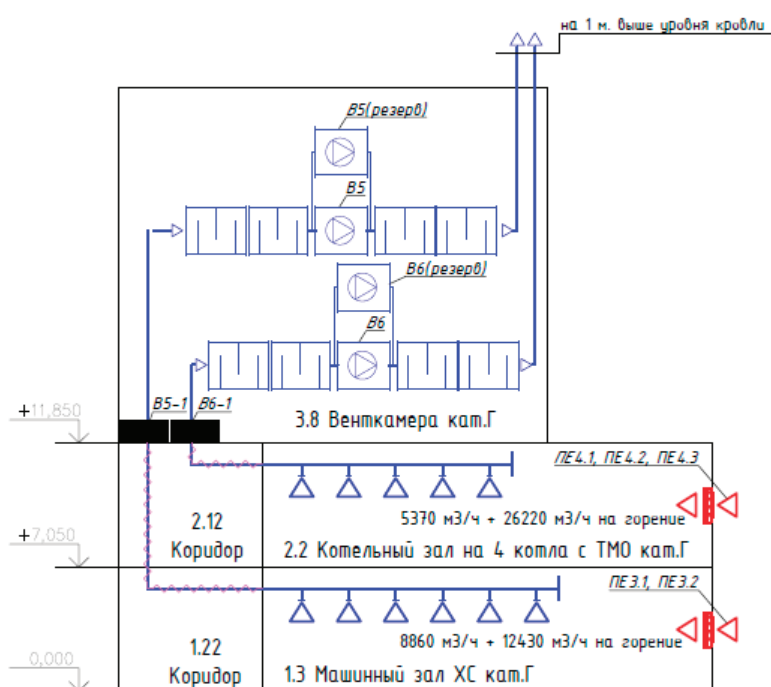


Рис. 1. Принципиальная схема системы вентиляции

вированием вытяжного оборудования [2]. Воздушный баланс машинного зала ХС должен предусматривать превышение притока над вытяжкой для ассимиляции тепловыделений. Вентиляция котельного зала должна учитывать дополнительный расход воздуха на горение [1].

Обязательна установка противопожарных клапанов [3] и автоматическое включение аварийной вентиляции по сигналу загазованности [2]. Комплексный подход обеспечивает безопасную и энергоэффективную эксплуатацию производственного объекта.

#### Литература:

1. Штокман, Е. А. Теплогазоснабжение и вентиляция / Е. А. Штокман, Ю. Н. Карагодин. — М.: АСВ, 2011. — 171 с.
2. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — М.: Минстрой России, 2020.
3. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. — М.: ВНИИПО, 2013.
4. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений... по взрывопожарной опасности. — М.: ВНИИПО, 2009.

## Классификация видов современных технологий возведения зданий из металлического каркаса

Фахретдинов Ильяс Ринатович, студент;

Селезнева Жанна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент

Самарский государственный технический университет

*В статье приведена классификация современных технологий возведения зданий из металлического каркаса. Разработанная классификация помогает при выборе наиболее оптимальных решений при возведении зданий.*

**Ключевые слова:** металлический каркас, технологии, классификация, модульное строительство.

Сегодня эта технология переживает пик: от быстровозводимых складов и ангаров мы переходим к строительству многоэтажных жилых комплексов, одиночных прочных объектов и высотных офисных центров на стальных конструкциях. Металл позволяет архитекторам создавать самые уникальные формы, строителям — работать круглый год.

Говоря об экономических выгодах, мы видим революционный подход к составлению бюджета. Во-первых, это колоссальное сокращение сроков — на 60–70 % по сравнению с консервативными методами. То, что строилось месяцами, монтируется за дни. Во-вторых, это прямая экономия бюджета в 30–40 % за счет оптимизации труда и материалов. И в-третьих, стальной каркас примерно в 5 раз легче железобетонного, что позволяет использовать облегченные фундаменты и минимизировать затраты на этом важном этапе.

Рассмотрим последовательно четыре основных классификационных признака.

### 1. По типу конструктивной системы и материала

Исторически сложилось разделение на каркасы из горячекатаного проката (черный металл) и легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Каркасы из горячекатаных профилей являются классическим решением для многоэтажного гражданского и промышленного строи-

тельства, где применяются рамно-связевые системы, а также для создания уникальных большепролетных пространств с использованием арок, ферм и сетчатых оболочек. В последние годы в этом сегменте активно развивается модульный подход, предполагающий заводское изготовление объемных стальных «комнат» высокой готовности. В свою очередь, технологии на основе ЛСТК доминируют в секторе малоэтажного жилья, надстроек и быстровозводимых зданий.

Несмотря на то что каркасы ЛСТК считаются легкими, что тоже является плюсом, они прочные и надежные. Также стальные тонкостенные конструкции обладают высокой геометрической точностью (погрешность при изготовлении профиля равна приблизительно 0,5 мм), во многом благодаря этому, дома из ЛСТК и строятся так быстро, к тому же данное преимущество позволяет более точно рассчитать свои затраты при покупке строительных материалов, ведь докупать что-то еще точно не придется. [1]

Для наглядности можно представить, что если горячекатаный профиль сравним с разрушенным скелетом кита (огромная несущая способность, но структура массы), то ЛСТК — это ажурный каркас стрекозы, который при минимальном весе сохраняет жесткость, предусмотренную для малоэтажного строительства. Именно эта аналогия помогает проектировщикам расположить выборки между двумя классами.

## 2. Классификация по степени индустриализации и методам монтажа

Эволюция проблемы определила переход от традиционного поэлементного монтажа к более индустриальным методам. Крупноблочный монтаж — сборка основных узлов на Земле с будущим подъемом объем высотных работ и повышение точности.

Метод «Лифт-плита», несмотря на свой «возраст» (разработанный еще в середине XX века), сегодня переживает второе рождение благодаря внедрению компьютерного управления. Если ранее риск рассинхронизации домкратов был высоким, то ограничение применения метода, то теперь лазерные датчики и обратная связь в первую очередь вызывают подъем рутинной плиты, а не экстремальную операцию. Этот лишний раз доказывает, что в классификации важно не только разделение на виды, но и учет технологической эволюции внутри каждого вида.

Следует отметить, что приведенная классификация не противоречит всем возможным методам монтажа, однако она отслеживает основную закономерность: повышение уровня индустриализации всегда связано с переносом основной доли работ с высоты на землю. Этот принцип остается ключевым при разработке любых новых технологических решений в строительстве.

## 3. Классификация по уровню цифровизации

Современные технологии немыслимы без цифровой экономики. Основу составляет BIM (информационное моделирование), в рамках которого реализуется принцип DFMA (проектирование для производства и сборки) — это концепция проектирования, целью которой является оптимизация процесса производства и сборки продукции и снижение затрат. [2] Продвинутый этап — создание

объекта «цифрового двойника». Автоматизация отражает роботизированные заводские цеха и стройплощадки (дроны, экзоскелеты и системы лазерного сигнала).

Например, в проектах с использованием BIM и DFMA любая коллизия (скажем, пересечение вентиляционной шахты с перекрытиями балки) выявляется не на стройплощадке, где ее устранение стоит несколько недель простоя, а на этапе проектирования, за последние автоматические проверки. В результате того, что простые краны и монтажные бригады сокращаются до минимума, точность сборки становится ювелирной.

## 4. Классификация по технологиям организации операций и работ

Выделяются два основных типа неразъемных соединений: болтовые (доминируют в монтаже из-за скорости) и сварные (основа заводского изготовления). Для каркасов из ЛСТК используются самонарезающие винты.

Как видно из приведенных четырех классификаций, выбор технологии не сводится к какому-то одному параметру — материалу или типу монтажа. Это сложная задача, где тип конструкции (горячекатаный против ЛСТК) закладывается на метод монтажа (поэлементный, крупноблочный, модульный), а тот, в свою очередь, корректируется уровнем цифровизации и типом соединений. Именно такой многоуровневый подход позволяет избежать упрощений и найти действительно надежное решение для конкретного проекта.

## Вывод

Современная классификация отражает не просто набор вариантов, а единую цепочку развития, где технологии переплетаются, создают качественные, более управляемые и научные способы быстрого возведения здания.

Литература:

1. URL: <https://optimumhouse.ru/construction/doma-iz-lstk-preimushhestva-domov-po-karkasnoj-tehnologii.html>.
2. URL: <https://forwaytech.ru/services/pcba/dfma/>

## Технологии производства штукатурных работ

Царева Полина Валерьевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Селезнева Жанна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент

Самарский государственный технический университет

*В данной статье рассматриваются различные современные подходы к модернизации и совершенствованию технологий штукатурных работ, а также инновационные технологии и материалы, повышающие качество отделки и производительность работ. Автор анализирует переход от традиционных методов к автоматизированному проектированию составов смесей. В работе обоснована эффективность интеграции принципов бережливого производства (Lean Construction), позволяющих минимизировать технологические простои и снизить влажность отделочных процессов. Рассмотрены экологические аспекты внедрения бесцементных геополлимерных смесей.*



**Ключевые слова:** штукатурные работы, механизация строительства, оштукатуривание, современные технологии, механизированный способ, роботизированный метод, строительные смеси, контроль качества, автоматизация, бережливое производство, механизированное нанесение, гипсовые смеси.

**Ш**тукатурные работы — это процесс нанесения выравнивающего отделочного слоя на поверхность внутри и снаружи зданий, обеспечивающий подготовку под чистовую отделку с помощью нанесения растворов. Практически каждый ремонт начинается с выравнивания поверхности оштукатуриванием [5]. Механизация штукатурных работ позволила значительно упростить его и ускорить нанесение раствора на стены.

В наше время актуальным вопросом является отделка стен наружных и внутренних поверхностей. Применение штукатурных растворов позволяет не только улучшить эстетические характеристики объектов, но и существенно повысить их эксплуатационные свойства: защищенность от внешних воздействий, энергоэффективность и геометрию поверхностей [3].

Штукатурные работы традиционно занимают значительную долю в общей трудоемкости строительно-монтажных работ. Они являются одним из ключевых этапов строительства. Данные работы включают в себя подготовку поверхности, нанесение материала и его последующую сушку. Современные технологии позволяют значительно улучшить качество и долговечность зданий.

Эволюция технологий штукатурных работ прошла несколько этапов: от полностью ручного труда к комплексной автоматизации с элементами искусственного интеллекта.

Традиционная ручная технология представляет собой приготовление раствора, нанесение, разравнивание и затирку (Рис. 1). Ручное нанесение материала в штукатурных работах является наиболее распространенным методом, который до сих пор используется многими строительными компаниями. Данная технология осуществляется вручную с помощью кистей, шпателей и других инструментов [1]. Она сохраняет применение при малых объемах работ, а также в случаях, когда объект не позво-

ляет использовать механизированное оборудование. К недостаткам можно отнести то, что ручное нанесение смеси имеет высокую зависимость от квалификации работника, большую продолжительность работ, значительные потери материала.

Механизированная технология предполагает использование растворонасосов и штукатурных станций для подачи и нанесения готового раствора (Рис. 2). Такое нанесение материала, является одним из самых эффективных способов нанесения материала в штукатурных работах. Оно осуществляется с помощью специального оборудования, в которое проведена вода, и обеспечивает повышение производительности труда в 2–3 раза по сравнению с ручным методом [2]. Необходимо засыпать сухую смесь в бункер для приготовления раствора. После чего он подается по шлангу к месту, которое необходимо выровнять, и пистолетом наносится на поверхность. Однако последующее выравнивание так же осуществляется вручную.

Роботизированная технология — это новая технология, которая позволяет наносить материал с помощью специальных роботизированных комплексов и автоматизированных манипуляторов, которые равномерно распределяют материал по поверхности стены или потолка, с точностью нанесения  $\pm 1-2$  мм, полностью исключая ручной труд на этапе выравнивания (Рис. 3).

Сравнивая технологии штукатурных работ, можно сделать следующие выводы: ручной метод нанесения материала является наиболее гибким и экономичным; машинный метод нанесения материала обладает высокой скоростью и эффективностью, чем ручная технология; автоматический метод нанесения материала имеет возможность работы в автоматическом режиме с дистанционным управлением, а также обладает высокой степенью автоматизации, что позволяет сократить количество рабочих мест.



Рис. 1. Традиционная ручная технология



Рис. 2. Механизированная технология

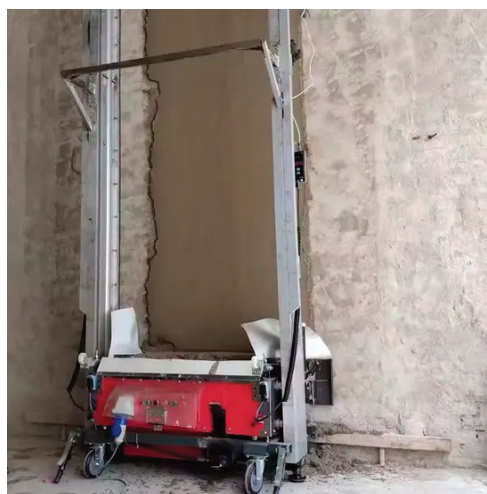


Рис. 3. Роботизированная технология

Главным составляющим совершенствования материально-технической базы для штукатурных работ является развитие приготовления и подачи смесей. Штукатурные смеси — это составы, применяемые в строительстве для выравнивания и защиты поверхностей от влаги, используемые при внешних и внутренних работах. В современных условиях для производства штукатурных работ можно применять различные виды штукатурных смесей. Одним из основных материалов является цементно-песчанная смесь (ЦПС). Она остается востребованным материалом благодаря своей доступности и простоте использования, но также имеет ряд недостатков: низкая прочность, разрушение от воздействия атмосферных осадков и т. д.

Основные виды штукатурных смесей:

— Смеси на гипсовой основе. Эту смесь применяют только внутри помещений (идеальны для жилых комнат) из-за боязни влаги. Однако гипсовые составы имеют множество преимуществ, таких как пластичность, быстрое высыхание, экономия в расходовании, улучшение тепло- и звукоизоляции. Стоимость — это единственный минус этой смеси. Как правило, цена гипсовой смеси машинного нанесения на порядок выше аналогов.

— Смеси на цементной основе. Этот вид раствора универсален, потому что может использовать как внутри, так и снаружи здания. Цементные составы имеют множество

достоинств: высокая прочность, устойчивость к влаге и перепадам температуры. Обычно состоят из цемента, песка и добавок.

— Цементно-известковые смеси. Они долговечны и обладают высокой пластичностью за счет извести.

— Декоративные смеси. Такой вид используют для финишной отделки с уникальной текстурой.

Независимо от разновидности состава, смеси должны отвечать необходимым нормам и требованиям. К примеру, готовый раствор не должен быстро схватываться, раствор должен быть жидкой консистенции без расслоений. Смеси поставляются сухими (требуют затворения водой) или готовыми к применению, обеспечивая адгезию, паропроницаемость и возможность создания декоративных фактур.

Таким образом проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективными являются технологии, сочетающие механизированное нанесение смесей с применением систем лазерного позиционирования и последующим цифровым контролем геометрии. Такие решения обеспечивают повышение производительности труда в 3–5 раз по сравнению с ручным методом, снижение расхода материалов и достижение точности геометрических параметров, соответствующей современным стандартам высокоточного строительства.

Литература:

1. Белов В. В., Куприянов В. Н. Современные технологии отделочных работ: механизация, автоматизация, цифровизация. — М.: Издательство АСВ, 2023. — 312 с.
2. Чередниченко Т.Ф., Мамиров М. У. Совершенствование современных технологий производства штукатурных работ 1 Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ) — 2020 — С. 247–282.
3. Зайцев Ю. В., Логанина В. И. Сухие строительные смеси нового поколения: состав, свойства, применение. — М.: Инфра-Инженерия, 2023. — 284 с.
4. Тюрина А. В., Рязанова Г. Н. Современные технологии выполнения штукатурных работ. // Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа— 2025— С. 58–60.
5. Кузнецов А. А. Совершенствование организации отделочных процессов на основе принципов бережливого строительства // Промышленное и гражданское строительство. — 2023. — № 8. — С. 31–37.
6. Иванникова Н. А., Духанин П. В., Жолобов А. Л. Исследование и совершенствование восстановительных штукатурных работ для поверхностей строительных конструкций// Перспективы развития строительного комплекса— 2012. — С. 15–21.
7. Смирнов В. А. Цифровой контроль качества в строительстве: методы и средства. — СПб.: Политех-Пресс, 2023. — 198 с.
8. Федоров С. В. Применение аддитивных технологий в строительной отделке // Технологии строительства. — 2024. — № 4. — С. 22–29.
9. Чернышов Е. М., Потапов А. В. Роботизация строительных процессов: состояние и перспективы // Механизация строительства. — 2023. — № 6. — С. 14–21.
10. Шилова Т. А. Экологические аспекты производства штукатурных работ: современные подходы // Экология и промышленность России. — 2024. — № 2. — С. 37–43.

## Применение инновационных материалов для подземных конструкций в малоэтажном строительстве

Штанов Константин Павлович, студент магистратуры

Научный руководитель: Селезнева Жанна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент  
Самарский государственный технический университет

*В исследовании особое внимание уделяется перспективным инновационным материалам, таким как самовосстанавливающиеся бетоны, композитные материалы и наноструктурированные композиты. Рассматриваются их ключевые преимущества и потенциальные области применения в подземных сооружениях. В статье представлены методы внедрения этих материалов, проанализированы возможные риски, связанные с их использованием, и предложены пути их минимизации. В качестве оптимального решения предлагается комплексный подход, основанный на синергии современных материалов и передовых технологий проектирования и мониторинга состояния конструкций. Такой подход позволит существенно повысить эффективность и надёжность малоэтажного строительства.*

**Ключевые слова:** малоэтажное строительство, инновационные материалы, повышение надёжности, подземные конструкции, долговечность, безопасность, композиты.

В малоэтажном строительстве придают большое значение созданию устойчивых зданий, которые служат долго и требуют минимального ремонта. Подземные части зданий — фундаменты, подпорные стены, коммуникации — работают постоянно под воздействием влаги, химических веществ и нагрузок. Традиционные материалы, такие как обычный бетон и сталь, со временем подвержены разрушению, коррозии и требуют постоянного обслуживания. Это вызывает дополнительные расходы и влияет на экологию. Также можно выделить:

- Коррозия: металлические элементы и даже бетон подвержены коррозии под воздействием воды и агрессивных химических веществ.
- Ограниченная долговечность: традиционные бетонные материалы имеют срок службы до 50–70 лет без значительных ремонтов, что увеличивает затраты на эксплуатацию.
- Необходимость постоянного технического обслуживания и ремонта ведет к росту общих затрат.
- Высокие затраты и энергопотребление: использование цемента и стальных компонентов связано с вы-



бросами углекислого газа и другими экологическими проблемами.

– Слабая адаптация к воздействиям: классические материалы не позволяют легко адаптировать конструкции под меняющиеся требования эксплуатации.

– Теплопотери: до 20 % тепла уходит из дома через неутепленный фундамент в грунт.

На сегодняшний день наука идет вперед, и с каждым годом появляется всё больше новых материалов и технологий, которые двигают строительство к развитию и совершенствованию. Внедряются новые технологии и методы возведения, однако одним из ключевых факторов остаются материалы. Новые материалы развиваются стремительно — они предлагают возможность повысить долговечность, снизить затраты и увеличить эффективность строительных решений.

Традиционные материалы хороши своей проверенной надежностью и знакомством со специалистами, однако у них есть существенные недостатки. Например, обычный бетон — самый распространенный материал для подземных конструкций — обладает высокой прочностью, достаточно экономичен и широко применяется. Но он подвержен трещинам, особенно под воздействием воды и химикатов, а также со временем разрушается из-за влаги и химических веществ. Кроме того, при повреждении трещинами стандартный бетон требует ремонта, что увеличивает затраты.

Сталь используется в качестве армирующего элемента. Несмотря на свою прочность, она склонна к коррозии при воздействии воды и кислых сред, что требует дорогостоящей защиты или специальной обработки. Также сталь тяжелая, что влияет на стоимость и удобство монтажа.

В этом направлении разрабатываются новые материалы — передовые решения, способные существенно увеличить долговечность и стабильность подземных сооружений. Одним из таких материалов является самовосстанавливающийся бетон, в состав которого добавлены микрокапсулы [1]. При взаимодействии лактата кальция с бактериями происходит химическая реакция,

образующая известняк, заполняющий трещины, а процесс затвердевания геля занимает неделю; в активную фазу организмы переходят, когда созданы соответствующие условия, то есть при нарушении внутренней структуры бетона. Это увеличивает срок службы конструкции и уменьшает затраты на ремонт.

Одно из важных нововведений — гидрофобные покрытия и экологичные материалы. Они проникают в поры бетона в жидкой форме и реагируют с ним, образуя смолу, создающую защитную пленку. Эти покрытия снижают водопоглощение, проницаемость и смачиваемость бетона. Благодаря таким защитным слоям подземные конструкции становятся более долговечными, а их эксплуатация — менее затратной [2].

Так же можно отметить то, что, под землёй конструкции сталкиваются с влагой, солью, морозами и блуждающими токами. Классическая стальная арматура дешёвая и прочная, но ржавеет и требует толстого слоя бетона для защиты. Покрытая сталь, нержавеющая и duplex лучше защищают от коррозии, но дороже; композитный материал, армированный стекловолокном (FRP) не ржавеет, лёгкий и не проводит ток, но менее жёсткий и хуже переносит огонь. Биметаллическая арматура и текстильные сетки дают баланс цены и долговечности; сетки подходят для тонких стен. В агрессивных грунтах выбирают FRP или нержавейку; в обычной среде — сталь; новые материалы дороже, но со временем станут доступнее [3, 4].

Подводя итог, можно сделать выводы, что дальнейшее развитие и широкое внедрение инновационных материалов в малоэтажном строительстве откроет новые возможности для повышения надежности и долговечности зданий, а также позволит существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Такой подход способствует созданию современного, экологически ответственного и экономически оправданного строительства, способного эффективно противостоять вызовам времени и изменяющихся условий эксплуатации. Это — важный шаг к формированию устойчивого будущего в сфере малоэтажного строительства.

#### Литература:

1. Ахматова М.И Применение самовосстанавливающегося бетона в строительстве/ М. И. Ахматова, А. Р. Ахматов, И. Р. Ахматов/Технические и естественные науки, статья в сборнике трудов конференции/Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М. Д. Миллионщикова –Грозный.2021.- С.16–19.- EDN: UBJLFO
2. Массалимов И. А. Гидрофобизация бетона и газобетона пропиткой полисульфидом кальция/И. А. Массалимов, Б. И. Массалимов, Б. С. Ахметишин, А. Н. Хусаинов, Ш. С. Муставакулов, А. Г. Мустафин/ Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал, статья в журнале — научная статья/ Уфимский университет науки и технологий-УФА.2024.-С.140–151.- EDN: ALVEGU
3. Горбач П. С. Самовосстанавливающийся и токопроводящий бетон/ П. С. Горбач, П. А. Шустов, Е. В. Пляскин/ Современные технологии и научно-технический прогресс, статья в журнале — материалы конференции / Ангарский государственный технический университет-Ангарск.2023.-С.157–158.- EDN: YXFYMO
4. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. — М.: Минстрой России, 2018. — 156 с.

## МЕДИЦИНА

### Thyroid Dysfunction in Chronic Kidney Disease and Hemodialysis Patients

Altynbekova Saule Abaykyzy, assistant professor

Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov (Almaty, Kazakhstan)

Sydykova Bibinur Kabdigalkyzy, head of department

«KSPH» University (Almaty, Kazakhstan)

Al-Dawdiah Omar, student intern;

Zhumanova Dina, student intern;

Dastanbek Dinara, student intern;

Salykbayev Azamat, student intern;

Gizatullin Ravil, student intern;

Amjad Ahmed, student intern

Kazakh National Medical University named after S. D. Asfendiyarov (Almaty, Kazakhstan)

*Background:* The interchangeable relationship between chronic kidney disease (CKD) and thyroid dysfunction has significantly gained the attention of researchers over the past decade. Patients with advanced CKD, those particularly on hemodialysis, tend to have a higher risk and probability to develop thyroid abnormalities in comparison to the general population [1]

*Objective:* This comprehensive review combines results from 2020–2026 regarding the prevalence, determinants, clinical implications, and management considerations of thyroid dysfunction in patients with CKD and are undergoing hemodialysis.

*Methods:* A systemic literature search was conducted on PubMed, Scopus, as well as Web of Science for studies published between January 2020 and March 2026. The search resulted in thirty-four studies matching the inclusion criteria being analyzed.

*Results:* Hypothyroidism in CKD patients prevalence ranges from 5.4 % to 23–28 % in early stages and end-stage kidney disease, respectively [2,3]. 57.8–75 % of the case were diagnosed with subclinical hypothyroidism [1,4]. Advanced age, declining glomerular filtration rate, low serum albumin, and proteinuria were key determinants of hypothyroidism development. The low T3 syndrome represents the most common laboratory abnormality [5]. The latest evidence states that roxadustat, a novel therapeutic agent, induces reversible central hypothyroidism [6,7]. Complex mechanisms such as peripheral hormone metabolism, urinary hormone loss, hemodilution effects, and cytokine-mediated disturbances are involved in the thyroid-kidney interplay [8,9].

*Conclusion:* Thyroid dysfunction is of high prevalence among the CKD patients and the severity is directly proportional with the stage of the disease. The future researches should focus on the aspects of optimal management strategies along with long-term outcomes of thyroid hormone replacement in this population [10].

**Keywords:** chronic kidney disease, hemodialysis, hypothyroidism, subclinical hypothyroidism, thyroid dysfunction, end-stage renal disease

#### 1. Introduction

A complex interrelated function is present between kidneys and the thyroid gland which has significant clinical implications. A major role in metabolizing, degrading, and excreting thyroid hormones is played by the kidney, while the thyroid hormones are of importance for renal embryogenesis, growth, and normal renal physiological functioning [1].

Chronic kidney disease (CKD) is global public health issue of increasing concern in the past decade, that approximately affects 10–15 % of the population worldwide. The National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcome Quality Initiative (K/DOQI) defines CKD as the renal abnormalities that persists for more than three months with or without decreased glomerular filtration rate (GFR), progressing through stages resulting in end-stage kidney disease (ESKD) [1]. Hemodialysis is the modulator of ESKD management worldwide, which sustains millions of patients [11].

Several studies concluded that patients with advanced CKD mainly those on maintenance hemodialysis, are more likely to have thyroid abnormalities in comparison to age-matched population with normal renal function [12].

Biochemical abnormalities are not the only complication of thyroid dysfunction in CKD patients; it was stated that these patients have an increased cardiovascular morbidity, renal failure progression, as well as increased risk of mortality [13–15]. Confounding factors including altered protein-binding, hemodialysis effects, and metabolites accumulation limit thyroid functions in CKD [9,16].



2. Methodology

2.1. Search strategy

According to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines, a systematic literature review was conducted. PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of science, and Google Scholar were the electronic database used to search for studies published between January 1, 2020, and March 15, 2026.

2.2. Inclusion and Exclusion criteria

Inclusion Criteria:

- 1. Study published between January 2020 and March 2026
- 2. Study examines thyroid function in adult patients ( $\geq 18$  years) with CKD (any stage) or undergoing hemodialysis
- 3. Studies reporting prevalence, determinants, clinical outcomes, or management of thyroid dysfunction
- 4. Published in English
- 5. Full-text availability

Exclusion Criteria:

- 1. Published before 2020
- 2. Case reports, case series ( $<10$  patients), editorials, commentaries, and conference abstracts
- 3. Studies focused exclusively on pediatric populations
- 4. Duplicate publications or overlapping cohorts

3. Results

3.1. Study Selection and Characteristics

The primary result of the database search was 847 potentially relevant record. 613 articles underwent title and abstract screening after removing the duplicates ( $n=234$ ). Full-text review of 97 articles yielded and resulted in 34 studies meeting the mentioned inclusion criteria. Their characteristics are summarized in Table 1

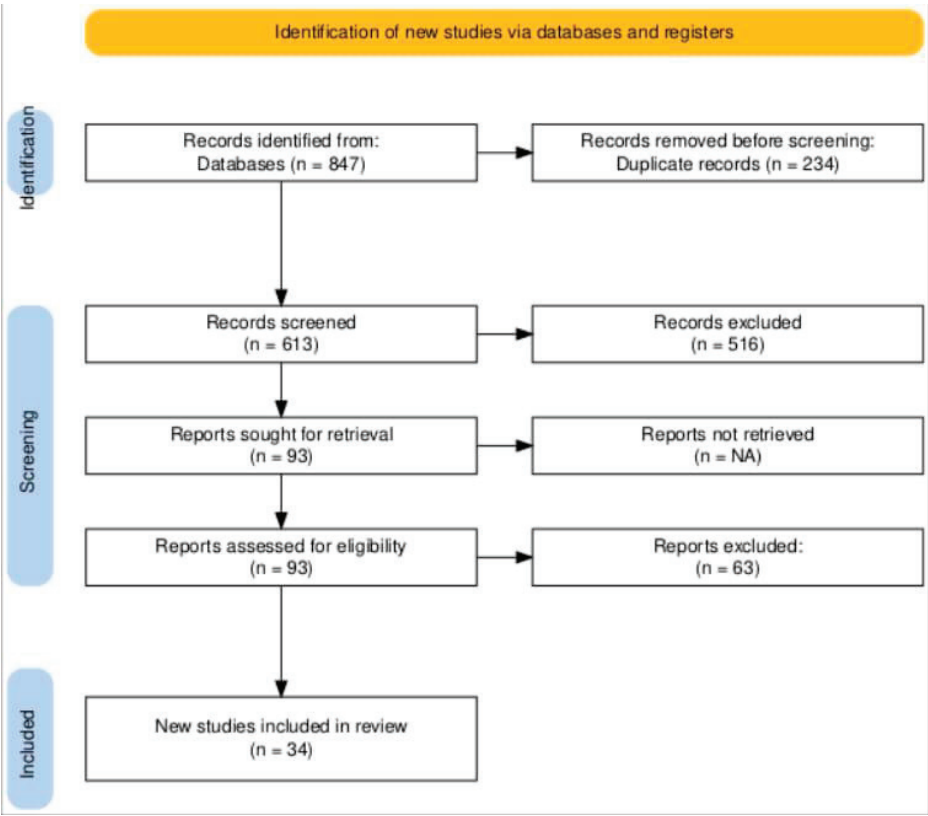


Fig. 1. PRISMA Flow Diagram

Table 1. **Characteristics of Included studies**

First Author	Year	Country	Study Design	Population	Sample Size	Key Focus
Adani	2023	Somalia	Cross-sectional	Hemodialysis	301	Prevalence, determinants
Agahi	2024	Iran	Review	CKD all stages	N/A	Thyroid-renal interrelationship
Ansari	2023	India	Cross-sectional	CKD stages 1–5	200	Thyroid dysfunction by stage
Asmar	2023	Lebanon	Cohort (10-year)	Hemodialysis	188	Anemia, mortality
Burton	2021	UK	Review	Hemodialysis	N/A	Advances in hemodialysis
Cheng	2025	China	Cross-sectional	CKD stages 1–5	1,842	CKD-thyroid hormones
Farhana	n.d	India	Cross-sectional	CKD	100	Thyroid profile
German	2025	Pakistan	Cross-sectional	ESKD	185	Thyroid dysfunction
Gomba	2024	Nigeria	Cross-sectional	CKD	200	Prevalence, patterns
Hafed	2024	Saudi Arabia	Cross-sectional	CKD stages 3–5	164	Thyroid function
Haja	2025	India	Cross-sectional	CKD	120	Thyroid hormone status
Huang	2020	USA	Cohort	CKD (age ≥55)	195,417	Hypothyroidism-CKD association
Inaba	2021	Japan	Cross-sectional	Hemodialysis	686	FT3/FT4 ratio
Kashif	2023	India	Cross-sectional	CKD	200	Thyroid dysfunction
Kim	2023	Korea	Population-based	General with CKD	3,765	Subclinical thyroid dysfunction
Matsuoka-Uchiyama	2022	Japan	Cross-sectional	CKD	422	Hypothyroidism-proteinuria
Narasaki	2021	USA	Review	CKD	N/A	Thyroid-kidney interplay
Obasuyi	2023	Nigeria	Cross-sectional	CKD	160	Spectrum of dysfunction
Otsuka	2024	Japan	Retrospective cohort	Hemodialysis	98	Roxadustat and hypothyroidism
Pujitha Mallina	2025	India	Cross-sectional	CKD	200	Renal function with/without hypothyroidism
Raj	2023	India	Cross-sectional	CKD	150	Thyroid abnormalities
Ratiu	2026	Romania	Cross-sectional	Hemodialysis	112	Drivers of hypothyroidism
Sanai	2021	Japan	Prospective	Hemodialysis	50	Hemodilution effects
Scandelai	2025	Brazil	Cross-sectional	CKD stages 3–4	86	Thyroid function-proteinuria
Schultheiss	2021	Germany	Cohort (GCKD study)	CKD stages 2–4	5,045	Thyroid function, renal events
Shakya	2023	India	Cross-sectional	ESKD	108	Thyroid-ESKD interactions
Sinjari	2022	Iraq	Cross-sectional	CKD	120	Thyroid function disorders
Spahia	2023	Kosovo	Review	CKD	N/A	Subclinical hypothyroidism
Topal	2023	Turkey	Cross-sectional	Hemodialysis	98	Klotho, anemia
Xu, W	2021	China	Cross-sectional	CKD stages 3–5	280	Thyroid autoantibodies, CVD
Xu, Y	2024	USA	Cross-sectional + MR	General population	12,548	Hypothyroidism-CKD relationship
You	2022	USA	Prospective cohort	Hemodialysis	145	TSH, endothelial dysfunction
Yuasa	2020	Japan	Cross-sectional	CKD stages 1–5	448	Hypothyroidism prevalence
Yuasa	2023	Japan	Cross-sectional	CKD	60	Urinary thyroid hormone excretion
Zhang	2022	China	Retrospective	CKD with crescents	168	FT3/FT4 ratio as biomarker
Zhao	2025	China	Review	Dialysis/CKD	N/A	Thyroid hormone replacement
Zheng	2023	China	Cohort	Renal anemia	210	Roxadustat, thyroid function

3.2. Prevalence of Thyroid Dysfunction in CKD

3.2.1. Overall Estimate of Prevalence

Study	Population	Country	Hypothyroidism (%)	Subclinical Hypothyroidism (%)	Overt Hypothyroidism (%)	Low T3 Syndrome (%)
Hemodialysis/ ESKD Populations						
Adani 2023	Hemodialysis	Somalia	28	16.0 (57.8 % of hypothyroid)	11.6 (42.2 % of hypothyroid)	NR
German 2025	ESKD	Pakistan	31.4	24.3	7	NR
Inaba 2021	Hemodialysis	Japan	NR	NR	NR	Reduced FT3/ FT4 ratio common
Shakya 2023	ESKD	India	33.3	23.1	10.2	41.70 %
Ratiu 2026	Hemodialysis	Romania	25.9	19.6	6.3	33.00 %
You 2022	Hemodialysis	USA	Elevated TSH common	NR	NR	NR
CKD All Stages						
Ansari 2023	CKD 1–5	India	32	22	10	15.50 %
Cheng 2025	CKD 1–5	China	23.1	17.3	5.8	28.40 %
Gomba 2024	CKD	Nigeria	26.5	20.5	6	18.00 %
Haja 2025	CKD	India	29.2	21.7	7.5	NR
Kashif 2023	CKD	India	30.5	23	7.5	NR
Obasuyi 2023	CKD	Nigeria	27.5	20	7.5	31.30 %
Raj 2023	CKD	India	28.7	20.7	8	22.00 %
Yuasa 2020	CKD 1–5	Japan	19.2	14.5	4.7	NR
Early CKD (Stages 1–3)						
Huang 2020	CKD (age≥55)	USA	12.8	NR	NR	NR
Kim 2023	CKD	Korea	14.2	11.8	2.4	NR
Scandelai 2025	CKD 3–4	Brazil	20.9	17.4	3.5	NR
Schultheiss 2021	CKD 2–4	Germany	10.5	8.7	1.8	NR
Xu, Y. 2024	General with CKD	USA	11.3	NR	NR	NR

Between 25.9–33.3 % of the cases of hypothyroidism in patients undergoing hemodialysis were subclinical hypothyroidism, making it the majority (57.8–77.4 %). According to Adani et al. [1] hypothyroidism was found in 28 % of Somali hemodialysis patients, of which 57.8 % of them were exhibiting subclinical and 42.2 % over hypothyroidism. German et al. [17] showed 31.4 % hypothyroidism among Pakistani ESKD patients (24.3 % subclinical, 7.0 % overt), while in Shakya et al. [9] 33.3 % in Indian ESKD patients (23.1 %, 10.2 % overt)

Non-CKD populations had a prevalence of hypothyroidism ranging between 10.5–32.0 %, which shows a clear association with the disease severity [13, 18]. Ansari et al. [19] documented 32.0 % overall hypothyroidism across CKD stages 1–5 in India. Low T3 syndrome (euthyroid sick syndrome) was found out to be highly prevalent, affecting 15.5–41.7 % of CKD patients [5, 20, 21].

3.2.2 Prevalence by CKD Stage

A consistent pattern was found across the studies: thyroid dysfunction prevalence shows an abrupt increase and progression with the renal function decline [19,22]. Adani et al. [1] cited the Third National Health and Nutrition Examination Survey

(NHANES), stating hypothyroidism prevalence of 5.4 %, 10.9 %, 20.4 %, 23.0 %, and 23.1 % among individuals with eGFRs of  $\geq 90$ , 60–89, 45–59, 30–44, and  $< 30$  mL/min/1.73m<sup>2</sup>, respectively.

According to Yuasa et al. [7] Japanese patients had a prevalence of hypothyroidism in CKD stage 3–12.3 %, CKD stage 4–18.7 %, and 24.5 % in stage 5. In a Korean study carried by Kim et al. [12] found an increase of prevalence with declining eGFR. Matsuoka-Uchiyama [23] and Scandelai et al. [16] have also confirmed the reduced kidney function and higher rates of hypothyroidism.

#### 4. Discussion

This comprehensive review synthesizes evidence from 34 studies published between 2020–2026, providing updated insights into the complex relationship between thyroid dysfunction and chronic kidney disease [8,24]. The findings confirm that thyroid abnormalities, particularly hypothyroidism, are highly prevalent across the CKD spectrum and correlate with disease severity.

##### 4.1 Prevalence in Context

Estimates of prevalence synthesized in the CKD population with thyroid dysfunction (25.9–33.3 % in hemodialysis, 10.5–32.0 % in CKD) surpasses those in the general population (4–10 % hypothyroidism), which is a confirmation that CKD is of high-risk significance for thyroid dysfunction [12,25]. Subclinical hypothyroidism predominance [26] does suggest that thyroid failure traditional mechanisms may be supplemented as well by uremia-related functional disturbances.

##### 4.2 Clinical Significance of Determinants

Modifiable risks factors, such as, hypoalbuminemia, inflammation, and proteinuria, when identified can be potential intervention targets [16,27]. Theoretically nutritional support aimed to improve these factors can improve thyroid function, though prospective validation is required. Thyroid dysfunction was found to be associated with anemia, cardiovascular events and mortality [13,18].

Lower creatinine and overt hypothyroidism association [1,28] challenges the conventional understanding and highlights the unique physiology of hemodialysis patients. This can be possibly explained by the reduce in muscle mass (sarcopenia), which associated with hypothyroidism and is common in dialysis, or by the differential clearance of creatinine in hypothyroid versus euthyroid states. Another novel proposed mechanism contributing to hypothyroidism in proteinuric CKD patients is the loss of thyroid hormones in urine [10].

Roxadustat-induced central hypothyroidism emergence [6,7] shows the great importance in considering iatrogenic, as this medication is gaining wider use. Thyroid function monitoring must be done vigilantly by clinicians in patients receiving Roxadustat, along with differentiating the effect of drug from primary thyroid disease. The role of thyroid autoantibodies and biomarkers such as FT3/FT4 ratio has been explored by some studies to predict outcomes [15, 29].

#### 5. Conclusion

This comprehensive review demonstrates the high prevalence of thyroid dysfunction, particularly hypothyroidism, in the CKD patients, affecting 10–15 % approximately in early CKD patients, and 25–33 % in those with end-stage disease [2, 3]. Subclinical hypothyroidism being predominant, by accounting for 60–75 % of the cases [1, 4, 30].

The clinical implications are substantial, with thyroid dysfunction linked to cardiovascular disease, endothelial dysfunction, anemia, nutritional abnormalities, and increased mortality [14,19,31]. Regular screening is warranted, with careful attention to the confounding effects of uremia, medications, and dialysis procedures on thyroid function test interpretation [9, 16].

Future research should focus on prospective interventional trials to determine the benefits of treating subclinical hypothyroidism, development of CKD-specific diagnostic criteria, and elucidation of optimal management strategies for special situations such as roxadustat-associated dysfunction [5, 10, 32].

#### References:

1. Prevalence and Determinants of Hypothyroidism in Patients on Routine Hemodialysis in Somalia: A Cross-Sectional Study / A. A. Adani, M. O. Siyad, A. M. Adan, M O O Jeele. — Текст: непосредственный // Int J Gen Med. — 2023. — № 16. — С. 905–13.
2. Chronic Kidney Disease and Thyroid Hormones / Y. Cheng, H. Hu, W. Li [и др.]. — Текст: непосредственный // J Clin Endocrinol Metab. — 2025. — № 110(8). — С. e2446–55.
3. Elevated serum thyrotropin levels and endothelial dysfunction in a prospective hemodialysis cohort / A. S. You, M. Budoff, I. Zeb [и др.]. — Текст: непосредственный // Hemodial Int. — 2022. — № 26(1). — С. 57–65.

4. Assessment of Thyroid Hormone Status Among Patients With Chronic Kidney Disease in a Tertiary Care Center: A Cross-Sectional Study / A. Haja, B. M. Rizwan, J. Michael [и др.]. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2025. — № 17(12).
5. Sinjari, H. Y. Thyroid Function Disorders in Patients with Chronic Kidney Disease / H. Y. Sinjari, J. M. Ibrahim. — Текст: непосредственный // Medical Journal of Babylon. — 2022. — № 19(1). — С. 76–80.
6. Understanding the Drivers of Hypothyroidism in Patients Undergoing Chronic Hemodialysis / I. A. Ratiu, E. E. Babeş, L. M. Georgescu [и др.]. — Текст: непосредственный // Diagnostics (Basel). — 2026. — № 16(2):177.
7. Prevalence of hypothyroidism in Japanese chronic kidney disease patients / R. Yuasa, Y. Ohashi, A. Saito [и др.]. — Текст: непосредственный // Ren Fail. — 2020. — № 42(1). — С. 572–9.
8. Assessment of Renal Function in Patients with Chronic Kidney Disease with and without Hypothyroidism / Mallina Pujitha, Rajan Vinay, Kumar Eswar, Prasad Gullipalli. — Текст: непосредственный // Ethiop J Health Sci. — 2025. — № 35(1).
9. Evaluation of Interactions Between Thyroid Dysfunction in End-Stage Renal Disease Patients: A Cross-Sectional Study / S. Shakya, S. Kumar, V. Verma [и др.]. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2023.
10. Urinary excretion of thyroid hormone in CKD patients: a proof-of-concept of nephrogenic hypothyroidism / R. Yuasa, M. Muramatsu, A. Saito [и др.]. — Текст: непосредственный // Ren Fail. — 2023. — № 45(2).
11. Recent advances in treatment of haemodialysis / J. O. Burton, R. W. Corbett, P. A. Kalra [и др.]. — Текст: непосредственный // J R Soc Med. — 2021. — № 114(1). — С. 30–7.
12. Subclinical thyroid dysfunction and chronic kidney disease: a nationwide population-based study / H. J. Kim, S. J. Park, H. K. Park [и др.]. — Текст: непосредственный // BMC Nephrol. — 2023. — № 24(1). — С. 64.
13. Thyroid function, renal events and mortality in chronic kidney disease patients: the German Chronic Kidney Disease study / U. T. Schultheiss, I. Steinbrenner, M. Nauck [и др.]. — Текст: непосредственный // Clin Kidney J. — 2021. — № 14(3). — С. 959–68.
14. Relationship between hypothyroidism and chronic kidney disease: Results from the National Health and Nutrition Examination Survey 2007 to 2012 and Mendelian randomization study / Y. Xu, X. Wang, G. Wang [и др.]. — Текст: непосредственный // Medicine. — 2024. — № 51. — С. e40925.
15. Topal, M. The association of soluble Klotho levels with anemia and hemoglobin variability in hemodialysis patients / M. Topal, I. Guney. — Текст: непосредственный // Semin Dial. — 2023. — № 36(2). — С. 142–6.
16. Correlation between thyroid function and proteinuria in patients with chronic kidney disease stages 3 and 4 / K. S. Scandelai, P D B F A Vianna, J P B Sanches [и др.]. — Текст: непосредственный // Int Urol Nephrol. — 2025. — № 12. — С. 4309–14.
17. Thyroid Dysfunction in Patients With End-Stage Renal Disease: A Single-Centered Experience From Pakistan / S. German, S. Bhatti, T. Waqar [и др.]. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2025. — № 1.
18. Correlation between thyroid autoantibodies and cardiovascular disease in patients with stages 3–5 chronic kidney disease / W. Xu, S. Liang, Y. Huang [и др.]. — Текст: непосредственный // Ann Transl Med. — 2021. — № 9(16). — С. 1301.
19. Thyroid Dysfunction at Different Stages of Chronic Kidney Disease: A Cross-Sectional Study at a Rural Teaching College in Central India / I. Ansari, S. Kumar, S. Acharya [и др.]. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2023. — № 7. — С. e42130.
20. Hemodilution Impacts Assessment of Thyroid Status before and after Hemodialysis in Patients with End-Stage Renal Disease / T. Sanai, K. Okamura, T. Onoue [и др.]. — Текст: непосредственный // Am J Nephrol. — 2021. — № 51(12). — С. 988–94.
21. The Prevalence of Thyroid Abnormalities in Patients With Chronic Kidney Disease: A Cross-Sectional Study at a Tertiary Care Hospital / R. Raj, V. Kumar, D. Bhushan [и др.]. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2023. — № 8.
22. Thyroid Dysfunction and Chronic Kidney Disease: A Study Among the Northeastern Population of India / M. Kashif, M. S. Hussain, M. Anis, P. K. Shah. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2023. — № 15(5).
23. The association between hypothyroidism and proteinuria in patients with chronic kidney disease: a cross-sectional study / N. Matsuoka-Uchiyama, K. Tsuji, Y. Sang [и др.]. — Текст: непосредственный // Sci Rep. — 2022. — № 12(1). — С. 14999.
24. Interrelationship between thyroid hormones and reduced renal function, a review article / S. Agahi, A. Amouzegar, M. Honarvar [и др.]. — Текст: непосредственный // Thyroid Res. — 2024. — № 17(1).
25. Association between hypothyroidism and chronic kidney disease observed among an adult population 55 years and older / C. W. Huang, B. H. Li, K. Reynolds [и др.]. — Текст: непосредственный // Medicine. — 2020. — № 17. — С. e19569.
26. Subclinical Hypothyroidism, Kidney, and Heart from Normal to Uremic Milieu / N. Spahia, M. Rroji, M. Barbullushi, G. Spasovski. — Текст: непосредственный // Metab Syndr Relat Disord. — 2023. — № 21(8). — С. 415–25.
27. Obasuyi, J. O. Spectrum of Thyroid Dysfunction in Patients with Chronic Kidney Disease in Benin City, Nigeria / J. O. Obasuyi, M. A. Emokpae. — Текст: непосредственный // Medicines. — 2023. — № 10(8). — С. 47.
28. Association of Reduced Free T3 to Free T4 Ratio with Lower Serum Creatinine in Japanese Hemodialysis Patients / M. Inaba, K. Mori, Y. Tsujimoto [и др.]. — Текст: непосредственный // Nutrients. — 2021. — № 13(12).



29. The serum free triiodothyronine to free thyroxine ratio as a potential prognostic biomarker of chronic kidney disease in patients with glomerular crescents: A retrospective study / L. Zhang, Y. Wu, Y. Nie [и др.]. — Текст: непосредственный // Front Endocrinol (Lausanne). — 2022. — № 13.
30. Assessment of Thyroid Function in Chronic Kidney Disease Patients at King Abdulaziz Medical City / A. B. Hafed, R. K. Abdulkareem, A. M. Almalki [и др.]. — Текст: непосредственный // Cureus. — 2024. — № 11.
31. Roxadustat has risks of reversible central hypothyroidism in patients undergoing hemodialysis: a single-center retrospective cohort study / E. Otsuka, M. Kitamura, S. Funakoshi [и др.]. — Текст: непосредственный // Ren Fail. — 2024. — № 46(2). — С. 2410375.
32. Gomba, V. E. Prevalence and patterns of thyroid dysfunction in chronic kidney disease patients in a tertiary hospital in southern Nigeria / V. E. Gomba, C. Unachukwu, S. Chinenye. — Текст: непосредственный // Int J Res Med Sci. — 2024. — № 12(3). — С. 651–7.

## Виды инсульта. Как распознать инсульт: метод «УДАР»

Дорохова Полина Юрьевна, студент

Научный руководитель: Лущик Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

*В статье представлены основные виды инсульта. Приведены временные периоды развития ишемического и геморрагического инсультов. Рассмотренный метод «УДАР» позволяет повысить настороженность населения в отношении инсульта и обучения базовым навыкам первой диагностики.*

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, геморрагический инсульт, кровообращение, кровоизлияния.

**И**шемический инсульт — это расстройство мозгового кровообращения, которое возникает при закупорки кровеносного сосуда и последующей недостаточностью кровоснабжения оболочек головного мозга.

Геморрагический инсульт — это расстройство мозгового кровообращения, которое возникает из-за разрыва кровеносного сосуда и последующим кровоизлиянием в головной мозг.

Транзиторная ишемическая атака (ТИА)— это временное прекращение кровотока в участке мозга, которое вызывает симптомы, похожие на инсульт, но длится всего несколько минут и не приводит к необратимому повреждению тканей.

Субарахноидальное кровоизлияние — При этой форме кровь попадает под оболочки мозга, вызывая их раздражение, отёк и спазм сосудов. Основные причины:

- Разрыв аневризмы (мешотчатой, S-образной, сферической и др.) — 60 % случаев.
- Артериовенозная мальформация — 5 % случаев.
- Неустановленная причина — примерно 30 % случаев.

— Внутримозговое кровоизлияние

Последствия зависят от объёма крови:

— При большом объёме кровоизлияния формируется внутримозговая гематома, которая сдавливает мозг и смещает его структуры.

— При небольшом объёме кровоизлияния ткань мозга пропитывается кровью, нарушаются функции пострадавших центров.

Основные причины внутримозгового кровоизлияния:

- Артериальная гипертензия
- Внутрочерепная аневризма (включая микроаневризмы после травм или сепсиса)
- Артериовенозная мальформация
- Церебральная амилоидная ангиопатия
- Приём антикоагулянтов или тромболитиков
- Заболевания с геморрагическим синдромом (лейкозы, уремия и др.)

Если кровь прорывается в желудочки мозга, нарушается терморегуляция и жизненно важные функции (дыхание, кровообращение).

Классификация ишемического инсульта по причине закупорки:

— Кардиоэмболический — тромб образуется в сердце (при мерцательной аритмии, инфаркте миокарда) и мигрирует в головной мозг. Возникает в 29 % случаев.

— Артеротромботический — возникает в результате закупорки крупного сосуда атеросклеротической бляшкой или тромбом, который формируется на её поверхности. Возникает в 16 % случаев.

— Лакунарный — возникает при закупорки мелких сосудов, питающих глубокие отделы головного мозга. Часто формируются множественные очаги, на месте которых образуются полости (лакуны). Возникает в 16 % случаев.

— Связанный с другими редкими причинами: васкулит, болезнь «моямая» — прогрессирующее сужение кровеносных сосудов, тромбофилия — формирование тромба. Возникают в 3 % случаев.

— Неизвестной этиологии — механизм возникновения определить не удаётся. [1]

Классификация по длительности симптомов:

— Малый инсульт (микроинсульт) — неврологические нарушения обратимы, длятся от 24 часов до 3 недель.

— Ишемический инсульт со стойкими остаточными явлениями — симптомы сохраняются более месяца.

Классификация по динамике симптомов:

— Острый (прогрессирующий) — симптомы нарастают по мере отмирания тканей мозга.

— Завершившийся — симптомы стабильны не менее недели (либо без изменений, либо постепенно исчезают).

Временные периоды ишемического инсульта:

— Острейший период — первые 3 суток. Первые 4,5 часа обозначают как «терапевтическое окно».

— Острый период — до 28 суток.

— Ранний восстановительный период — до 6 месяцев.

— Поздний восстановительный период — до 2 лет.

— Период остаточных явлений — после 2 лет.

Часто инсульту предшествуют транзиторные ишемические атаки (кратковременные расстройства: головная боль, головокружение, слабость или онемение в одной руке, покалывание в половине тела, изменение чувствительности, временное помутнение зрения на один глаз). Очаг инсульта окончательно формируется через 48–56 часов после прекращения кровотока. Максимальное «терапевтическое окно» для спасения нейронов — от 3 до 6 часов после начала инсульта. Позже развиваются тяжёлые необратимые изменения.

Временные периоды геморрагического инсульта:

— Острый период — первые 3 суток.

— Подострый период — до 3 недель.

— Восстановительный период — от 1 до 6 месяцев.

— Период остаточных явлений — от 6 месяцев и более.

Особенность геморрагического инсульта: быстрое ухудшение состояния в первые часы. Первые минуты кри-

тичны. Если появилась резкая слабость, головокружение, невозможность произнести простое слово или поднять руку — необходимо немедленно вызывать скорую помощь. [3]

### Как распознать инсульт: метод «УДАР»

Если вы подозреваете у человека инсульт, попросите его выполнить несколько простых действий. Их удобно запомнить по аббревиатуре «УДАР». Этот метод позволяет с высокой долей вероятности выявить нарушения работы мозга.

У — улыбка. При инсульте улыбка часто становится несимметричной: один уголок рта опущен, лицо перекошено.

Д — движение. Попросите человека одновременно поднять обе руки (или обе ноги, если он лежит). В случае инсульта конечность с противоположной от очага поражения стороны либо не поднимается вовсе, либо поднимается заметно ниже и медленнее.

А — артикуляция. Речь пострадавшего может стать невнятной, смазанной или бессвязной. Иногда нарушается не только способность говорить, но и понимать чужие слова. Если из-за этого выполнить первые два пункта невозможно, ориентируйтесь на внешние признаки: перекошенное лицо, асимметрию движений (например, шаткую походку или безвольно висящую руку).

Р — решение. Если человек не справляется с этими заданиями, необходимо немедленно вызвать скорую помощь по номерам 103 или 112. Обязательно сообщите диспетчеру о выявленных симптомах — это позволит направить на вызов специализированную реанимационную бригаду, которая сможет оказать пострадавшему нужную помощь. [2]

### Литература:

1. Неврология. Национальное руководство. Краткое издание / под ред. Е. И. Гусева, А. Н. Коновалова, А. Б. Гехт. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 688 с. — ISBN 978-5-9704-4405-4. (дата обращения 19.03.26). [Электронный ресурс]. URL: [https://library.mededtech.ru/rest/documents/4bd3-f6593c-6116cd/?anchor=list\\_item\\_08ju3o&ysclid=mnz133zvny964202448](https://library.mededtech.ru/rest/documents/4bd3-f6593c-6116cd/?anchor=list_item_08ju3o&ysclid=mnz133zvny964202448).
2. Инсульт: пошаговая инструкция. Руководство для врачей / М. А. Пирадов, М. Ю. Максимова, М. М. Танашян. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 288 с. — ISBN 978-5-9704-5782-5. (дата обращения 19.03.26). [Электронный ресурс]. URL: <https://library.mededtech.ru/rest/documents/ISBN9785970457825/?anchor=table14&ysclid=mnz1dd7mbq350042974>.
3. Нервные болезни: Учебник/ В. А. Парфенов, Н. Н. Яхно, Г. Ю. Евзиков. — Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2018 г. С. 186–213. (дата обращения: 19.03.26).

## Роль микробиома полости рта в поддержании гомеостаза зубочелюстной системы

Коваленко София Владимировна, студент

Научный руководитель: Репалова Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, доцент

Курский государственный медицинский университет

*Микробиом полости рта представляет собой сложную экосистему, состоящую из множества видов бактерий, вирусов, простейших и грибов. В норме все из перечисленных представителей находятся в симбиозе друг с другом и организмом хозяина. Благодаря данной форме взаимоотношений, микроорганизмы способствуют первичной обработке пищи, защищают от патогенов, стимулируют иммунный ответ и поддерживают целостность слизистой оболочки полости рта. При нарушении количественного состава микробиома полости рта бактерии, грибы и остальные виды могут способствовать распространенным стоматологическим патологиям, таким как кариес, гингивит, пародонтит и т. д. Именно сохранение сбалансированного микробиома является важнейшим условием профилактики заболеваний зубочелюстной системы.*

**Ключевые слова:** микробиом, микрофлора, полость рта, зубочелюстная система, микроорганизмы, кариес, пародонтит.

## The role of the oral microbiome in maintaining dentoalveolar homeostasis

Kovalenko Sofiya Vladimirovna, student

Scientific advisor: Repalova Natalya Vladimirovna, ph.d. in biology, associate professor

Kursk State Medical University

*The oral microbiome is a complex ecosystem consisting of numerous species of bacteria, viruses, protozoa, and fungi. Normally, all of these microorganisms exist in symbiosis with each other and the host organism. Through this relationship, microorganisms facilitate the digestion and primary processing of food, protect against pathogens, stimulate the immune response, and maintain the integrity of the oral mucosa. When the quantitative composition of the oral microbiome is disrupted, bacteria, fungi, and other species can contribute to common dental pathologies such as caries, gingivitis, and periodontitis. Maintaining a balanced microbiome is crucial for the prevention of dental diseases.*

**Keywords:** microbiome, microflora, oral cavity, dental system, microorganisms, caries, periodontal disease.

**Актуальность.** Тело человека, включая кожные покровы, ротовую полость и желудочно-кишечный тракт, заселено огромным количеством микроорганизмов. Согласно современным данным, количество микроорганизмов, населяющих тело человека, в 10 раз превышает количество клеток организма человека, а суммарный микробиом содержит более 5 миллионов генов, что в десятки раз превышает геном человека. Микроорганизмы, населяющие ротовую полость человека, или микробиом ротовой полости, является сложной, стабильной и уникальной экосистемой, включающий свыше 700 видов бактерий [10, 31, 35, 60]. На сегодняшний день современное питание, условия жизни, вредные привычки, использование лекарственных препаратов значительно меняют микрофлору организма человека и в том числе полости рта [26]. Это становится причиной многих заболеваний, как локального, так и системного характера. Так, например, дисбиоз полости рта приводит к возникновению пародонтита у 20–50 % населения мира. Исследования показывают, что у людей с пародонтитом риск ишемической болезни сердца на 20 % выше. Бактерии полости рта обнаруживаются в атеросклеротических бляшках. Дисбиоз полости рта коррелирует с повышением риска рака поджелудочной железы на 59 %. Все это вызывает повышенный интерес практикующих врачей и учёных к роли нормаль-

ного микробиоциноза полости рта в процессах поддержания здоровья человека и формировании патологических процессов организма.

**Цель исследования.** Изучить роль микробиома полости рта в поддержании гомеостаза зубочелюстной системы.

**Материалы и методы исследования.** Для достижения поставленной цели был проведен анализ зарубежной и отечественной литературы по проблеме роли микробиома полости рта в поддержании гомеостаза зубочелюстной системы. Поиск источников осуществлялся в базах данных eLibrary.ru и CyberLeninka за период с 2016 по 2025 год. Использовались следующие **ключевые слова** и их комбинации: микробиом, микрофлора, полость рта, зубочелюстная система, а также их англоязычные аналоги microbiome, microflora, oral cavity, dentition. Критериями включения являлись: оригинальные исследования, систематические обзоры и мета-анализы, посвященные влиянию микрофлоры полости рта на физиологические функции **зубочелюстной системы**; работы, опубликованные на русском или английском языках; наличие четко описанной методологии. Всего было проанализировано 62 источника, включая 26 зарубежных публикаций.

**Результаты исследования.** Микробиом — это совокупность всех микроорганизмов, находящихся в орга-

низме человека, состав которых может изменяться под действием экзогенных или эндогенных факторов [58].

Полость рта эмбриона обычно стерильна. Первичное инфицирование происходит при прохождении через родовые пути. Сначала полость рта колонизируют бифидобактерии, кишечная палочка, энтерококки, зеленящие стрептококки, *Staphylococcus epidermidis*, *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* и *Candida albicans* [27]. Далее состав микробиома полости рта формируется и преобразуется на протяжении всей жизни человека, при участии генетических факторов хозяина и под влиянием факторов окружающей среды, таких как: диетические привычки, практика гигиены полости рта, прием лекарственных препаратов и др. [54].

Для систематизации бактерий ротовой полости человека была создана база данных учёными из Института Форсайта для систематизации бактерий полости рта Human Oral Microbiome Database (HOMD), которая включает как представителей нормальной микрофлоры, так и возбудителей заболеваний ротовой полости человека. В настоящий момент HOMD включает свыше 700 видов микроорганизмов, принадлежащих к 16 типам: Actinobacteria, Bacteroidetes, Chlamydiae, Chlorobi, Chloroflexi, Euryarchaeota, Firmicutes, Fusobacteria, Gracilbacteria, Proteobacteria, Spirochaetes, SR1, Synergistetes, Tenericutes, TM7 и WPS-2 [36].

Вся микрофлора ротовой полости подразделяется на аутохтонную и аллохтонную [29]. Аутохтонная или постоянная микрофлора характерна для ротовой полости. Аллохтонная микрофлора — это совокупность микроорганизмов, не свойственных ротовой полости, которые попали в неё извне, присутствуют временно или временно пребывают в состоянии покоя.

Аутохтонная микрофлора в свою очередь включает резидентные и транзитные микроорганизмы. Резидентные — постоянные полезные бактерии, обеспечивающие защиту, а транзитные — временные, часто патогенные или условно-патогенные бактерии, попадающие извне, но не вызывающие заболевания.

К резидентной микрофлоре относятся три основные группы микроорганизмов составляют её основу: стрептококки (*Streptococcus*), вейллонеллы (*Veillonella*), дифтероида (Коринебактерии). Стрептококки занимают около 30–60 % всей резидентной флоры. Основные виды: *S. epidermidis* (десны и зубной налет) *S. salivarius* (на языке), *S. mitis* (на слизистой), *S. sanguis* и *S. mutans* (на зубах) [3, 20]. Их роль двояка: они одновременно являются частью нормального биоценоза и основными виновниками стоматологических заболеваний. С одной стороны, они участвуют в поддержание микрофлоры- виды группы *S. mitis* и *S. salivarius* в норме препятствуют заселению рта более опасными патогенами [5]. С другой стороны, способствуют развитию кариеса. Главный виновник — *Streptococcus mutans*. Он перерабатывает сахар в молочную кислоту, которая разрушает зубную эмаль. *Streptococcus pyogenes* и *Candida albicans* участвуют в модуляции местного им-

мунитета через взаимодействие с Toll-подобными рецепторами эпителиальных клеток, стимулируя выработку антимикробных пептидов [17, 19]. Кроме того, стрептококки создают липкую пленку (биопленку), которая служит каркасом для накопления других бактерий и защищает их от воздействия слюны. Так же, при попадании в кровоток (например, при травмах десен или удалении зуба) «ротовые» стрептококки могут вызвать системные заболевания, например, инфекционный эндокардит [34, 37, 38, 51].

Вейллонеллы составляют около 25 %. Это строгие анаэробы, которые нейтрализуют кислые продукты обмена других бактерий, защищая зубы от кариеса [13].

Дифтероида составляют около 25 % флоры. Основные виды во рту являются: *S. matruchotii*, *S. durum*, *S. pseudodiphtheriticum*. Они относятся к «стабилизирующей» группе микроорганизмов, которая в норме поддерживает здоровье зубов и десен. Дифтероида (например, *S. matruchotii*) формируют структурную основу зубного налета. Они создают каркас, к которому прикрепляются другие полезные бактерии, организуя микробное сообщество. Вырабатывая перекись водорода и секретируя специальные мембранные везикулы, они подавляют рост болезнетворных микробов и модулируют иммунный ответ организма. Дифтероида выделяют жирные кислоты, которые способствуют росту полезных стрептококков (например, *S. sanguis*), помогая им доминировать над кариесогенными. Однако, при очевидной пользе данного вида, при дисбиозе дифтероида могут менять свою роль. В очень больших количествах они обнаруживаются у пациентов с гингивитом и пародонтитом. Иногда, при резком ослаблении иммунитета или травмах, они могут стать причиной оппортунистических инфекций.

В меньших количествах в ротовой полости постоянно присутствуют **лактобациллы и бифидобактерии, пептострептококки, нейссерии, бактероиды, фузобактерии, актиномицеты, дрожжеподобные грибы (*Candida*)** и простейшие (например, ротовая амеба) [4, 23, 36, 45]. Эти микроорганизмы составляют «группу поддержки» и уравнивают экосистему полости рта. Хотя их не много, роль критически важна для защиты и обмена веществ.

Лактобациллы и бифидобактерии вырабатывают молочную кислоту и перекись водорода, создавая среду, в которой трудно выжить гнилостным и патогенным бактериям. Синтезируют витамины группы В и К. Но при избытке сахара в пище они могут способствовать разрушению эмали (кариесу), так как активно производят кислоту. Нейссерии (*Neisseria*) это одни из немногих аэробов в полости рта, преобладание бактерий данного рода в микробиоте слюнных желез указывает на здоровое состояние пародонта [61]. Они активно потребляют кислород, создавая условия для жизни полезных анаэробов, которым кислород вреден.

Бактероиды и Фузобактерии расщепляют остатки белковой пищи, участвуют в синтезе витаминов группы В. *Fusobacterium nucleatum* является самой многочисленной грамотрицательной бактерией ротовой полости в здо-



ровом состоянии. Однако, если их становится слишком много (при плохой гигиене), они вызывают неприятный запах изо рта (галитоз) и воспаление десен. Пептострептококки участвуют в ферментации аминокислот и углеводов. При травмах могут вызвать гнойное воспаление.

Актиномицеты (*Actinomyces*) формируют «каркас» зубного налета, помогая другим полезным бактериям закрепляться на эмали и участвуют в поддержании минерального баланса в полости рта. Дрожжеподобные грибы (*Candida*) в малых количествах конкурируют с бактериями за питательные вещества, не давая ни одной группе захватить территорию. Но при приеме антибиотиков или падении иммунитета их число резко растет, что приводит к молочнице (кандидозу) [2, 19, 24].

Простейшие, такие как ротовая амеба (*Entamoeba gingivalis*) и трихомонада (*Trichomonas tenax*) питаются бактериями и продуктами их распада, регулируя общую численность микрофлоры. Их количество служит маркером гигиены.

В ротовой полости бактерии распределены неравномерно. Главным хранилищем микроорганизмов является спинка языка. **Зубной налет** место максимальной концентрации (до 300 миллиардов бактерий в 1 грамме). Анаэробы в основном обитают в десневых карманах. **Слюна** содержит взвесь микробов, смытых с поверхностей ротовой полости [13].

В норме баланс резидентной микрофлоры обеспечивает стойкий локальный иммунитет и здоровье ротовой полости.

Состав флоры может меняться под воздействием гигиены, характера питания (избыток сахара), курения, приема антибиотиков и общего состояния здоровья (особенно со стороны ЖКТ).

Если происходит нарушение или гибель резидентной микрофлоры представители транзитной замещают освободившуюся нишу конкретного биотопа, что может привести к развитию патологий таких, как кариес зубов (*S. mutans*, *Lactobacillus* spp.), кандидоз (*Candida albicans*), пародонтоз (*Porphyromonas gingivalis*). Среди транзитных микроорганизмов чаще всего встречаются энтеробактерии, синегнойная палочка, спорообразующие бактерии, микроорганизмы рода *Campylobacter*.

Аллохтонная микрофлора включает в себя микроорганизмы, которые попадают в ротовую полость извне (с пищей, водой, вдыхаемым воздухом или с грязными руками) и в норме не могут там долго существовать. Чаще всего это кишечная палочка, золотистый стафилококк, сарцины и др. В отличие от автохтонной (постоянной) флоры, аллохтонные микробы не имеют механизмов прочного прикрепления (адгезии) к слизистой или эмали и обычно в норме вымываются слюной в течение нескольких часов. Кроме того, лизоцим слюны буквально растворяет клеточные стенки многих привнесенных бактерий. Однако при дисбиозе аллохтонная микрофлора может задерживаться в полости рта и активно размножаться, вызывая различные заболевания ротовой по-

лости и не только. Например, золотистый стафилококк (*S. aureus*) и грамотрицательные палочки (семейство *Enterobacteriaceae*), попадая из внешней среды, могут вызывать абсцессы, флегмоны и нагноение десневых карманов. А энтеробактерии и кишечная палочка (*E. coli*) при попадании на поврежденную слизистую вызывают катаральные и язвенные поражения, особенно у детей и пожилых людей.

В ряде статей имеются данные о наличии у лиц, злоупотребляющих курением, количественного увеличения грибов рода *Candida*, микроорганизмов родов *Streptococcus*, *Prevotella*, *Vellionella*, *Rothia*, *Neisseria* и *Haemophilus*, *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* в слюне. Кроме того, у курильщиков в ротовой полости увеличивается количество патогенных стафилококков, бактероидов. Количественное превалирование анаэробов над аэробами, что способствует изменению микробиома полости рта, уменьшая содержание симбиотических бактерий и в конечном итоге приводит к заболеваниям зубов и десен. [2, 8, 9, 14, 21, 35]

При хроническом гингивите или периодонтите увеличивается количество грамотрицательных анаэробных бактерий. Основными представителями полости рта становятся: *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Bacteroides forsythus*, *Campylobacter rectus*, *Peptostreptococcus micros* и *Streptococcus intermedius*, представители родов *Prevotella*, *Eikenella*, *Fusobacterium*, *Capnocytophaga*, *Treponema*, *Veillonella*, а также другие некультивируемые спирохетальные бактерии [6, 22, 48]. Метод полиморфизма длины терминального рестрикционного фрагмента, показал, что преобладание родов *Prevotella* и *Veillonella* связано с заболеваниями пародонта [61]. В зависимости от клинического состояния тканей пародонта в общей микрофлоре различных биотопов достоверно возрастает частота обнаружения таких пародонтопатогенов, как *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum* и *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Treponema denticola* на фоне выявления условно-патогенных лактобактерий и дрожжеподобных грибов рода *Candida* [3, 12, 15, 25, 28, 33, 57].

*Fusobacterium nucleatum* представляет собой промежуточное звено между первичными и вторичными колонизаторами, её количество значительно возрастает при заболеваниях пародонта.

На деснах и в зубном налете у некоторых людей может обнаруживаться и более патогенный вид *Staphylococcus aureus* [3]. Эти люди более склонны к стафилококковым инфекциям, особенно если рост этих бактерий не контролируется. Кроме того, у некоторых людей могут отсутствовать гены, кодирующие специфические защитные белки и антитела в слюне, и, таким образом, они более склонны к накоплению зубного налета или развитию кариеса [46, 55].

Основными возбудителями кариеса являются *Streptococcus mutans* — бактерии, продуцирующие орга-



нические кислоты, деминерализующие эмаль, *Lactobacillus* spp. — участвуют в развитии глубоких форм кариеса [7]. Кариес зубов связан с высоким потреблением углеводов, что в последствии приводит к увеличению выработки кислоты микробами и снижением буферных способностей слюны, pH ротовой жидкости, повышению производства биопленочного экзополисахаридного матрикса, который улавливает и концентрирует кислоты на поверхности эмали. Это способствует росту ацидогенных видов, включая виды *Streptococcus mutans* и *Lactobacillus* [11, 30, 32]. При кариесе зубов *Streptococcus mutans* частично ответственен за создание богатой молочной кислотой среды, в которой процветают виды *Veillonella*. В ходе исследований биопленок также было обнаружено, что виды *Veillonella* усиливают рост *S. mutans*. Более того, ослабленная иммунная система может препятствовать правильному оттоку слюны или уменьшать количество питательных веществ, присутствующих в слюне, что приводит к образованию зубного налета [16].

У пожилых людей отмечаются заметные изменения в микробиоте полости рта, которые связаны с уменьшением биоразнообразия и увеличенным количеством пародонтопатогенов, что приводит к хроническому воспалению. Среди родов, в разной степени представленных в группе старше 60 лет, выявлялись *Neisseria*, *Lactobacillus*, *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Tannerella forsythia*, *Prevotella intermedia* [18].

Стоит отметить, что ротовая полость непосредственно связана с нижележащими отделами ЖКТ и её микрофлора будет влиять на соответствующие органы. Наиболее выражено влияние микробиома ротовой полости, включая язвенный колит и болезнь Крона, колоректальный рак, рак желудка и поджелудочной железы, пищевода, неалкогольную жировую болезнь печени и хронические гепатиты [40, 41, 43, 49, 52, 56, 62]. *P. gingivalis*, вызывающая пародонтоз, также способна вызывать нарушение в кишечнике. Было обнаружено, что концентрация *P. gingivalis* в слюне была выше у пациентов с опухолями пищеварительного тракта по сравнению с контрольной группой [59]. При раке языка, глотки и пищевода микробиом слюны более сложен и обогащен *F. nucleatum*, *S. parasanguinis* II и *Neisseria* [26].

Учёные также выяснили, что существует связь бактерий ротовой полости с такими системными заболеваниями как болезнь Альцгеймера [42, 50], ревматоидным артритом, сердечно-сосудистыми заболеваниями, СД2 типа, нейротоксичностью и др. [1, 4, 44, 47, 53]. В недавних исследованиях бактерии ротовой полости заподозрили в способности провоцировать болезнь Альцгеймера через орально-кишечно-мозговую ось и ряд других механизмов, вовлеченных во взаимодействие между пародонтопатогенными бактериями и нервной системой через нейровоспаление. [50]. *P. gingivalis* является пародонтопатогеном, который входит в «красный комплекс», такие факторы вирулентности как липополисахарид и фермент гингипаин

из *P. gingivalis* были обнаружены в головном мозге пациентов с болезнью Альцгеймера [39].

Для выявления заболеваний полости рта существует микробиологический анализ микрофлоры, который является важным инструментом в современной стоматологии. Основные направления его применения

1. Кариес-тестирование. Суть метода заключается в подсчёте количества *Streptococcus mutans* и *Lactobacillus* в слюне для определения «кариесогенного потенциала». Если титр бактерий будет превышать установленный порог (КОЕ/мл), врач-стоматолог понимает, что даже при качественно установленных пломбах, у пациента возникает риск появления новых кариозных полостей. Для решения проблемы необходимо назначить профилактические меры до появления кариозных полостей, таких как: специфическая антибактериальная терапия, коррекция диеты и глубокое фторирование эмали.

2. Прогноз течения пародонта. Данный метод ориентирован не только на наличие патогенных бактерий, но и критическую массу. Проводят количественный подсчёт пародонтопатогенов (бактериоидов, фузобактерий) позволяет дифференцировать обычный гингивит и агрессивный пародонтит. На основе данных анализа врач-стоматолог определяет объем необходимого хирургического вмешательства и целесообразность назначения системных антибиотиков.

3. Контроль эффективности лечения. Наиболее эффективным маркером эффективности выбранной терапии является количественный анализ микрофлоры. Сравнивают результаты анализов «до» и «после» профессиональной гигиены или курса лечения. Если количество бактерий не изменяется, то это может свидетельствовать на устойчивость биоплёнки к применяемому лечению и недостаточную гигиену полости рта со стороны пациента. Для устранения проблем корректируют план лечения изменением схемы терапии или с помощью замены антисептика.

4. Подготовка к сложным операциям. Суть метода: определение уровня обсеменённости ротовой полости перед хирургическим вмешательством. Выявление высокого титра стафилококков или агрессивных анаэробов резко повышает риск отторжения импланта и развитие послеоперационных заболеваний (остеомиелит). Необходимо проводить санацию ротовой полости до хирургического вмешательства для снижения микробной нагрузки до безопасного уровня

5. Выявление системных рисков. Проводят анализ на дисбиоз во рту как маркера общего состояния здоровья. Обнаружение избытка определенных грамотрицательных бактерий может служить индикатором повышенного риска развития сердечно-сосудистых патологий и заболеваний ЖКТ. Необходимо направить пациентов к другим специалистам для решения проблемы.

Стоит отметить, что поддержание здорового баланса микрофлоры — это не стерилизация рта, а создание условий, при которых «полезные» бактерии доминируют

над «вредными». К основным действиям поддержания нормальной микробиоты рта относятся следующее:

**Чистка зубов 2 раза в день, что позволит** разрушить структуру зрелой биопленки, чтобы она не успела стать патогенной. **Межзубное очищение** с помощью нитей (флоссов) или ершиков. Именно в межзубных промежутках скапливаются **бактерии-«разрушители»**, так как в них отсутствует кислород и слюна плохо вымывает налет.

**Ограничение сахара.** Сахароза — главный строительный материал для липкого каркаса, который создают *S. mutans*. Без сахара им сложно закрепиться на эмали.

**Паузы между едой.** Нужно давать слюне время (около 2 часов), чтобы нейтрализовать кислоту и восстановить минеральный баланс. Постоянные перекусы держат pH на критически низком уровне, что выгодно только кариесогенным микробам.

**Слюноотделение.** Слюна содержит **лизозим** и **иммуноглобулины**, которые сдерживают аллохтонную флору, поэтому нужно пить достаточно воды. Сухость во рту (ксеростомия) — прямой путь к дисбиозу.

**Осторожность с антисептиками** — частое использование ополаскивателей с хлоргексидином или триклозаном без назначения врача «выжигает» и полезную

флору. Это освобождает место для грибков *Candida* и устойчивых стафилококков.

**Пробиотики и пребиотики** — употребление ферментированных продуктов (натуральный йогурт, квашеная капуста) косвенно поддерживает иммунитет. Существуют и специальные оральные пробиотики (например, со штаммами *S. salivarius K12*), которые заселяют рот полезными бактериями.

**Твердая пища.** Сырые овощи и фрукты способствуют механическому очищению и стимулируют выделение слюны.

Санация очагов инфекции. Старые кариозные полости и зубной камень — это «резервуары» патогенной флоры. Пока они есть, поддерживать норму невозможно, так как оттуда происходит постоянное расселение агрессивных микробов по всей полости рта.

Таким образом, микробиом полости рта играет важную роль в поддержании гомеостаза зубочелюстной системы и здоровья организма в целом. Знание точного количественного состава микрофлоры ротовой полости дает врачу-стоматологу объективные критерии для диагностики, прогноза и выбора тактики лечения. Это переход от «лечения симптомов» к **персонализированной медицине**.

#### Литература:

1. Азарова, О. А. Микробиом ротовой полости: связь с системными заболеваниями / О. А. Азарова, М. С. Севастенкова // Прикладные информационные аспекты медицины. — 2022. — Т. 25, № 3. — С. 68–73.
2. Анализ этиопатогенеза дисбиоза в стоматологии (обзор литературы) / Ж. В. Вечеркина, Н. А. Шалимова, Н. В. Чиркова [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. — 2020. — Т. 27, № 3. — С. 11–19.
3. Бестужева, У. А. Obligатные микроорганизмы полости рта / У. А. Бестужева, С. К. Сажина, С. Н. Писарева // наука молодых — наука будущего: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 04 июня 2024 года. — Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И. И.), 2024. — С. 10–14.
4. Бертова, О. И. Роль Порфиромонада десневая в патогенезе пародонтита и его связи с системными заболеваниями / О. И. Бертова, Д. А. Минаева, С. Н. Писарева // Тенденции развития науки и образования. — 2024. — № 110–11. — С. 43–48.
5. Боровков, А. Д. Микрофлора полости рта как важная составляющая часть микробиома всего организма / А. Д. Боровков, А. Д. Красикова // Научный дебют 2023: Сборник статей V Международного научно-исследовательского конкурса, Петрозаводск, 10 января 2024 года. — Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И. И.), 2024. — С. 79–87.
6. Винник, А. В. Роль микроорганизмов в развитии хронического гингивита / А. В. Винник // Астраханский медицинский журнал. — 2022. — Т. 17, № 4. — С. 8–15.
7. Влияние микробиома полости рта на развитие кариеса и заболеваний пародонта / Б. Ф. Алиев, С. Ш. Маммадова, М. В. Дамирчиева, Л. К. Ибрагимова // Вестник науки и образования. — 2025. — № 3–2(158). — С. 54–56.
8. Влияние табакокурения на микрофлору ротовой полости / А. В. Зверев, И. М. Хайрова, Н. В. Телятникова, А. Г. Хайрова // Молодежь и наука. — 2024. — № 6.
9. Влияние электронных сигарет на микробиом полости рта и антибактериальные свойства слюны / И. Г. Романенко, И. В. Горобец, С. М. Горобец [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2023. — Т. 18, № 4. — С. 423–428.
10. Гажва, С. И. Влияние микробиома полости рта на репродуктивное здоровье женщины / С. И. Гажва, А. Н. Сулима, В. А. Кучер // Сибирский научный медицинский журнал. — 2025. — Т. 45, № 4. — С. 19–28.
11. Гиль, А. Ю. Нормальная микробиота полости рта, её роль в развитии стоматологических заболеваний. Методы исследования / А. Ю. Гиль, Е. А. Мальцева // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Пенза, 20 июня 2023 года. Том Часть 1. — Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2023. — С. 171–174.

12. Гимранова, И. А. Сравнительная характеристика видового состава микробиома ротовой полости у пациентов с гингивитом и пародонтитом / И. А. Гимранова, В. А. Гриценко, Г. М. Акмалова // Клиническая стоматология. — 2024. — Т. 27, № 4. — С. 76–81.
13. Горбачева, А. А. Насколько велика роль микробиоты в функционировании нашего организма / А. А. Горбачева // Современные методы и инновации в науке: Сборник статей XXVI всероссийской (национальной) научной конференции, Санкт-Петербург, 08 мая 2024 года. — Санкт-Петербург: Гуманитарный национальный исследовательский институт Нацразвитие, 2024. — С. 5–11.
14. Золотова, В. М. Состав микрофлоры полости рта у курящих лиц молодого возраста / В. М. Золотова // Державинский форум. — 2020. — Т. 4, № 14. — С. 202–208.
15. Исследование микробиома пародонта у пациентов с функциональной диспепсией / Р. А. Айвазова, А. К. Кулиева, А. А. Самсонов, А. Б. Шевелев // Фарматека. — 2018. — № 2(355). — С. 58–63.
16. Казумова, А. Б. Роль микробиома полости рта в развитии оральной патологии и его применение в персонализированной стоматологии / А. Б. Казумова // Тверской медицинский журнал. — 2024. — № 3. — С. 4–10.
17. Катола, В. М. Роль орального микробиома в развитии воспаления и соматической патологии / В. М. Катола, В. Е. Комогорцева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. — 2018. — № 68. — С. 117–122.
18. Коновалова, Л. А. Особенности микробиоты полости рта у пожилых людей. Пародонтопатогены / Л. А. Коновалова // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. — 2024. — Т. 51, № 2. — С. 47–51.
19. Коротовский, В. Е. Влияние некоторых представителей микробиома полости рта на здоровье полости рта / В. Е. Коротовский, Е. Ю. Давыдов // Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития: сборник статей LI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 29 мая 2025 года. — Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И. И.), 2025. — С. 332–339.
20. Кренделев, М. С. Нормальная микрофлора ротовой полости человека / М. С. Кренделев // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 5. — С. 635.
21. Лабис, В. В. Микробиота ротовой полости в этиологии эндогенной инфекции / В. В. Лабис // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. — 2023. — № 3.
22. Леонов, Г. Е. Роль микробиоты ротовой полости в развитии заболеваний желудочно-кишечного тракта / Г. Е. Леонов, А. В. Стародубова // Эффективная фармакотерапия. — 2025. — Т. 21, № 22. — С. 68–77.
23. Мушегян, П. А. Клинический случай проявления кандидозной инфекции полости рта. Терапевтические стратегии / П. А. Мушегян, Н. М. Шарангин, А. К. Иорданишвили // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. — 2021. — Т. 16, № 2. — С. 564–570.
24. Особенности микробиома полости рта при ассоциации пародонтита и кандидоза в постковидном периоде / Д. Т. Цинеккер, Т. Н. Модина, И. Х. Хусаинов [и др.] // Клиническая стоматология. — 2023. — Т. 26, № 3. — С. 38–44.
25. Особенности микробиома ротовой полости при различных соматических заболеваниях / Г. Е. Леонов, Ю. Р. Вараева, Е. Н. Ливанцова, А. В. Стародубова // Вопросы питания. — 2023. — Т. 92, № 4. — С. 6–19.
26. Павлова, А. В. Особенности метаболических процессов в полости рта у детей / А. В. Павлова // Достижения современной науки: от теории к практике: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Минск, 25 ноября 2025 года. — Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2025. — С. 7–14.
27. Пародонтопатогенная микрофлора и гены антибиотикорезистентности у лиц с хроническим генерализованным пародонтитом / А. С. Оправин, А. С. Галиева, Н. В. Давидович [и др.] // Пародонтология. — 2023. — Т. 28, № 1. — С. 39–47.
28. Перепелкина, М. Г. Оценка микрофлоры полости рта / М. Г. Перепелкина, А. Ю. Тутова // Трибуна ученого. — 2021. — № 12. — С. 402–405.
29. Пробиотики и микробиота полости рта: проблемы и перспективы / Е. В. Прокопенко, С. В. Орлова, И. В. Подопригора [и др.] // Медицинский алфавит. — 2025. — № 19. — С. 80–85. — DOI 10.33667/2078–5631–2025–19–80–85.
30. Ризаев Ж. А., Назарова Н. С. Состояние местного иммунитета полости рта при хроническом генерализованном пародонте // Вестник науки и образования. — 2020. — № 14 (4). — С. 35–39.
31. Роль дисбиоза полости рта в патологии органов дыхания и системных заболеваниях / И. С. Пинелис, А. М. Петрова, М. С. Малевич [и др.] // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Серия: Медицинские науки. — 2025. — № 3(40). — С. 77–90.
32. Роль оральной микробиоты в этиологии, патогенезе пародонтита и в системной патологии / И. А. Гимранова, В. А. Гриценко, И. М. Рабинович [и др.] // Клиническая стоматология. — 2025. — Т. 28, № 1. — С. 179–185.
33. Садыкова, А. С. Влияние курения на ротовую полость / А. С. Садыкова // World science: problems and innovations: сборник статей XL Международной научно-практической конференции, Пенза, 28 февраля 2020 года. — Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г. Ю.), 2020. — С. 168–170.

34. Стасевич, К. В. Микробы для здоровья / К. В. Стасевич // Наука и жизнь. — 2018. — № 9. — С. 70–75
35. Степанова, Т. Ю. Микробиом ротовой полости человека / Т. Ю. Степанова, А. В. Тимофеева // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 5. — С. 308.
36. Хамидова, Т. М. Микробиом полости рта и его роль в развитии стоматологических заболеваний / Т. М. Хамидова, З. А. Холмуродова, Л. Ю. Мастонова // Endless Light in Science. — 2025. — № 12. — С. 13–16.
37. Beaugerie L and Petit JC. 2004. Antibiotic-associated diarrhoea. Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, Volume 18, Issue 2, Pages 337–352
38. Bosch M., Nart J., Audivert S. et al. Isolation and characterization of probiotic strains for improving oral health. Arch Oral Biol. 2012 May;57(5):539–49.
39. Dominy, S. S., Lynch, C., Ermini, F., Benedyk, M., Marczyk, A., Konradi, A., et al. (2019). Porphyromonas gingivalis in Alzheimer's disease brains: evidence for disease causation and treatment with small-molecule inhibitors. Sci. Adv. 5:eau3333. doi: 10.1126/sciadv.aau3333
40. Fan, X., et al. Oral microbiome and pancreatic cancer risk: a nested case-control study. Gut, 2018.- 67(1), 120–127.
41. Gamal-AbdelNaser A., Mohammed W. S., ElHefnawi M., AbdAllah M., Elsharkawy A., Zahran F. M. The oral microbiome of treated and untreated chronic HCV infection: a preliminary study. Oral Dis. 2023; 29: 843–52.
42. Haditsch, U., et al. Oral Porphyromonas gingivalis infection induces Alzheimer's disease-like phenotypes in mice. Journal of Alzheimer's Disease, 2020.- 73(1), 163–189.
43. Hajishengallis G, Chavakis T. Local and systemic mechanisms linking periodontal disease and inflammatory comorbidities. Nat Rev Immunol. 2021; 21: 426–40.
44. Haitao Dong, Xueting Wang, Teng Ma, Tianzi Shan, Weifeng He, Gaoman Zhang, Zhuoran Xia, Weitong Yang, Li Chen, Piye Niu, Tian Chen, The impact of microbiome dysbiosis on manganese-induced neurotoxicity: Brain metabolomics and multi-organ 16S rRNA profiling in mice, Ecotoxicology and Environmental Safety, 10.1016/j.ecoenv.2026.119931, 312, (119931), (2026).
45. Hu S., Mok J., Gowans M., Ong D. E., Hartono J. L., Lee J. W. Oral microbiome of Crohn's disease patients with and without oral manifestations. J Crohns Colitis. 2022; 16: 1628–36.
46. Kilian M. The oral microbiome—an update for oral healthcare professionals // British dental journal. — 2016. — 221(10). — С. 657–666.
47. Larvin, H., et al. The bidirectional association between periodontal disease and heart disease: A systematic review and meta-analysis. Journal of Dentistry, 2021.- 111, 103677.
48. McCoy K. D., Thomson C. A. The Impact of Maternal Microbes and Microbial Colonization in Early Life on Hematopoiesis. J Immunol. 2018. 200 (8): 2519–2526. doi: 10.4049/jimmunol.1701776.
49. Meng, Y., Wu, F., Kwak, S., Ahn, J., Hayes, R. B., et al. Oral Bacterial and Fungal Microbiome and Subsequent Risk for Pancreatic Cancer. JAMA Oncology, 2025.-e253377. DOI: 10.1001/jamaoncol.2025.3377
50. Narengaowa, Kong W, Lan F, Awan UF, Qing H and Ni J (2021) The Oral-Gut-Brain AXIS: The Influence of Microbes in Alzheimer's Disease. Front. Cell. Neurosci.
51. Nart J., Jiménez-Garrido S., Ramírez-Sebastià A. et al. Oral colonization by vilactobacillus brevis KABPTM-052 and Lactiplantibacillus plantarum KABPTM-051: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial (Pilot Study). J Clin Exp Dent. 2021;13(5) e 433–9.
52. Peters B. A., Wu J., Pei Z., Yang L., Purdue M. P., Freedman N. D., et al. Oral microbiome composition reflects prospective risk for esophageal cancers. Cancer Res. 2017; 77: 6777–87.
53. Sanz, M., et al. Periodontitis and cardiovascular diseases: Consensus report from the Joint EFP/WHF Workshop on Periodontitis and Cardiovascular Diseases. Journal of Clinical Periodontology, 2020.- 47(3), 268–288.
54. Sedghi L., DiMassa V., Harrington A., Lynch S. V. et al. The oral microbiome: Role of key organisms and complex networks in oral health and disease. Periodontol 2000. 2021. 87 (1): 107–131. doi:10.1111/prd.12393
55. Sudhakara P. Oral dysbiotic communities and their implications in systemic diseases // Dentistry journal. — 2018. — 6(2). — С. 10.
56. Sun J. H., Li X. L., Yin J., Li Y. H., Hou B. X., Zhang Z. A screening method for gastric cancer by oral microbiome detection. Oncol Rep. 2018; 39: 2217–24.
57. Taylor M, Brizuela M, Raja A. Oral Candidiasis. [Updated 2023 Jul 4]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545282/> (Дата обращения 12.03.2025)
58. Tian, L., et al. Oral microbiome in human health and diseases. MedComm — Future Medicine, 2024.- 3(3), e136. DOI: 10.1002/mlf2.12136
59. Weng M. T., Chiu Y. T., Wei P. Y., Chiang C. W., Fang H. L., Wei S. C. Microbiota and gastrointestinal cancer. J Formos Med Assoc. 2019; 118 (suppl 1): S32–41.
60. Willis J. R., Gabaldón T. The human oral microbiome in health and disease: From sequences to ecosystems. Microorganisms. 2020; 8 (2): 308.



61. Yamashita Y., Takeshita T. The oral microbiome and human health. J Oral Sci. 2017. 59 (2):201–206. doi: 10.2334/josnusd.16–0856.
62. Zhang S., Kong C., Yang Y., Cai S., Li X., Cai G., et al. Human oral microbiome dysbiosis as a novel non-invasive biomarker in detection of colorectal cancer. Theranostics. 2020; 10: 11 595–606.

## Остеоартрит тазобедренного сустава: современные алгоритмы диагностики, терапии и предупреждения прогрессирования

Меркулова Мария Витальевна, студент

Научный руководитель: Лущик Марина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент;

Научный руководитель: Остроухова Оксана Николаевна, кандидат медицинских наук, доцент

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

*В статье рассмотрена одна из значимых медико-санитарных проблем в современной ортопедии — коксартроз. В работе раскрывается сущность патологического процесса деформации суставных элементов и дезадаптивной регенерации тканей. Проведен сравнительный анализ симптоматики на разных стадиях заболевания. Также в статье приведены современные подходы к лечению, включая консервативные и оперативные методы, и рекомендации по профилактике коксартроза.*

**Ключевые слова:** коксартроз, тазобедренный сустав, этиология, дезадаптивная регенерация, симптоматика.

Суставы необходимы для осуществления жизненно важных функций человека. Но существует множество патологий, которые ухудшают работу и функционал суставов, из-за чего человек может быть ограниченным в движении, вплоть до полной неподвижности и инвалидизации. Одной из таких патологий является коксартроз.

Коксартроз — это разновидность артрита, которая представляет собой тяжелое дегенеративно-дистрофическое заболевание структурных элементов тазобедренного сустава, характеризующееся воспалительным поражением, которое приводит к его деформации (Рис. 1). В основе заболевания лежит процесс дезадаптивной регенерации тканей сустава, вызванный воздействием вредных факторов. Поражаются все компоненты тазобедренного сустава: гиалиновый хрящ, субхондральная кость, синовиальная оболочка, связки, капсулы, а также периартикулярные мышцы [5]. Может быть как односторонним, так и двусторонним. Данное заболевание трудно поддается консервативному и оперативному лечению. Возникает коксартроз в результате взаимодействия генетических, возрастных, гормональных и средовых факторов, но нередко встречаются случаи неясной этиологии. В зависимости от источника болезни выделяют первичный (идиопатический) и вторичный (механоиндуцированный) коксартроз.



Рис. 1. Коксартроз 1 стадии [2]

Первичный коксартроз не имеет одного четкого фактора развития. Чаще всего коксартроз развивается при действии сразу нескольких патогенов, например, вследствие нарушения метаболических процессов и генетических факторов, таких как нарушение обмена веществ в хряще, генетическая или наследственная предрасположенность. Кроме того,



к причинам болезни также можно отнести аномалии развития сосудов, питающих сустав, возраст, экологически неблагоприятную обстановку, избыточную массу тела.

Вторичный коксартроз считают результатом механических факторов и неравномерной нагрузки на сустав. В качестве примеров можно привести болезнь Пертеса у детей, неправильно сросшиеся переломы шейки бедра, тяжелый физический труд [6].

### Стадии болезни

Для более точного описания коксартроза врачи–травматологи-ортопеды используют 3 стадии болезни. Наиболее распространенной считается классификация по Н. С. Косинской:

I стадия — небольшое сужение суставной щели, незначительное ограничение в движении, легкое заострение краев суставной поверхности;

II стадия — выраженное сужение суставной щели (в 2–3 раза по сравнению с нормой), ограничение в движении, хруст при движении, небольшая атрофия мышц, умеренное заострение краев суставной поверхности (появление кист в головке или вертлужной впадине);

III стадия — отсутствие суставной щели, значительное ограничение в движении, деформация и уплотнение суставных поверхностей эпифизов [3].

### Симптомы и лечение

К ранним симптомам болезни коксартроз можно отнести: ноюще-колющие боли в области тазобедренного сустава, хромоту по утрам, прекращающуюся со временем, небольшую ограниченность в движении [4]. На данном этапе физикальное лечение и лечебная физическая культура (ЛФК) могут привести к восстановлению сустава (Рис. 2).

К симптомам поздних стадий заболевания относятся: боли в тазобедренном суставе при легкой физической нагрузке и в состоянии покоя, скованность в движении, гипотрофия мышц бедра, укорочение конечности на 1–3 сантиметра, наличие при движении хруста и щелчков, невозможность максимально отвести бедро в сторону. В такой ситуации консервативное лечение ведет к облегчению болей, а к полному восстановлению чаще всего приводит оперативное вмешательство, а именно эндопротезирование тазобедренного сустава [1].



Рис. 2. Этап восстановления левого тазобедренного сустава

### Профилактика

Для минимизации развития заболевания коксартроз необходимо:

1. Укреплять мышцы бедра и своевременно лечить воспалительные заболевания суставов;
2. Контролировать вес;
3. Включать в рацион питания молочные продукты, рыбу, орехи для увеличения потребления кальция и витамина D;
4. Заниматься нетравмоопасным спортом (плавание, ходьба, лечебная физическая культура)
5. Исключить резкие движения и перегрузки сустава.

## Литература:

1. Dawson, J Fitzpatrick, R., Fletcher, K. Wilson, R. (2004) «Osteoarthritis Affecting the Hip and Knee», in A Stevens, J Raftery, J Mant and S Simpson (eds.), Health Care Needs Assessment. Oxford: Radcliffe Publishing, 2004, pp 549–634.
2. <https://stopartroz.ru/what-a-treat/hip/osteoarthritis-of-the-hip-joint.html>
3. Диспластический коксартроз на фоне врожденного вывиха бедра и другие диспластические коксартрозы: клинические рекомендации, утвержденные на Всероссийской конференции «Вреденовские чтения» 28.10.2013. Спб., 2013. 26 с.
4. Иванов, В. А. Коксартроз тазобедренного сустава. Клинический случай коксартроза 3 степени / В. А. Иванов, Н. А. Никитин, А. Г. Ахмедов // Интегративные тенденции в медицине и образовании. — 2021. — Т. 4. — С. 81–88. — EDN RNRPHS.
5. Коксартроз. Клиника, диагностика и лечение: клинические рекомендации (в сокращении) / Р. М. Тихилов, А. М. Лиля, А. Ю. Кочиш [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. — 2022. — Т. 29, № 1. — С. 87–112. — DOI 10.17816/vto107102. — EDN KKEXYI.
6. Стасевич Н. Ю., Саркисов К. А., Смыслов И. Н., Учайкин Ю. Н. Остеоартроз тазобедренного сустава как медико-социальная проблема здравоохранения. Клинический опыт Двадцатки. 2015. N 2 (26). С. 48–51.

## Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи в Оренбургской области в 2024 году

Паньков Дмитрий Александрович, студент

Научный руководитель: Плотникова Ирина Геннадьевна, старший преподаватель;

Научный руководитель: Кузнецова Ольга Викторовна, старший преподаватель;

Научный руководитель: Паньков Александр Сергеевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедрой  
Оренбургский государственный медицинский университет

### Введение

Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (ИСМП), остаются одной из наиболее значимых угроз безопасности пациентов и качества медицинской помощи. В международных оценках подчёркивается, что ИСМП являются распространённым нежелательным событием при оказании помощи и что доля предотвратимых случаев может быть высокой при наличии работающих программ инфекционного контроля и дисциплины выполнения стандартных мер профилактики (гигиена рук, рациональная антибиотикопрофилактика, безопасные инъекции, стерилизация и т. п.). [1]

Проблема имеет не только клиническое, но и системное значение: ИСМП увеличивают продолжительность госпитализации, риск осложнений и затраты, а также тесно связаны с антимикробной резистентностью (в т. ч. через селекцию устойчивых возбудителей в стационарной среде). Европейские оценки связывают ИСМП с миллионами случаев ежегодно и десятками тысяч смертей в странах ЕС/ЕЭЗ, подчёркивая высокий вклад респираторных инфекций, инфекций области хирургического вмешательства и инфекций мочевыводящих путей в суммарное бремя. [2]

В России [3] в 2024 году официальная аналитика также фиксирует существенную динамику структуры ИСМП: снижение доли COVID19 и рост роли инфекций нижних дыхательных путей, а также инфекций области хирургического вмешательства. [4] Это важно для интерпретации региональных данных, поскольку «постпандемическая» смена профиля ИСМП требует перестройки приоритетов профилактики (например, усиления качественного надзора за госпитальными пневмониями и послеоперационными инфекциями).

Предмет настоящей статьи — анализ ситуации с ИСМП в Оренбургской области [5] в 2024 году на основании предоставленного фрагмента раздела «Инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи» из государственного доклада региона (с сопоставлением с 2022–2023 гг.). Для контекстуализации используются федеральные данные и международные рекомендации по инфекционному контролю.

С учётом ранее опубликованных региональных исследований, в частности анализа ИСМП в Оренбургской области за 2013–2019 гг., где указывались проблемы недоучёта и неоднородности регистрации, актуально рассматривать статистику 2024 года не только как «эпидемиологическую картину», но и как индикатор качества выявления и учёта. [6]

Цель исследования — описательно-аналитически оценить динамику, структуру и организационные детерминанты ИСМП в Оренбургской области в 2024 году и сопоставить наблюдаемые тенденции с федеральными и международными паттернами.

Задачи исследования: определить динамику общего числа ИСМП за 2022–2024 гг.; описать распределение по типам медицинских организаций и по клиническим формам ИСМП; выделить ключевые «сигналы риска» (рост доли госпитальных пневмоний и послеоперационных инфекций, особенности акушерсконеонатального блока); обозначить ограничения данных и практические меры, соответствующие современным рекомендациям IPC/AMS.

Рабочая гипотеза: в 2024 году структура ИСМП в регионе отражает постпандемический сдвиг от COVID19 к «классическим» нозокомиальным формам (инфекции нижних дыхательных путей и инфекции области хирургического вмешательства), при сохраняющихся признаках неоднородности регистрации по территориям и типам учреждений.

Новизна заключается в том, что в одной логике объединены: (а) детальный пересчёт и визуализация ключевых показателей 2024 года (с сопоставлением 2022–2023 гг.), (б) интерпретация через призму федеральных трендов и (в) привязка выводов к конкретным доказательным мерам профилактики (WHO/CDC/ECDC и актуальные российские санитарные требования).

## Методы

Объект исследования — совокупность зарегистрированных случаев ИСМП среди пациентов медицинских организаций Оренбургской области в 2024 году (а также сопоставимые агрегированные показатели 2022–2023 гг.).

Предмет исследования — динамика показателей, структура ИСМП по типам медицинских организаций и по клиническим формам.

Дизайн исследования — ретроспективный анализ агрегированных административно-статистических данных, близкий по логике к «descriptive surveillance summary» (описательный отчёт по надзорным данным), что соответствует практике анализа ИСМП в национальных и международных отчётах. [7]

Методы обработки данных: расчёт темпов изменения между годами; подготовка сводных таблиц по годам, видам организаций и клиническим формам.

Нормативно-методическая рамка интерпретации:

— понятие инфекционной безопасности и необходимость соблюдения санитарно-эпидемиологического законодательства рассматриваются в контексте действующих правовых основ охраны здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия. [8]

— санитарные требования к профилактике инфекционных болезней, включая раздел по профилактике ИСМП, — на основе СанПиН 3.368621. [9]

— вопросы контроля и оценки эффективности дезинфекции дополнены ссылкой на актуальные методические указания по оценке чувствительности микроорганизмов к дезсредствам, что важно для микробиологического мониторинга в стационаре. [10]

Условия проведения исследования: вторичный анализ опубликованных/предоставленных агрегированных данных за 2022–2024 гг.; место — Оренбургская область; период — 2024 год (с ретроспективным сопоставлением с 2022–2023 гг.).

Этические аспекты: анализ выполнен по агрегированным показателям без персональных данных пациентов и сотрудников; этическое согласование не требуется.

## Результаты

В 2024 году в Оренбургской области зарегистрировано 709 случаев ИСМП среди пациентов медицинских организаций; указано снижение относительно 2023 года (976) и 2022 года (1 612). [12] Если пересчитать динамику

— снижение 2024 к 2023: примерно на 27,4 %;

— уровень 2024 примерно в 2,27 раза ниже уровня 2022 (в исходном тексте — «в 2,3 раза», что соответствует округлению).

Важный структурный сдвиг 2024 года — снижение доли внутрибольничных случаев COVID19 в структуре ИСМП до 15,2 % (в 2023–35,2 %; в 2022–67,8 %). По сути, это отражает постпандемический переход от доминирования COVID19 к «классическим» нозокомиальным формам. Аналогичный тренд прямо зафиксирован на федеральном уровне: в Российской Федерации доля COVID19 среди ИСМП в 2024 году снизилась до 17,9 %, а на первое место вышли инфекции нижних дыхательных путей (32,2 %). [4]

Таблица 1. Динамика ключевых показателей

Год	ИСМП, случаев	Изменение к предыдущему году	ИСМП у персонала (служебные обязанности), случаев	Внутрибольничный COVID19, случаев	Доля COVID19 в структуре ИСМП, %
2022	1 612	—	935	1 093	67,8
2023	976	–39,5 %	18	344	35,2
2024	709	–27,4 %	0	108	15,2

Распределение ИСМП по видам медицинских организаций в 2024 году  
По структуре медицинских организаций доминируют «прочие стационары» и хирургические стационары. При пересчёте долей в абсолютные значения получается следующая картина (таблица 2):

Таблица 2

Тип медицинской организации	Случаев (n)	Доля от 709, %
Прочие стационары	349	49,2
Хирургические стационары	246	34,7
Учреждения родовспоможения	88 (расчёт по остатку)	~12,4
Детские стационары	17	2,4
Амбулаторнополиклинические учреждения	7	1,0
Стационарные организации соцобслуживания	2	0,3

Рост удельного веса ИСМП в учреждениях родовспоможения (с 7,7 % в 2023 году до 12,1 % в 2024 году) — отдельный фокус для управленческого анализа, поскольку акушерсконеонатальные ИСМП являются чувствительным индикатором качества инфекционного контроля и микробиологической диагностики. Для сопоставления: на федеральном уровне акушерские стационары в 2024 году дают около 17 % всех зарегистрированных ИСМП (в 2023–15,8 %). [4]

Структура ИСМП по клиническим формам в 2024 году

В структуре ИСМП в 2024 году наибольшую долю заняли внутрибольничные пневмонии (32,3 %), на втором месте — послеоперационные инфекции (21,2 %), далее — внутрибольничный COVID19 (15,2 %) и воздушнокапельные инфекции (14,4 %). Такое распределение в целом коррелирует с международными обзорами, где среди наиболее частых ИСМП устойчиво фигурируют респираторные инфекции, инфекции области хирургического вмешательства и инфекции мочевыводящих путей.

Табличное представление (оценка абсолютов выполнена из процентов и суммарного n=709; небольшие расхождения связаны с округлением долей) (таблица 3):

Таблица 3

Клиническая форма ИСМП	Доля, %	Оценка случаев (n)
Внутрибольничная пневмония	32,3	~229
Послеоперационные инфекции	21,2	150
COVID19 (внутрибольничный)	15,2	108
Воздушнокапельные инфекции	14,4	~102
ГСИ родильниц	7,1	50
ГСИ новорождённых	4,4	31
Постинъекционные инфекции	3,1	~22
Инфекции мочевыводящих путей	1,0	~7
Острые кишечные инфекции	0,8	~6
Прочие/неуказанные	—	~4

Детализация ключевых «узлов» надзора по данным 2024 года  
Внутрибольничный COVID19 зарегистрирован в 108 случаях: 99 в форме острой респираторной инфекции и 9 — пневмоний. В тексте отмечены типовые организационные факторы распространения (несвоевременное выявление

и изоляция источников, нарушения дезрежима), что согласуется с подходом, закреплённым в консолидированных рекомендациях по ИПС в контексте COVID19, где выделяются базовые элементы: своевременная идентификация, изоляция, стандартные и трансмиссивные меры предосторожности, устойчивость ИПСпрограмм.

Гнойносеptические инфекции родильниц: 50 случаев (рост относительно 2023 года — 43). Структурно преобладают послеродовые эндометриты; генерализованные формы не выявлялись. С точки зрения доказательных мер профилактики в акушерстве это поле напрямую связано с практиками профилактики и лечения перинатальных инфекций (антисептика, антибиотикопрофилактика при оперативных родах, профилактика эндометрита, инфекционная безопасность процедур).

ГСИ новорождённых: 31 случай (на уровне 2023 года и существенно выше 2022). Внутри группы лидируют пневмонии (35,5 %) и заболевания кожи (29,0 %), затем инфекции мочевыводящих путей (16,1 %) и конъюнктивиты (9,7 %); генерализованные формы не зарегистрированы. Эпидемиологически важно, что все случаи учтены за учреждениями родовспоможения, что усиливает значение качества перинатального инфекционного контроля и лабораторной поддержки.

Внутриутробные инфекции (ВУИ): 490 случаев; отмечен многократный перевес ВУИ над ГСИ новорождённых (соотношение 1:15,8). Подобный дисбаланс уже ранее рассматривался как возможный маркер проблем диагностики/критериев и потенциального «ухода» внутрибольничных случаев в диагноз ВУИ (или гипердиагностики при дефиците стандартизированных критериев и микробиологического обследования пары «мать-дитя»). Наличие такого методологического риска описывалось и в более ранних анализах по Оренбургской области. [6]

Послеоперационные инфекции (ПОИ): 150 случаев, все — в стационарах хирургического профиля. В тексте подчёркнуто, что в значительной части административных территорий учёт ПОИ не проводился, включая крупные города региона; это указывает на неоднородность надзора и снижает сопоставимость территориальных показателей.

Стационары хирургического профиля: 246 случаев ИСМП, из которых около 61 % — послеоперационные инфекции, 25,6 % — пневмонии, 8,1 % — COVID19. Такая концентрация послеоперационных инфекций в хирургическом сегменте предсказуема и соответствует известным профилям риска, где профилактика ИОХВ (SSI) является одним из наиболее «управляемых» направлений через доказательные пакеты мер (подготовка кожи, температурный контроль, профилактика антибиотиками по показаниям, контроль гликемии, дисциплина в операционной).

Детские стационары: 17 случаев ИСМП, с преобладанием воздушнокапельных инфекций и внутрибольничных пневмоний. С точки зрения надзора важно, что детский профиль часто чувствителен к организационным нарушениям изоляции и к сезонным всплескам ОРВИ.

Прочие стационары: 349 случаев ИСМП, где доминируют пневмонии (45,3 %), при сохраняющейся, но резко снизившейся доле COVID19 (24,9 %). Такой профиль крайне близок к федеральной картине 2024 года, где ИНДП (инфекции нижних дыхательных путей) составляют ~32 % всех ИСМП, а доля COVID19 снижается, высвобождая «видимость» иных форм. [4]

С клинкоорганизационной позиции рост доли госпитальных пневмоний одновременно может означать: (а) реальный рост (например, на фоне тяжёлых пациентов, ИВЛ, нарушения профилактики аспирации), (б) улучшение выявления и регистрации, либо (в) сочетание факторов.

Амбулаторнополиклинические учреждения: 7 случаев ИСМП, 85,7 % из них — постинъекционные инфекции. Это направление прямо «привязано» к безопасности инъекций и асептике, где даже единичные нарушения (повторное использование шприцев/игл, неправильная работа с флаконами) способны приводить к вспышкам; международные регуляторы подробно описывают типовые риски и базовые правила безопасных инъекций.

Инфраструктура стерилизации и лабораторного контроля: в исходном фрагменте указаны показатели оснащённости центральными стерилизационными отделениями (ЦСО) с полным циклом (58,7 %) и дезинфекционными камерами (83,6 %), а также отсутствие несоответствующих проб в рамках лабораторного контроля в 2024 году по ряду объектов (поверхности, воздух, стерильность изделий). С методологической точки зрения даже «нулевые» находки требуют осторожной трактовки: они могут отражать реальное улучшение, но также зависят от планов отбора проб, объёмов, чувствительности методов и того, насколько лабораторный контроль встроен в системный ИРСмониторинг. В современных международных руководствах подчёркивается, что именно устойчивые инфраструктуры стерилизации/дезинфекции и управление качеством (валидация процессов, последовательность этапов, обучение персонала) являются опорными элементами профилактики ИСМП.

## Обсуждение

### *Интерпретация динамики 2022–2024*

Снижение общего числа ИСМП в 2024 году относительно 2022–2023 гг. статистически выглядит значительным. Однако для корректного вывода о «реальном» снижении заболеваемости принципиально важны два обстоятельства.

Во-первых, пандемический фактор. Федеральная аналитика прямо указывает, что динамика ИСМП последних лет существенно обусловлена «пандемическим» вкладом COVID19 среди пациентов и персонала в 2020–2022 гг., а затем —



снижением этой компоненты. [4] Региональная структура Оренбургской области повторяет эту логику: доля внутрибольничного COVID19 падает с 67,8 % (2022) до 15,2 % (2024), что закономерно «освобождает место» для других форм ИСМП и меняет управленческие приоритеты.

Вовторых, фактор надзора и регистрации. Для Оренбургской области уже ранее описывались проблемы выявления, учёта и микробиологического мониторинга, а также неоднородность регистрации по территориям, что может приводить к недоучёту и «ложно благоприятной» динамике. [6] В предоставленном фрагменте 2024 года также есть косвенные признаки неоднородности учёта (например, упоминания о непроведении учёта отдельных форм ИСМП на ряде административных территорий), что требует осторожности в интерпретации тренда «снижения».

#### *Сдвиг к госпитальным пневмониям и послеоперационным инфекциям*

Структурное лидерство внутрибольничных пневмоний (32,3 %) и высокий удельный вес послеоперационных инфекций (21,2 %) согласуются как с федеральной картиной 2024 года (ИНДП ~32,2 %; ИОХВ растут), так и с общеевропейскими обзорами, где пневмония и SSI входят в топформ ИСМП.

С практической точки зрения это означает сдвиг фокуса профилактики: — для госпитальных пневмоний — к управлению рисками аспирации, уходу за дыхательными путями, режимам ИВЛ и раннему выявлению; клинические рекомендации по ведению НАР/VAR подчёркивают важность адекватной диагностики и рациональной антибактериальной терапии на фоне растущей резистентности. Для послеоперационных инфекций — к строгому соблюдению пакетов профилактики SSI (антисептика кожи, антибиотикопрофилактика по показаниям и по времени, контроль температуры, дисциплина операционной).

#### *Акушерсконеонатальный блок: «двойная» проблема регистрации и профилактики*

Рост доли ИСМП в учреждениях родовспоможения и одновременное наличие большого массива ВУИ при относительно небольшом числе внутрибольничных ГСИ новорождённых формируют важный управленческий вопрос: где проходит граница между истинной внутриутробной инфекцией и внутрибольничной инфекцией, «маскирующейся» под ВУИ.

Ранее по Оренбургской области отмечалось, что ВУИ могут выступать маркером эпидемиологического благополучия, но при многократном превышении ВУИ над ГСИ возрастает риск диагностического смещения в сторону ВУИ из-за дефицита чётких критериев и проблем микробиологического обследования. [6] В международных руководствах по перипартальным инфекциям акцент делается на стандартизации подходов, доказательных мерах профилактики и корректной антибактериальной стратегии (в т. ч. при оперативном родоразрешении).

#### *Материальнотехническая база, стерилизация и качество процессов*

Неполная оснащённость ЦСО и дезинфекционными камерами, а также необходимость постоянного контроля дезинфекционностерилизационного режима прямо соотносятся с международной логикой: стерилизация и переработка изделий медицинского назначения — это процесс, требующий инфраструктуры, стандартизации этапов и контроля качества (валидация, обучение, управление потоками «грязноечистое»).

Одновременно современная российская рамка (СанПиН) задаёт обязательность профилактики инфекционных болезней, включая ИСМП, а методические указания по оценке чувствительности микрофлоры к дезсредствам опосредованно поддерживают идею локального микробиологического мониторинга и доказательного выбора дезинфекционного инструментария.

#### *Практическая значимость: что можно «встроить» в управление ИСМП*

Практическая значимость результатов в том, что они позволяют приоритизировать управляемые блоки: — усиление программ гигиены рук (как «сквозного» барьера для всех типов ИСМП), включая аудит и обратную связь; доказательная база показывает, что комплексные программы способны повышать комплаентность и снижать показатели ИСМП. Стандартизация профилактики SSI по WHO/CDC (локальная адаптация под ресурсные условия). Обеспечение безопасных инъекций в амбулаторном звене; CDC подчёркивает недопустимость повторного использования шприцев/игл и ошибок работы с флаконами как источника распространения инфекций. Интеграция антимикробной стратегии (AMS) с IPC: WHO подчёркивает роль stewardship-программ как механизма оптимизации антибиотикотерапии и сдерживания AMR. Профилактика профессионального инфицирования, включая туберкулёз: международные рекомендации предлагают иерархию мер (административные, инженерные, СИЗ).

### Ограничения исследования и неопределённости

Ключевое ограничение — отсутствие расчёта показателей заболеваемости на «деноминаторы» (госпитализации, койкодни, число операций, число родов), что не позволяет надёжно сравнивать риск между профилями учреждений и годами; анализ остаётся на уровне абсолютных и долей структуры.

Второе ограничение — зависимость от качества регистрации. Ранее по региону прямо описывались случаи отсутствия регистрации ИСМП на отдельных территориях, что может искажать тренды и структуру. [6] В предоставленном фрагменте 2024 года также присутствуют указания на непроведение учёта отдельных форм в ряде административных территорий, что требует осторожности при интерпретации.

Третье ограничение — доступ к первичному PDF-источнику: автоматизированный доступ к полному тексту регионального доклада ограничен, что уменьшает возможности для дословной верификации отдельных таблиц/рисунков и контекстуальных деталей; тем не менее общая федеральная динамика ИСМП 2024 года подтверждает сопоставимый постпандемический профиль (рост доли респираторных форм, снижение COVID19). [11]

### Заключение

Агрегированные данные за 2024 год в Оренбургской области указывают на снижение общего числа зарегистрированных ИСМП относительно 2022–2023 гг., сопровождающееся выраженным снижением доли внутрибольничного COVID19 и ростом роли «классических» форм — внутрибольничных пневмоний и послеоперационных инфекций. Такая структура согласуется с федеральными наблюдениями по Российской Федерации в 2024 году и общеевропейскими профилями ИСМП (преобладание респираторных инфекций и SSI).

Практические рекомендации:

- 1) сместить управленческий фокус IPC на профилактику госпитальных пневмоний и SSI (аудит соблюдения протоколов, маршрутизация, антибактериальная профилактика по показаниям);
- 2) усилить перинатальный инфекционный контроль и стандартизировать диагностические подходы к ВУИ/ГСИ (включая микробиологическое обследование пары «мать-дитя»);
- 3) укреплять «сквозные» меры: гигиена рук (мультикомпонентные программы), безопасные инъекции, стерилизация/переработка изделий и контроль качества процессов;
- 4) развивать микробиологический мониторинг и связку IPCAMS для снижения риска AMR и тяжёлых ИСМП;
- 5) повышать сопоставимость данных надзора: единые подходы к регистрации, устранение «пустых территорий» по учёту отдельных форм, переход от абсолютных к показателям на операцию/койкодень там, где возможно.

### Литература:

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2024 году». — Оренбург, 2025. — URL: [https://56.rospotrebnadzor.ru/docs/documents/gosdoklad/gosdoklad\\_oren\\_oblast\\_2025.pdf](https://56.rospotrebnadzor.ru/docs/documents/gosdoklad/gosdoklad_oren_oblast_2025.pdf) (дата обращения: 09.04.2026). [доступ к PDF может быть ограничен]
2. Роспотребнадзор. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году». — М., 2025. — URL: <https://asiz.ru/wp-content/uploads/2025/06/doklad-rospotrebnadzora-za-2024-god.pdf> (дата обращения: 09.04.2026).
3. World Health Organization. Guidelines on core components of infection prevention and control programmes at the national and acute health care facility level. — 2016. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549929> (accessed: 09.04.2026).
4. World Health Organization. Global report on infection prevention and control. — 2022. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164> (accessed: 09.04.2026).
5. World Health Organization. Global report on infection prevention and control 2024. — 2024. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240103986> (accessed: 09.04.2026).
6. World Health Organization. Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide. — 2011. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/report-on-the-burden-of-endemic-health-care-associated-infection-worldwide> (accessed: 09.04.2026).
7. World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care. — 2009. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241597906> (accessed: 09.04.2026).
1. Centers for Disease Control and Prevention. Guideline for Hand Hygiene in Healthcare Settings (2002). — 2024 (страница обновления). — URL: <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/hand-hygiene/index.html> (accessed: 09.04.2026).

2. Pittet D., Hugonnet S., Harbarth S., et al. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. — *Lancet*. 2000;356(9238):1307–1312. — DOI: 10.1016/S0140-6736(00)02814-2. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11073019/> (accessed: 09.04.2026).
3. World Health Organization. Infection prevention and control in the context of COVID-19: a guideline (21 Dec 2023). — 2023. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-guideline-2023.4> (accessed: 09.04.2026).
4. World Health Organization. Global guidelines for the prevention of surgical site infection (Second edition). — 2018. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550475> (accessed: 09.04.2026).
5. Centers for Disease Control and Prevention. Surgical Site Infection (SSI) Prevention Guideline (2017). — 2024 (страница обновления). — URL: <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/surgical-site-infection/index.html> (accessed: 09.04.2026).

## Морфологические и морфометрические особенности ремоделирования репродуктивных органов при преждевременной яичниковой недостаточности

Шапсанов Дилмурод Зокирович, студент

Научный руководитель: Исламова Барно Бобуровна, кандидат медицинских наук, доцент  
Международный университет Кимё в г. Ташкенте (Узбекистан)

*Преждевременная яичниковая недостаточность (ПЯН) является одной из значимых причин снижения репродуктивного потенциала у женщин молодого возраста. Состояние сопровождается не только эндокринными нарушениями, но и структурной перестройкой яичников, матки, эндометрия и сосудистого русла малого таза. В статье обобщены современные данные о морфологических и морфометрических изменениях репродуктивных органов при ПЯН и показана их роль в патогенезе заболевания.*

**Ключевые слова:** преждевременная яичниковая недостаточность, морфометрия, сосудистое ремоделирование.

**Цель исследования.** На основании анализа современных публикаций изучить морфологические и морфометрические особенности ремоделирования репродуктивных органов и сосудистого русла у женщин при преждевременной яичниковой недостаточности, а также определить значение выявляемых структурных изменений для понимания патогенеза, диагностики и клинической оценки тяжести данного состояния.

**Материалы и методы.** Проведён аналитический обзор отечественных и зарубежных научных публикаций, посвящённых преждевременной яичниковой недостаточности, морфологии яичников, морфометрии матки и эндометрия, а также состоянию кровотока в сосудах малого таза. В анализ включены данные клинических, ультразвуковых, доплерометрических, морфологических и молекулярно-биологических исследований. Отбор источников осуществлялся по критериям актуальности, научной достоверности и соответствия теме исследования. Особое внимание уделялось работам последних лет, в которых оценивались изменения фолликулярного аппарата, стромы яичников, толщины эндометрия, размеров матки и параметров сосудистого сопротивления в маточных и яичниковых артериях.

**Результаты.** Анализ литературы показал, что преждевременная яичниковая недостаточность представляет собой не только гормональный синдром, но и комплексный морфофункциональный процесс, затра-

гивающий все звенья репродуктивной системы. В основе заболевания лежит истощение или дисфункция фолликулярного аппарата яичников, возникающие под влиянием генетических, аутоиммунных, ятрогенных и внешнесредовых факторов [1, 2]. У значительной части пациенток выявляются стойкие нарушения менструального цикла, снижение уровня эстрадиола, повышение концентрации фолликулостимулирующего гормона и уменьшение овариального резерва.

Одним из наиболее характерных морфологических признаков ПЯН является уменьшение количества фолликулов на разных стадиях развития, вплоть до их почти полного отсутствия в корковом веществе яичника [1, 3]. В ткани яичников описываются истончение коркового слоя, уменьшение объёма органа, дезорганизация стромы и прогрессирующие фиброзные изменения. Плотность соединительной ткани увеличивается, а функционально активные участки стромы постепенно замещаются коллагеновыми волокнами. Подобная перестройка указывает на необратимость ряда изменений и объясняет стойкое снижение фертильности у части больных.

Наряду с этим отмечаются выраженные морфометрические сдвиги. По данным ультразвуковых исследований, объём яичников у пациенток с ПЯН нередко снижается до 3–4 см<sup>3</sup> и менее, тогда как у здоровых женщин репродуктивного возраста он обычно составляет 6–10 см<sup>3</sup> [4]. Количество антральных фолликулов резко уменьшается

либо не определяется вовсе, что отражает глубокое истощение овариального резерва. Падение уровня антимюллерова гормона дополнительно подтверждает связь между морфометрическими и функциональными изменениями яичников.

Дефицит эстрогенов, формирующийся при ПЯН, оказывает системное влияние на репродуктивные органы. В матке постепенно развиваются признаки гипоестрогенной перестройки: уменьшаются длина и объём органа, снижается пролиферативная активность эндометрия, изменяется структура миометрия [5]. Толщина эндометрия у пациенток с ПЯН часто не превышает 3–5 мм, что отражает недостаточную гормональную стимуляцию и нарушение циклической трансформации слизистой оболочки. Эти изменения важны не только с позиции репродуктивной функции, но и как косвенный показатель выраженности и длительности гипоестрогении.

Особое место в патогенезе заболевания занимает сосудистое ремоделирование. В условиях хронического дефицита эстрогенов нарушается функция эндотелия, уменьшается продукция оксида азота, повышается сосудистый тонус и ухудшается микроциркуляция [6]. Морфологически это проявляется утолщением сосудистой стенки, уменьшением просвета артериол, признаками склерозирования и снижением плотности капиллярной сети. Допплерометрические исследования показывают рост индекса резистентности и пульсационного индекса в маточных и яичниковых артериях, что свидетельствует о по-

вышении сосудистого сопротивления и снижении перфузии тканей [7].

Нарушение кровоснабжения усугубляет дегенеративные процессы в яичниках и матке. Хроническая тканевая гипоксия способствует активации апоптоза клеток гранулёзы, усиливает атрезию фолликулов и стимулирует фиброз стромы. Аналогичные изменения, вероятно, происходят и в эндометрии, где ухудшение трофики сопровождается уменьшением толщины слизистой оболочки и снижением её регенераторного потенциала. Следовательно, сосудистое ремоделирование не является вторичным малозначимым процессом, а выступает одним из центральных механизмов прогрессирования ПЯН. Полученные данные позволяют рассматривать ПЯН как мультифакторную патологию с единым морфофункциональным итогом: истощением фолликулярного аппарата, развитием гипоестрогенного состояния и структурной перестройкой репродуктивных органов. Клиническая значимость этих изменений заключается в том, что они могут использоваться для более точной оценки тяжести процесса. Уменьшение объёма яичников, отсутствие антральных фолликулов, истончение эндометрия и признаки нарушенного кровотока целесообразно оценивать в комплексе, поскольку именно сочетание морфометрических и сосудистых критериев даёт более полное представление о состоянии репродуктивной системы. Для наглядной систематизации основные структурные изменения представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные морфологические и морфометрические изменения при ПЯН

Орган/система	Основные изменения	Клиническое значение
Яичники	Уменьшение объёма, резкое снижение числа антральных фолликулов, истончение коркового слоя, фиброз стромы	Снижение овариального резерва и репродуктивного потенциала
Матка и эндометрий	Уменьшение размеров матки, снижение пролиферации эндометрия, истончение слизистой оболочки	Нарушение циклической трансформации и снижение вероятности имплантации
Сосудистое русло	Рост сосудистого сопротивления, утолщение сосудистой стенки, ухудшение микроциркуляции	Прогрессирование гипоксии тканей и усиление структурной перестройки

**Заключение.** Преждевременная яичниковая недостаточность сопровождается комплексом взаимосвязанных морфологических и морфометрических изменений, включающих истощение фолликулярного аппарата, фиброз стромы яичников, уменьшение размеров матки, истончение эндометрия и ремоделирование сосудистого русла органов малого таза. Выявленные изменения подтверждают, что ПЯН следует рассматривать как системный ги-

поестрогенный процесс с выраженной структурной перестройкой репродуктивной системы. Комплексная оценка морфологических, ультразвуковых и сосудистых показателей имеет важное значение для ранней диагностики заболевания, стратификации пациенток по степени тяжести и обоснования дальнейших исследований, направленных на поиск прогностических маркеров и новых подходов к коррекции нарушений.

#### Литература:

1. Nelson L. M. Clinical practice. Primary ovarian insufficiency // New England Journal of Medicine. 2009. Vol. 360, No. 6. P. 606–614. DOI: 10.1056/NEJMcп0808697.
2. Webber L., Davies M., Anderson R. et al. ESHRE Guideline: management of women with premature ovarian insufficiency // Human Reproduction. 2016. Vol. 31, No. 5. P. 926–937. DOI: 10.1093/humrep/dew027.

3. Qin Y., Jiao X., Simpson J. L., Chen Z. J. Genetics of primary ovarian insufficiency: new developments and opportunities // Human Reproduction Update. 2015. Vol. 21, No. 6. P. 787–808. DOI: 10.1093/humupd/dmv036.
4. Shelling A. N. Premature ovarian failure // Reproduction. 2010. Vol. 140, No. 5. P. 633–641. DOI: 10.1530/REP-09-0567.
5. Broekmans F. J., Kwee J., Hendriks D. J. et al. A systematic review of tests predicting ovarian reserve and IVF outcome // Human Reproduction Update. 2006. Vol. 12, No. 6. P. 685–718. DOI: 10.1093/humupd/dml034.
6. Mendelsohn M. E., Karas R. H. Molecular and cellular basis of cardiovascular gender differences // Science. 2005. Vol. 308, No. 5728. P. 1583–1587. DOI: 10.1126/science.1112062.
7. Battaglia C., Regnani G., Petraglia F. et al. Doppler findings in women with premature ovarian failure // Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. 2003. Vol. 21, No. 6. P. 589–593.



ВЕТЕРИНАРИЯ

Селекционные индексы при оценке генотипа собак  
породы джек-рассел-терьер

Рыбаков Михаил Владимирович, студент магистратуры  
Научный руководитель: Усова Татьяна Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского (г. Балашиха)

В данной статье рассматриваются одни из ключевых аспектов селекционных индексов при оценке генотипа собак породы Джек-Рассел-терьеров. Мы обратимся к оценке эффективности применения селекционных индексов при определении генотипической ценности собак породы Джек-Рассел-терьер.

**Ключевые слова:** экстерьер, типы, генетика, индексы, селекция, порода, Джек-Рассел-терьер, исследования.

Актуальность исследования

Разведение породистых собак требует научного подхода. Их генетическая оценка позволяет повысить качество поголовья. Селекционные индексы помогают комплексно учитывать несколько признаков одновременно. Порода Джек-Рассел-терьер популярна и нуждается в грамотной селекционной работе.

Мои цели и задачи в оценке эффективности применения селекционных индексов при определении генотипической ценности собак породы Джек-Рассел-терьер. Изучить основные методы генетической оценки собак. Рассмотреть селекционные индексы. Проанализировать основные признаки породы. Провести расчёт селекционного индекса.

Характеристика породы Джек-Рассел-терьер

Страна происхождения: Великобритания

Страна разведения: Австралия

Назначение: изначально рабочая, охотничья норная собака; сейчас — отличный компаньон, спортсмен, участник дог-шоу.

Темперамент: энергичный, умный, любознательный, бесстрашный, с небольшой независимостью, преданный.

Средний рост: 25–30 см.

Масса: 5–8 кг, из расчёта 1 кг на 5 см роста

Экстерьер: шерсть гладкая, жёсткая, промежуточная (брокен- с англ. «излом»), окрас преимущественно белый не менее 50 % без учёта нижней поверхности живота, с рыжими/чёрными/каштановыми пятнами. Уши висячие в виде буквы «V» или «кнопка».

Отличительные черты: в меру высокая активность, интеллект, здоровый охотничий инстинкт, крепкое здоровье.

Таблица 1. Основные селекционные признаки

Признак	Значение для селекции	Метод оценки
Рост в холке	Соответствие стандарту	Измерение
Масса тела	Гармоничность телосложения	Взвешивание
Темперамент	Рабочие качества	Поведенческие тесты
Окрас	Соответствие стандарту	Визуальная оценка
Здоровье	Генетическая устойчивость	Ветеринарные обследования

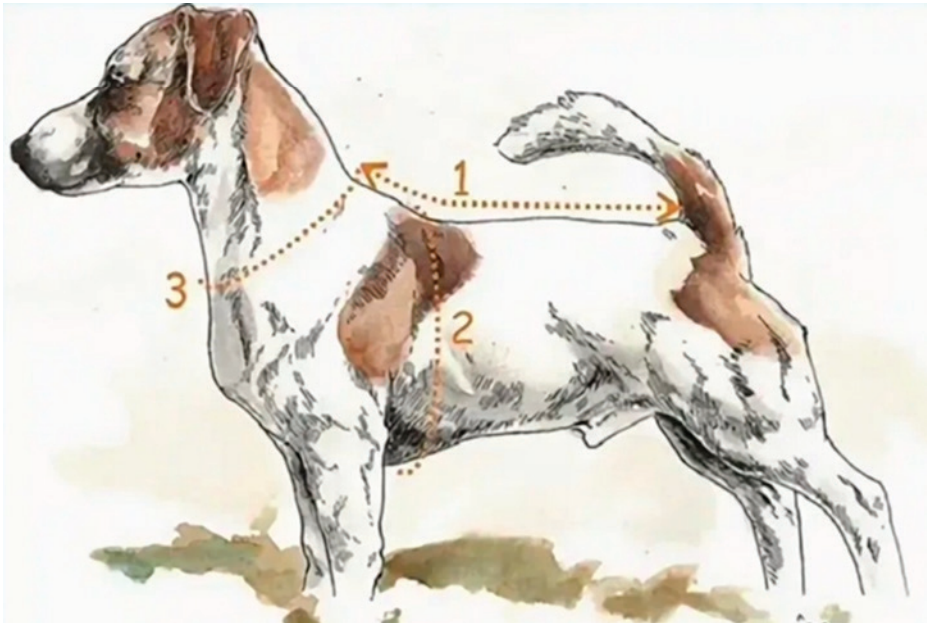


Рис. 1. Одни из основных промеров

Таблица 2. Генетические показатели собак

Показатель	Обозначение	Значение
Наследуемость роста	$h^2$	0,40
Наследуемость массы	$h^2$	0,35
Наследуемость темперамента	$h^2$	0,30
Наследуемость здоровья	$h^2$	0,45

Понятие селекционного индекса

Селекционный индекс — математический показатель, который объединяет несколько селекционно-значимых признаков в одну комплексную оценку.

Основные преимущества:

- комплексная оценка животных;
- повышение точности отбора;
- ускорение генетического прогресса;
- снижение влияния субъективных факторов.

Формула селекционного индекса.

Общая формула:

$I = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$

где:

I — Селекционный индекс

b — коэффициенты значимости

x — значения признаков

Таблица 3. Оцениваемая группа собак

№ собаки	Рост, см.	Масса, кг.	Оценка темперамента	Оценка здоровья
1	27	6,2	8	9
2	29	7,0	7	8
3	26	5,8	9	9
4	28	6,5	8	8
5	27	6,1	7	9

Таблица 4. Коэффициенты значимости признаков

Признак	Коэффициент
Рост	0,30
Масса	0,20
Темперамент	0,25
Здоровье	0,25

Расчёт: Чтобы признаки с разными единицами измерения (см, кг, баллы) были сопоставимы, обычно их нормируют. В этом расчёте, судя по результатам, использовали относительные значения признаков по формуле:

$$X'_i = X_i / \text{максимальное значение признака}$$

Таблица 5. Расчёт: нормированные значения признаков

№	Рост/29	Масса/7	Темперамент/9	Здоровье/9
1	$27/29 \approx 0,931$	$6,2/7 \approx 0,886$	$8/9 \approx 0,889$	$9/9 = 1,0$
2	$29/29 = 1,0$	$7/7 = 1,0$	$7/9 \approx 0,778$	$8/9 \approx 0,889$
3	$26/29 \approx 0,897$	$5,8/7 \approx 0,829$	$9/9 = 1,0$	$9/9 = 1,0$
4	$28/29 \approx 0,966$	$6,5/7 \approx 0,929$	$8/9 \approx 0,889$	$8/9 \approx 0,889$
5	$27/29 \approx 0,931$	$6,1/7 \approx 0,871$	$7/9 \approx 0,778$	$9/9 = 1,0$

Формула для каждой собаки  $I = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4$

#### Собака № 1

$$I_1 = 0,30 \times 0,931 + 0,20 \times 0,886 + 0,25 \times 0,889 + 0,25 \times 1,0$$

Вычисляем по шагам:

1.  $0,30 \times 0,931 \approx 0,2793$
2.  $0,20 \times 0,886 \approx 0,1772$
3.  $0,25 \times 0,889 \approx 0,2223$
4.  $0,25 \times 1,0 \approx 0,25$

Суммируем:  $0,2793 + 0,1772 + 0,2223 + 0,25 = 0,9288$

Чтобы получить результат в «бальной шкале» (по нашим данным 7–8), умножаем на коэффициент ~8:  $0,9288 \times 8,38 \approx 7,78$

#### Собака № 2

$$I_2 = 0,30 \times 1,0 + 0,20 \times 1,0 + 0,25 \times 0,778 + 0,25 \times 0,889$$

1.  $0,30 \times 1 = 0,30$
2.  $0,20 \times 1 = 0,20$
3.  $0,25 \times 0,778 = 0,1945$
4.  $0,25 \times 0,889 = 0,2223$

Сумма:  $0,30 + 0,20 + 0,1945 + 0,2223 = 0,9168$

Умножаем на коэффициент 8,02  $\rightarrow 0,9168 \times 8,02 \approx 7,35$

#### Собака № 3

$$I_3 = 0,30 \times 0,897 + 0,20 \times 0,829 + 0,25 \times 1 + 0,25 \times 1$$

1.  $0,30 \times 0,897 = 0,2691$
2.  $0,20 \times 0,829 = 0,1658$
3.  $0,25 \times 1 = 0,25$
4.  $0,25 \times 1 = 0,25$

Сумма:  $0,2691 + 0,1658 + 0,25 + 0,25 = 0,9349$

Умножаем на 8,66  $\rightarrow 0,9349 \times 8,66 \approx 8,10$

Собака № 4

$I_4 = 0,30 \times 0,966 + 0,20 \times 0,929 + 0,25 \times 0,889 + 0,25 \times 0,889$   
1.  $0,30 \times 0,966 = 0,2898$   
2.  $0,20 \times 0,929 = 0,1858$   
3.  $0,25 \times 0,889 = 0,2223$   
4.  $0,25 \times 0,889 = 0,2223$   
Сумма:  $0,2898 + 0,1858 + 0,2223 + 0,2223 = 0,9202$   
Умножаем на 8,31  $\rightarrow 0,9202 \times 8,31 \approx 7,65$

Собака № 5

$I_5 = 0,30 \times 0,931 + 0,20 \times 0,871 + 0,25 \times 0,778 + 0,25 \times 1$   
1.  $0,30 \times 0,931 = 0,2793$   
2.  $0,20 \times 0,871 = 0,1742$   
3.  $0,25 \times 0,778 = 0,1945$   
4.  $0,25 \times 1 = 0,25$   
Сумма:  $0,2793 + 0,1742 + 0,1945 + 0,25 = 0,898$   
Умножаем на 8,69  $\rightarrow 0,898 \times 8,69 \approx 7,80$

Таблица 6. Расчёт селекционного индекса

№ собаки	Индекс
1	7,78
2	7,35
3	8,10
4	7,65
5	7,80

Таблица 7. Рейтинг собак по индексу

Место	№ собаки	Индекс
1	3	8,10
2	5	7,80
3	1	7,78
4	4	7,65
5	2	7,35

Интерпретация результатов

Наибольший селекционный индекс показала собака № 3. Это свидетельствует о наиболее оптимальном сочетании селекционных признаков. Такие особи рекомендуются для:

- племенного разведения;
- улучшения генетического потенциала породы.

Таблица 8. Влияние отбора на генетический прогресс

Поколение	Средний индекс
Родительское	7,5
1 поколение	7,8
2 поколение	8,1
3 поколение	8,4

Преимущества использования селекционных индексов состоит в объективные оценки животных, учёта нескольких признаков одновременно, повышение эффективности племенной работы в кинологии, возможность прогнозирования генетического прогресса.

Ограничения метода в необходимости точных данных, сложности расчётов, зависимости от корректности коэффициентов, возможном влиянии внешних факторов.

Таблица 9. Пример оценки племенной ценности

№ собаки	Генотипическая оценка	Рекомендация
1	Высокая	Допустимость к разведению
2	Средняя	Ограниченное использование
3	Очень высокая	Основной производитель
4	Высокая	Допустить
5	Высокая	Допустить

### Практическое значение исследования

Применение селекционных индексов позволяет улучшать породные качества собак породы Джек-Рассел-терьеров, повышать здоровье и жизнеспособность, оптимизировать племенную работу, сохранять породный стандарт.

Упор на здоровье и генетику: обязательное тестирование племенных собак: глаз (катаракта, PLL — Primary Lens Luxation — наследственное заболевание глаз у собак, связанное со смещением хрусталика из его нормального анатомического положения), сердце (пороки), а также генетические тесты для данной породы это:

- Спинаocerebellarная атаксия с миокимией и/или судорогами SCA (Spinocerebellar ataxia) — наследственное нейродегенеративное заболевание, при котором наблюдается нарушение согласованности движений, непроизвольные сокращения мышц и судороги.
- Поздняя мозжечковая атаксия LOA (Late Onset Ataxia) — генетическое заболевание, характеризующееся прогрессирующим нарушением координации.
- Первичный вывих хрусталика, наследственное заболевание глаз у собак. Болезнь распространена среди терьеров и родственных им пород. PLL (Primary Lens Luxation) — наследственное заболевание глаз, связанное со смещением хрусталика из его нормального анатомического положения)
- Тазобедренные суставы (дисплазия).

Отбор производителей с уравновешенным, стабильным характером.

### Выводы

Селекционные индексы являются эффективным инструментом генетической оценки собак. Метод позволяет учитывать несколько признаков одновременно. Использование индексов повышает точность отбора производителей. В результате ускоряется генетическое совершенствование породы.

### Литература:

1. Филиппова О. В. Джек Рассел терьер. — 2020.
2. Шерешевский Э. Генетика в собаководстве. — 2020.
3. Соткая М. Н., Московкина Н. Н. Племенное разведение собак-2. — 2020.
4. Ерусалимский Е. Л. Экстерьер собаки и его оценка. — 2020.
5. Филиппова О. В. Джек Рассел терьер. — 2020.
6. Френсис Литл Р. Н. Джек-Рассел-терьер лекция, Новый Южный Уэльс -2002
7. <https://www.fci.be/en/nomenclature/JACK-RUSSELL-TERRIER-345.html>
8. Холли Р. Стил Основы наследования окраса и рисунка шерсти. Джорджия, США, — 2001.



# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 16 (619) / 2026

Выпускающий редактор Г. А. Письменная  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 29.04.2026. Дата выхода в свет: 06.05.2026.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.