

21. Савина В. С. Разработка методики экспертной оценки качества велопарковочного пространства городской территории / В. С. Савина, С. В. Шелмаков // European Journal of Natural History. – 2021. – № 2. – С. 88–96.
22. Левинская А. И. Упущенный велопотенциал России / А. И. Левинская, С. В. Шелмаков // European Journal of Natural History. – 2021. – № 4. – С. 32–38.
23. Соловьева П. Д. Актуальность архитектурного развития малых городов России / П. Д. Соловьева, Н. А. Новинская // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 3 (37). – С. 21–25.

© О. В. Ладыгина, И. А. Бессонов

**Ссылка для цитирования:**

Ладыгина О. В., Бессонов И. А. Развитие велосипедной инфраструктуры в г. Ярославле // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2025. № 1 (51). С. 5–10.

УДК 614.2+615.478.7

DOI 10.52684/2312-3702-2025-51-1-10-15

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ В СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*А. Д. Поташов, Л. А. Плешакова*

**Поташов Алексей Дмитриевич**, магистрант, Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: potashov.ad@list.ru;

**Плешакова Людмила Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: lpleshakova@rambler.ru

Предлагается исследование прогнозирования отказов систем медицинского газоснабжения, критически важных для безопасности и эффективности медицинских процедур. К ним относится оборудование для хранения, транспортировки и распределения кислорода, азота и углекислого газа. Традиционные методы обслуживания неэффективны, так как основаны на фиксированных интервалах или реагируют на проблемы постфактум. Внезапные отказы могут привести к финансовым потерям и угрозе для жизни пациентов. Интеллектуальные системы прогнозирования отказов анализируют ключевые параметры, такие как давление и температура, для заблаговременного выявления поломок и оптимизации обслуживания. Предложенная модель онтологии позволяет перейти к формализации процесса прогнозирования отказов систем медицинского газоснабжения с помощью математической модели, основанной на прогнозировании временных рядов. На базе разработанных моделей предлагается создание интеллектуального программного обеспечения для прогнозирования отказов систем медицинского газоснабжения.

**Ключевые слова:** медицинские системы, медицинское газоснабжение, медицинские устройства, техническое обслуживание, прогнозирование отказов, интеллектуальные системы, большие данные, машинное обучение, математическое моделирование, аспирация, вакуумные системы.

## INTELLIGENT SOLUTIONS FOR PREDICTING FAILURES IN MEDICAL GAS SUPPLY SYSTEMS

*A. D. Potashov, L. A. Pleshakova*

**Potashov Aleksey Dmitriyevich**, undergraduate student, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: potashov.ad@list.ru;

**Pleshakova Lyudmila Aleksandrovna**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Computer-aided Design and Modeling Department, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: lpleshakova@rambler.ru

A study is proposed on predicting failures of medical gas supply systems that are critically important for the safety and effectiveness of medical procedures. They include equipment for storing, transporting, and distributing oxygen, nitrogen, and carbon dioxide. Traditional maintenance methods are ineffective because they are based on fixed intervals or react to problems after the fact. Sudden failures can lead to financial losses and threats to the lives of patients. Intelligent fault prediction systems analyze key parameters such as pressure and temperature to detect breakdowns in advance and optimize maintenance. The proposed ontology model allows us to formalize the process of predicting failures of medical gas supply systems using a mathematical model. The developed mathematical model for predicting failures of the medical gas supply system is based on time series forecasting. Based on the developed models, it is proposed to create intelligent software for predicting failures of medical gas supply systems.

**Keywords:** medical systems, medical gas supply, medical devices, maintenance, failure prediction, intelligent systems, big data, machine learning, mathematical modeling, aspiration, vacuum systems.

### Введение

Системы медицинского газоснабжения играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности медицинских процедур.

Они включают в себя оборудование для хранения, транспортировки и распределения медицинских газов, таких как кислород, азот, углекислый газ и инертные газы. Эти системы

должны соответствовать строгим стандартам качества и безопасности, чтобы гарантировать точность дозирования и предотвращать утечки, которые могут представлять опасность для пациентов и персонала [1].

Однако сложность медицинских устройств и необходимость их регулярного обслуживания создают серьезные вызовы [2–8]. Согласно отчетам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [4], отказы медицинского оборудования, вызванные недостаточным обслуживанием, составляют значительный процент всех технических проблем в медицинских учреждениях. В свете активного внедрения цифровых технологий в здравоохранение и программы по обновлению оборудования актуальной становится задача разработки систем интеллектуальной поддержки прогнозирования отказов, которые позволят выявлять неисправности, автоматизировать процессы управления техническим обслуживанием, ремонтом и обновлением медицинских систем. От бесперебойной работы этих устройств зависят жизни пациентов, а их надежность и своевременное выявление отклонений и отказов в параметрах вакуумных систем выступают критически важными факторами [5–10].

Целью исследования является разработка моделей для интеллектуального решения прогнозирования отказов систем медицинского газоснабжения.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- провести обзор современного состояния проблемы прогнозирования отказов систем медицинского газоснабжения;
- разработать модель онтологии параметров и компонентов системы медицинского газоснабжения;
- разработать теоретико-множественную, концептуальную и математическую модели вакуумной системы, которые будут определять поведение системы и прогнозировать ее возможные отказы.

#### Метод

В настоящее время большинство исследований в области медицинских систем сосредоточено на повышении эффективности оборудования и совершенствовании алгоритмов управления, однако проблема прогнозирования отказов остается недостаточно проработанной. Традиционные методы обслуживания оборудования основаны на фиксированных интервалах технического обслуживания или реакции на уже возникшие проблемы, что не всегда эффективно. Внезапные отказы могут вызвать значительные финансовые потери, длительные простои системы и угрозу для жизни пациентов.

Обеспечение надежной работы медицинских газоснабжающих систем является одним из ключевых факторов в поддержании качественного и безопасного функционирования медицинских

учреждений [4–7]. Такие системы используются для выполнения критически важных процедур, включая аспирацию, вентиляцию легких и обеспечение стерильности. Любые сбои в их работе могут привести к серьезным последствиям, таким как невозможность проведения операций или ухудшение состояния пациентов.

Развитие интеллектуальных систем прогнозирования отказов предлагает перспективный подход к решению этой проблемы [19]. Использование методов анализа больших данных, машинного обучения и математического моделирования позволяет заблаговременно выявлять признаки возможных поломок, минимизировать риски и оптимизировать график технического обслуживания. Однако, несмотря на значительный прогресс в области интеллектуальных технологий, специфические аспекты применения таких решений к системам медицинского газоснабжения остаются малоизученными.

Типовая система медицинского газоснабжения включает:

- насосы, создающие необходимое разрежение воздуха;
- трубопроводы, обеспечивающие распределение газа по различным зонам медицинского учреждения;
- датчики и сенсоры, которые контролируют ключевые параметры системы, такие как давление, температура, поток и уровень вибрации;
- управляющий модуль, координирующий работу системы, включая переключение между насосами и автоматическое включение резервного оборудования.

С целью структуризации имеющейся информации предметной области на основе описанных параметров и компонентов систем медицинского газоснабжения, используемых в лечебных учреждениях для обеспечения ряда медицинских процессов, построена онтология на рисунке 1.

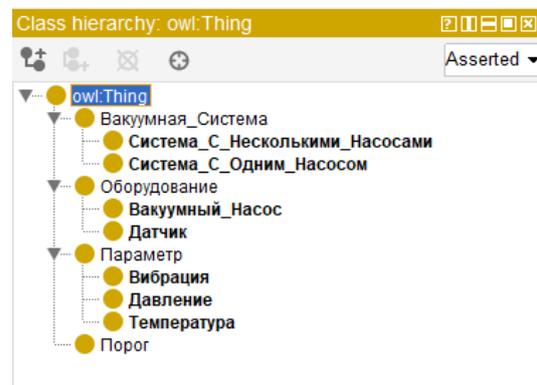


Рис. 1. Основные параметры и компоненты систем медицинского газоснабжения

Для выполнения прогнозирования требуется анализ значений параметров системы, которые были формализованы на рисунке 2, например давление и температура и сравнение их с установленными порогами и нормами.

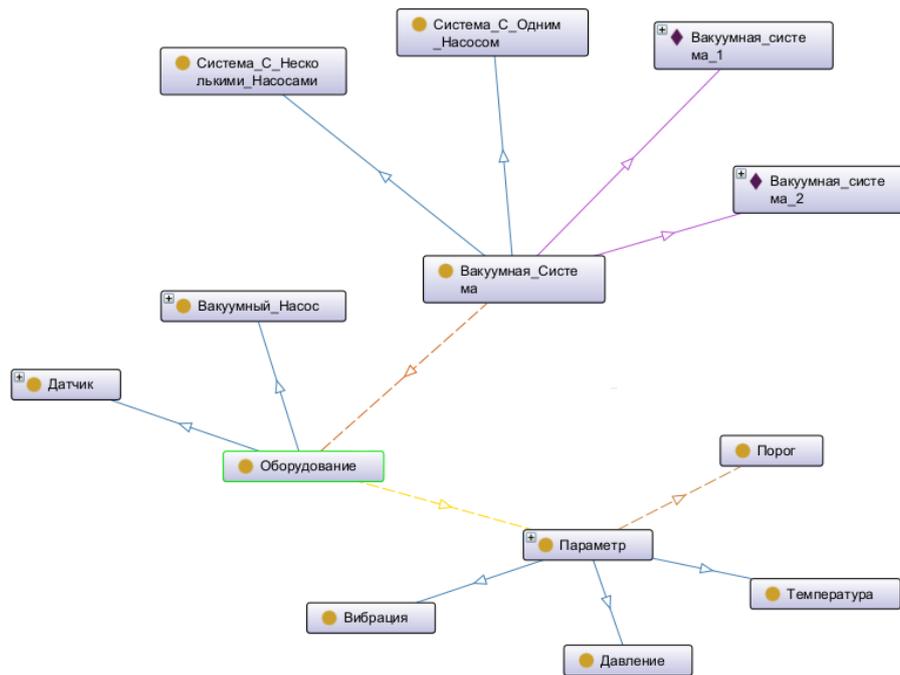


Рис. 2. Онтологическая модель параметров и компонентов систем медицинского газоснабжения

Основная роль систем медицинского газоснабжения заключается в обеспечении стабильного и непрерывного вакуума для выполнения медицинских процедур. Работоспособность этих систем имеет критическое значение, так как сбои могут повлечь за собой:

- нарушение стерильности, что увеличивает риск инфекций;
- невозможность выполнения операций и экстренных процедур;
- угрозу жизни пациентов в интенсивной терапии и хирургии.

Для обеспечения бесперебойной работы системы часто имеют резервные насосы и функционируют по принципу дублирования, однако даже кратковременные сбои могут привести к нежелательным последствиям.

Несмотря на высокий уровень автоматизации, системы медицинского газоснабжения подвержены ряду эксплуатационных проблем, таким как:

- износ компонентов, который выражен постоянной нагрузкой на насосы, что приводит к их механическому износу;
- нестабильность давления, которая выражена отклонениями в параметрах, вызванных возможными утечками в трубопроводах или неисправностью клапанов;
- сбои в датчиках по причине неверных данных, которые могут затруднить диагностику состояния системы;
- недостаточность резервного оборудования для покрытия полной нагрузки из-за частых включений при отказах основного насоса.

Проблема прогнозирования отказов в данных системах особенно актуальна, так как позволяет:

- повысить надежность работы медицинских учреждений;
- предотвратить поломки и связанные с ними простои;
- сократить расходы на техническое обслуживание за счет перехода к предиктивной стратегии.

Эксплуатация систем медицинского газоснабжения предполагает воздействие на них множества факторов, влияющих на их техническое состояние. Эти изменения со временем могут приводить к отказам оборудования, что особенно критично в условиях медицинских учреждений, где надежная работа таких систем напрямую влияет на жизнь и здоровье пациентов. Важной особенностью этих факторов является их случайный (стохастический) характер.

К числу факторов, существенно влияющих на изменение технического состояния систем медицинского газоснабжения, относятся: интенсивность эксплуатации, прочностные характеристики элементов трубопроводов и соединений, воздействие внешней среды (вибрация, температура), качество и своевременность технического обслуживания, а также соответствие условий эксплуатации технологическим нормативам. Непредсказуемый характер этих факторов приводит к случайным изменениям в состоянии отдельных элементов системы, таких как компрессоры, вакуумные насосы и трубопроводы, а также к снижению их функциональности, что делает определение времени до отказа сложной задачей.

В условиях экономических ограничений и дефицита бюджетных средств эффективное управление техническим состоянием медицинской техники приобретает особую актуальность. Согласно исследованию К. Д. Шумак [11], методы прогнозирования отказов медицинского оборудования позволяют своевременно выявлять потенциальные неисправности и оптимизировать графики технического обслуживания, что снижает риск внезапных сбоев и повышает общую эффективность медицинских учреждений.

Современные подходы к прогнозированию отказов включают использование искусственных нейронных сетей, которые способны анализировать большие объемы данных и предсказывать время возникновения сбоев. Как отмечается в исследовании И. Н. Хамамех [12], применение таких технологий способствует снижению количества сбоев и сокращению времени, необходимого для их устранения, что, в свою очередь, уменьшает производственные издержки.

Однако, несмотря на прогресс в области прогнозирования отказов, остаются нерешенные вопросы, связанные с необходимостью обработки больших объемов информации и адаптации моделей к специфическим условиям эксплуатации медицинского оборудования. Это подчеркивает важность дальнейших исследований и разработки специализированных систем, способных учитывать особенности медицинской техники и обеспечивать высокую точность прогнозов.

Использование математических моделей для прогнозирования отказов систем медицинского газоснабжения позволит повысить надежность их эксплуатации, минимизировать риски отказов и обеспечить бесперебойное снабжение медицинских учреждений необходимыми газами.

### Результаты и обсуждение

Современные медицинские учреждения предъявляют высокие требования к надежности оборудования, особенно систем жизнеобеспечения, таких как вакуумные системы медицинского газоснабжения. Это оборудование выполняет критически важные функции, включая обеспечение стерильности и удаление лишних жидкостей и газов во время операций. Для повышения надежности и предсказуемости функционирования таких систем используется теоретико-множественный подход, позволяющий формализовать описание компонентов, их взаимодействий и параметров работы [13–20].

Данная теоретико-множественная модель предоставляет формальное описание вакуумной системы, включающее множества объектов, параметры, отношения и функции, которые определяют поведение системы и связаны с прогнозированием возможных отказов.

Для описания системы выделяются следующие основные множества:

$V$  – множество вакуумных систем, где каждый элемент  $v \in V$  представляет конкретную вакуумную систему;

$N$  – множество насосов, где каждый элемент  $n \in N$  представляет отдельный вакуумный насос;

$P$  – множество параметров, где  $p \in P$  – параметр вакуумной системы (например, давление, температура, вибрация);

$T$  – множество временных меток, где  $t \in T$  – момент времени, на которой фиксируется значение параметров;

$E$  – множество событий, где  $e \in E$  – определенное событие (например, отказ, предупреждение), связанное с работой системы.

Эти множества являются основой для построения отношений и функций, описывающих взаимодействия между элементами системы.

Для формализации данных связей вводятся следующие отношения:

$R_{vn} \subseteq V \times N$  – отношение между вакуумной системой и насосами, где  $(v, n) \in R_{vn}$  означает, что насос  $n$  входит в состав вакуумной системы  $v$ ;

$R_{np} \subseteq N \times P$  – отношение между насосом и параметрами, где  $(n, p) \in R_{np}$  означает, что параметр  $p$  измеряется для насоса  $n$ ;

$R_{pt} \subseteq P \times T$  – отношение между параметром и временем, где  $(p, t) \in R_{pt}$  означает, что параметр  $p$  фиксируется в момент времени  $t$ ;

$R_{pe} \subseteq P \times E$  – отношение между параметрами и событиями, где  $(p, e) \in R_{pe}$  означает, что определенное событие  $e$  связано с параметром  $p$ .

В качестве входных параметров модели будут использоваться следующие данные: вакуумная система медицинского газоснабжения, вакуумные насосы, секции с 1 по  $N$ , фиксируемый параметр каждого насоса в течение некоторого интервала времени  $W$ . В качестве выходных – спрогнозированный параметр каждого насоса. Обозначим  $P_{i,t}$  как фактическое значение параметра  $i$ -го насоса в момент времени  $t$ ,  $P'_{i,t}$  – спрогнозированное значение параметра  $i$ -го насоса в момент времени  $t$ ,  $W$  – размер временного окна,  $N$  – количество насосов в вакуумной системе медицинского газоснабжения.

На вход модели прогнозирования подаются временные ряды в период с  $t-W$  до  $t$  секунд значений параметра  $P$  для всех  $N$  насосов, длина каждого временного ряда определяется окном прогнозирования модели.

Концептуальная модель прогнозирования значений параметра насосов представлена на рисунке 3.

Для возможности разбиения выходных данных модели по насосам было принято решение строить модель для каждого насоса отдельно. При этом используются временные ряды в период с  $t-W$  до  $t$  секунд значений параметра  $P$  для всех  $N$  насосов вакуумной системы.

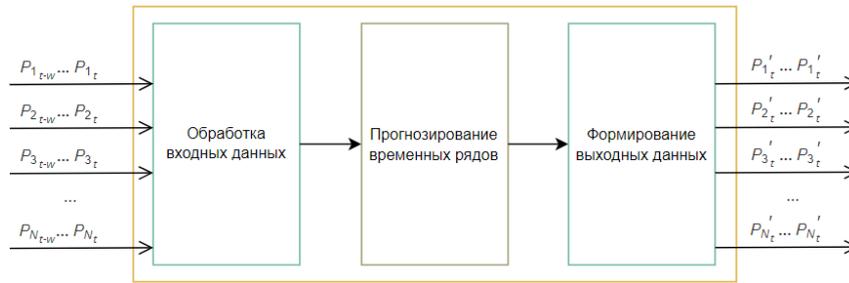


Рис. 3. Концептуальная модель прогнозирования значений параметра для  $N$  насосов в момент времени  $t$

Особенность заключается в том, что весь временной ряд прогнозируется последовательно на основе данных по параметрам от всех насосов в момент времени  $t$ , за исключением параметра прогнозируемого насоса. Такой подход позволяет исключить погрешности.

Для прогнозирования временных рядов всех насосов достаточно спрогнозировать значения параметров на всех моментах времени из интервала временного ряда.

Обозначим:

$P_i$  – параметр  $i$ -го насоса, где  $i = \overline{1, N}$ ;

$W$  – временное окно, для которого проводится анализ отклонений;

$RA$  – модель прогнозирования временных рядов значений параметров.

Временное окно – это интервал времени, в течение которого собираются данные по параметрам. Эти значения используются для прогнозирования отказов на отрезке  $[t - W, t]$ :

$$\vec{P} = [P_1 \dots P_N],$$

$$\vec{P}_i = [P_i(t - W) \dots P_i(t)],$$

где  $P_i(t)$  – значение параметра в момент времени  $t$ ;  $\vec{P}_i$  – временной ряд с параметрами для  $i$ -го насоса.

Размерность временного ряда зависит от интервала прогнозирования и определяется при дальнейшей параметрической идентификации.

$\vec{P}$  – вектор с временными рядами параметров для всех  $N$  насосов.

Преобразуем входной вектор  $\vec{P}$  к матрице вида:

$$P = \begin{bmatrix} P_{1,t-W} & \dots & P_{1,t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{N,t-W} & \dots & P_{N,t} \end{bmatrix}.$$

Тогда результат прогнозирования моделью  $RA$  можно представить в виде матрицы  $P'$ :

$$P' = \begin{bmatrix} P'_{1,t-W} & \dots & P'_{1,t} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P'_{N,t-W} & \dots & P'_{N,t} \end{bmatrix}.$$

Конечная модель прогнозирования значения временного ряда параметра представляет собой функцию вида:

$$P' = RA(P) = \frac{1}{B} \sum_{i=1}^B T_i(P),$$

где  $T_i$  –  $i$ -е дерево решений,  $B$  – количество деревьев, формирующих ансамбль деревьев решений  $\{T_i\}_{i=1}^B$ .

Разработка интеллектуальной системы для прогнозирования отказов на основе анализа параметров работы оборудования и математического моделирования является важным шагом к решению этих задач.

### Заключение

Сложность медицинских устройств и необходимость их регулярного обслуживания создают серьезные вызовы. Внезапные отказы могут вызвать значительные финансовые потери, длительные простои системы и угрозу для жизни пациентов [15, 16]. Обеспечение надежной работы медицинских газоснабжающих систем является одним из ключевых факторов в поддержании качественного и безопасного функционирования медицинских учреждений.

Развитие интеллектуальных систем прогнозирования отказов представляет собой перспективный подход к решению данной проблемы. Использование методов анализа больших данных, машинного обучения и математического моделирования позволяет заблаговременно выявлять признаки возможных поломок, минимизировать риски и оптимизировать график технического обслуживания.

В статье построена онтология основных параметров и компонентов систем медицинского газоснабжения, а также формализованы значения этих параметров. Это позволяет осуществлять анализ значений параметров системы и сравнивать их с установленными порогами и нормами.

Таким образом, разработка систем интеллектуальной поддержки прогнозирования отказов является актуальной задачей, которая позволит выявлять неисправности, автоматизировать процессы управления техническим обслуживанием, ремонтом и обновлением медицинских систем. Это, в свою очередь, обеспечит бесперебойную работу систем медицинского газоснабжения и повысит безопасность и эффективность медицинских процедур.

### Список литературы

1. Математические методы прогнозирования отказов медицинского оборудования / К. Д. Шумак // Научное обозрение. Технические науки. – 2017. – № 1 – С. 99–101.

2. Математическая модель прогнозирования отказов статистическим методом при испытаниях головных образцов энергетического оборудования ТЭС / В. М. Труханов, М. М. Султанов, М. П. Кухтик, Ю. А. Горбань // Надежность и безопасность энергетики. – 2018. – № 11 (3). – С. 235–240.
3. Аналитико-статистический метод оценки состояния и прогнозирования рисков сложных технических систем / Л. И. Ковтун, О. В. Крюков, А. В. Саушев, С. И. Антоненко // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2020. – № 1. – С. 266–269.
4. Системы медицинского газоснабжения. – Режим доступа: <https://tako-https://pharma-engineering.ru/sistemy-mediczynskogo-gazosnabzheniya/> (дата обращения: 22.11.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Использование вакуумного насоса в медицинском секторе. – Режим доступа: <https://gucumpompa.com/ru/blog/ispol-zovanie-vakuumnogo-nasosa-v-medicynskom-sektore> (дата обращения: 25.11.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
6. Медицинские вакуумные системы Dräger. – Режим доступа: <https://www.draeger.com/Content/Documents/Products/medical-vacuum-plant-pi-9101768-ru-ru.pdf> (дата обращения: 27.11.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Роль Вакуумных Насосов в Медицинском Секторе. – Режим доступа: <https://gucumpompa.com/ru/blog/rol-vakuumnyh-nasosov-v-medicynskom-sektore> (дата обращения: 27.11.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. Вакуумные установки для медицины. – Режим доступа: <https://tako-line.ru/blog/pomoshch-v-vybore-nasosa/medicina> (дата обращения: 29.11.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. Вентиляция медицинских учреждений. – Режим доступа: <https://ceds.ru/blog/ventilyatsiya-meditsinskikh-uchrezhdeniy/> (дата обращения: 02.12.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. Введение в центральную систему подачи кислорода и медицинскую вакуумную аспирационную систему отрицательного давления в больнице. – Режим доступа: <https://ru.etermedical.com/news/introduction-to-central-oxygen-supply-and-medc-78268983.html> (дата обращения: 02.12.2024), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. Шумак К. Д. Математические методы прогнозирования отказов медицинского оборудования / К. Д. Шумак // Наука и образование сегодня. – 2015. – № 2 (5). – С. 34–37.
12. Хамамах И. Н. Прогнозирование времени отказа оборудования технологического процесса с помощью искусственной нейронной сети / И. Н. Хамамах // Современная электроника. – 2022. – № 5. – С. 68–72.
13. Абраменко Д. Ю. Анализ некоторых направлений использования информационно-телекоммуникационных технологий для повышения качества предоставления медицинских услуг в регионах / Д. Ю. Абраменко, К. И. Квятковский, А. В. Петраев, И. В. Сибикина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 4. – С. 183–190.
14. Квятковская И. Ю. Формирование управленческих решений для социально-экономических систем в условиях слабой структурированности проблемы / И. Ю. Квятковская // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 2, № 1. – С. 219–227.
15. Максимов И. Б. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований / И. Б. Максимов, В. П. Столяр, А. В. Богомолов. – Москва : Бином, 2013. – 312 с.
16. Радченко С. В. Информационные технологии поддержки принятия врачебных решений / С. В. Радченко // Информационные технологии в здравоохранении. – 2002. – № 13–14. – Режим доступа: <http://wiki.openhealth.ru/xwiki/bin/view/Main/Информационные+технологии+поддержки+принятия+врачебных+решений> (дата обращения: 10.01.2025).
17. Симанков В. С. Системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений : монография / В. С. Симанков, А. А. Халафян. – Москва : Бином, 2009. – 362 с.
18. Куц Т. К. Формализованная модель подбора технических средств реабилитации / Т. К. Куц, Л. А. Плешакова, А. В. Жирнова, М. И. Шиккульский // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2024. – № 2 (48). – С. 85–89.
19. Гайрабекова Т. И. Разработка и последовательность реализации компонентов системы информационно-аналитического обеспечения / Т. И. Гайрабекова, В. Ф. Шуршев // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 4 (46). – С. 99–104.
20. Хайрулин Р. З. Трехпараметрическая диффузионная модель отказов контрольно-измерительных приборов / Р. З. Хайрулин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – №3 (45). – С. 109–114.

© А. Д. Поташов, Л. А. Плешакова

**Ссылка для цитирования:**

Поташов А. Д., Плешакова Л. А. Интеллектуальные решения для прогнозирования отказов в системах медицинского газоснабжения // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2025. № 1 (51). С. 10–15.