

Система мониторинга реабилитации наркопотребителей: панель ключевых KPI как инструмент кибернетического управления

А.В. Ахохова^{1,2}, А.Р. Бечелова¹, М.М. Тхабисимова¹, С.Р. Койчуева¹, Ю.В. Чувакина¹, Д.А. Карданова¹, Ф.А. Пшуква¹, Т.Т. Кумахова¹

¹ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России, Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173

²ГБУЗ «Республиканский клинический центр психиатрии и наркологии» Минздрава КБР, г. Нальчик, Российская Федерация, 3600032, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, ул. Налоева, 15

Реферат. Введение. В условиях усложнения наркоситуации и роста требований к результативности реабилитационных программ системы учёта, основанные на ретроспективной отчётности, оказываются недостаточными для управленческих решений. **Цель работы** – представить кибернетически ориентированную панель ключевых показателей эффективности (KPI) для мониторинга реабилитации наркопотребителей, обеспечивающую адаптивное управление на уровне службы и региона. На теоретическом уровне панель опирается на концепцию жизнеспособной системы (Viable System Model) С. Бира и закон необходимого разнообразия У. Эшби, что позволяет структурировать показатели по трём управленческим уровням (L1–L3): опережающие триггеры, тактические индикаторы удержания и стратегические клинико-социальные исходы. **Материалы и методы.** Методологическая основа включает когортный дизайн с стандартизированной индекс-датой, дедубликацию регистра, временные окна наблюдения, правила цензурирования и триггерную систему алертов. Цифровая часть реализации представлена трёхслойной архитектурой: уровень данных на FHIR-событиях, уровень правил расчёта KPI и веб-дашборд для отображения показателей L1–L3. **Результаты и их обсуждение.** KPI-панель интерпретируется как сенсорный контур кибернетической системы, формирующий основу для предиктивного регулирования и встраиваемый в цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act). **Выводы.** Показано, что предложенная модель повышает управляемость реабилитационного процесса, способствует сокращению «слепых зон» маршрута помощи и соответствует международным ориентирам Всемирной организации здравоохранения (World Health Organization, WHO) и UNODC по мониторингу эффективности программ лечения и реабилитации зависимостей.

Ключевые слова: кибернетическое управление, Viable System Model, закон необходимого разнообразия, наркологическая реабилитация, ключевые показатели эффективности.

Для цитирования: Ахохова А.В., Бечелова А.Р., Тхабисимова М.М., [и др.]. Система мониторинга реабилитации наркопотребителей: панель ключевых KPI как инструмент кибернетического управления // Вестник современной клинической медицины. – 2026. – Т. 19, вып. 2. – С. 90–99. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(2).90-99.

Drug addict rehabilitation monitoring system: Key performance indicator (KPI) dashboard as a cybernetic control tool

Azis V. Akhokhova^{1,2}, Aminat R. Bechelova¹, Maria M. Thabisimova¹, Salima R. Koichueva¹, Yulia V. Chuvakina¹, Dana A. Kardanova¹, Farida A. Pshukova¹, Tamila T. Kumakhova¹

¹Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str., 360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

²Republican Clinical Center of Psychiatry and Narcology, 15 Naloev str., 360032 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia

Abstract. Introduction. In the context of the increasingly complex drug abuse situation and growing demands on the efficacy of rehabilitation programs, record-keeping systems based on retrospective reporting are proving insufficient for managerial decisions. **Aim** of this study is to present a cybernetically oriented dashboard of key performance indicators (KPIs) for monitoring drug user rehabilitation, enabling adaptive management at the service and throughout the region. Theoretically, the dashboard is based on S. Beer's concept of the Viable System Model and W. Ashby's law of requisite variety, allowing for the structuring of indicators across three management levels (L1–L3): Leading triggers, tactical retention indicators, and strategic clinical and social outcomes. **Materials and Methods.** Methodological framework includes a cohort design with a standardized index date, registry deduplication, watch time windows, censoring rules, and a flip-flop alert system. The digital implementation is represented by a three-layer architecture: A data layer based on FHIR events, a rule layer for calculating KPIs, and a web dashboard for displaying L1–L3 metrics. **Results and Discussion.** KPI dashboard is interpreted as a sensory circuit of a cybernetic system, doing the groundwork for predictive control and integrated into the PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle. **Conclusions.** The proposed model is shown to improve the manageability of the rehabilitation process, contribute to the reduction of blind spots in the care

pathway, and it is consistent with international guidelines from the World Health Organization (WHO) and UNODC for monitoring the efficacy of drug addiction treatment and rehabilitation programs.

Keywords: cybernetic management, Viable System Model, law of requisite variety, drug rehabilitation, key performance indicators.

For citation: Akhokhova, A.V.; Bechelova, A.R.; Tkhabisimova, M.M.; et al. Drug addict rehabilitation monitoring system: Key performance indicator (KPI) dashboard as a cybernetic control tool. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2026, 19 (2), 90-99. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(2).90-99.

Введение. В условиях возрастающей сложности и изменчивости наркоситуации традиционные формы отчётности утрачивают способность адекватно отражать происходящие процессы. Современная система здравоохранения, ориентированная на управление зависимостями и рецидивами, требует перехода от статического учёта к динамическому мониторингу, основанному на принципах кибернетики и теории управляемых систем.

Согласно модели жизнеспособной системы (Viable System Model, VSM) Стаффорда Бира [1], устойчивая организация характеризуется наличием обратных связей и функциональной избыточности. Это обеспечивает способность к самообучению и адаптации к внешним возмущениям.

Разработка панели ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators, KPI) позволяет представить реабилитационный процесс как систему взаимосвязанных контуров управления. Эти контуры объединяют клинические, психологические, социальные и организационные параметры.

Такая панель выступает инструментом раннего предупреждения и предиктивного регулирования. Она обеспечивает баланс между стратегическими целями (снижение рецидивов, повышение качества жизни, социальная интеграция) и тактическими показателями (скорость перевода в реабилитацию, удержание пациента, стабильность ремиссии).

Система KPI становится, по сути, функциональным аналогом нервной системы организации. Каждый показатель выполняет роль сенсора, обеспечивающего мониторинг, коррекцию и обучение системы в режиме реального времени [2, 3].

В контексте наркологической реабилитации такая адаптивность проявляется в способности службы предвосхищать угрозы рецидива, регулировать индивидуальные траектории пациентов и поддерживать обратную связь между клиническим и социальным контурами системы.

Исследования последних лет показывают, что внедрение кибернетических моделей управления в медицинские учреждения позволяет создавать предиктивные механизмы принятия решений. В таких системах управление осуществляется не постфактум, а по сигналам опережающих индикаторов [3, 4, 5].

Согласно закону необходимого разнообразия У. Эшби, «для успешного регулирования система должна обладать разнообразием не меньшим, чем разнообразие среды». В реабилитационной практике это означает, что набор управляемых показателей (KPI) должен охватывать весь цикл – от раннего вмешательства до социального исхода. Только в

этом случае обеспечивается управляемость на каждом уровне.

Поэтому **целью исследования** является разработка панели ключевых показателей, направленных на обеспечение устойчивости и воспроизводимости процессов реабилитации в рамках действующих алгоритмов работы.

Концептуальные основания KPI-панели и кибернетический подход к операционализации контура управления реабилитацией обеспечивают полный цикл мониторинга – от прогнозирования, контроля и коррекции до верификации результатов [6, 7, 8].

Панель, по мнению авторов, должна выполнять следующие ключевые функции. Диагностическая функция направлена на выявление зон потери пациентов, задержек перевода на следующий этап терапии и реабилитации, а также неэффективных этапов маршрута. Регулирующая функция связана с корректировкой управленческих решений в реальном времени. Это соответствует кибернетическому принципу обратной связи. Прогностическая функция основана на формировании сценариев удержания и раннего предупреждения рецидива.

Результаты и обсуждение.

Методологические «сенсорные» контуры KPI-панели давно применяются в клинической медицине. Например, системы Early Warning Scores (EWS) [9, 10, 11] автоматически фиксируют отклонения в витальных параметрах и инициируют вмешательство. Это снижает задержку реакции медперсонала. Исследования показали, что внедрение цифровых EWS повышает скорость реагирования и улучшает клинические исходы [12, 13, 14].

Методологическая архитектура KPI-панели для мониторинга реабилитации наркопотребителей базируется на нескольких ключевых основаниях, подтверждённых международной исследовательской практикой.

Во-первых, система строится на принципах многоуровневого управления. Это предполагает разделение регуляторных функций по временным горизонтам: оперативному, тактическому и стратегическому. Такой подход соответствует логике Viable System Model (VSM), предложенной С. Биром. В этой модели эффективная организация должна иметь минимум три уровня регуляций: немедленные реакции, промежуточный контроль и стратегическое развитие.

Во-вторых, важным элементом является сквозная логика данных, обеспечивающая непрерывный переход от первичной информации к управленческому воздействию.

Последовательность «данные – индикатор – триггер – управленческое решение – эффект» отражает фундаментальные принципы управленческой кибернетики, изложенные У. Эшби. Он утверждал, что система управления может быть устойчивой лишь при достаточном информационном разнообразии и способности преобразовывать сигналы среды в корректирующие действия.

В-третьих, методология сочетает feed-forward и feedback контуры. Feed-forward обеспечивает опережающее регулирование, направленное на контроль ключевых рисков до появления клинических или поведенческих нарушений. Аналогичные механизмы реализуются в системах EWS, где отклонения физиологических параметров служат триггером для вмешательства задолго до клинической декомпенсации [15, 16, 17].

Эффективность таких цифровых систем подтверждена исследованиями Wong D.C.W. et al. (2024), Pronovost P.J. et al. (2011), Kruse C.S. et al. (2018) и работой Bassin L.A. et al. (2023), где автоматизация оповещений о рисках улучшила исходы пациентов в стационаре [10, 18, 19, 35].

Feedback-контур фиксирует результат уже проведённого вмешательства и корректирует дальнейшие действия. Его значение подробно раскрыто в концептуальных работах по управленческой кибернетике [20, 21, 22]. В области зависимостей роль таких контуров показана в обзорах, посвящённых мониторингу исходов лечения [23, 24].

Такой двойной контур обеспечивает устойчивость системы реабилитации и снижает риск накопления латентных проблем, не выявленных на ранних этапах.

Следующим ключевым основанием служит применение когортных принципов наблюдения, характерных для мониторинга хронических заболеваний и высокорисковых популяций. В этом контексте важна стандартизация включения пациентов (индекс-дата), дедупликация регистрационных записей, учёт повторных событий (re-admissions) и методы цензурирования при потере контакта.

Подход используется в исследованиях Tabak Y.P. (2016), где автоматизированная модель предсказания 30-дневной регоспитализации показала высокую прогностическую точность. Аналогичный подход представлен в работе Marafino B.J. (2021) подтверждающий, что предиктивное таргетирование вмешательства по рисковым пациентам снижает нагрузку на стационары [25, 26].

Важной методологической опорой является международный опыт управления хроническими состояниями. В этих моделях KPI-панели используются для оценки удержания пациентов, соблюдения планов лечения и динамики функциональных исходов.

Исследования Lakshman P. et al. (2025), Bar-Yam Y. et al. (2004), Hollnagel E. et al. (2006) показали, что интеграция цифровых инструментов мониторинга в программы хронического ухода улучшает клинические результаты и уменьшает вариабельность обслуживания [27, 28, 29].

Схожие выводы содержатся в национальном наборе данных [30], где KPI рассматриваются как

основной инструмент оценки эффективности программ на уровне штатов.

Разработка KPI-панелей активно развивается и в сфере цифрового здравоохранения. В предметном обзоре Brenner M. et al. (2023) подчёркивается необходимость выделения доменов, порогов, регламентов действий и владельцев показателей при внедрении цифровых KPI-дашбордов [31].

Аналогичные методологические подходы были применены авторами Sreedharan J, Subbarayalu A.V. (2024) при создании системы ключевых показателей для образовательных учреждений здравоохранения. Это подтверждает универсальность KPI-архитектур за пределами клинической сферы [32].

Наконец, исследования в области зависимости предоставляют прямые подтверждения необходимости системного мониторинга исходов. Например, обзоры Garnick D.W. et al. (2014), и Henderson C. et al (2014) подчёркивают, что традиционные формы учёта неспособны фиксировать устойчивость ремиссии, динамику вовлечённости, удержание и регоспитализации [33, 34]. Именно эти параметры формируют ядро предлагаемой KPI-панели.

Таким образом, методология системы опирается на проверенные международные принципы кибернетического управления, обоснованные крупными исследовательскими программами и практическими результатами. Это обеспечивает концептуальную строгость, воспроизводимость и соответствие современным стандартам доказательной медицины.

Трёхуровневая архитектура KPI-панели опирается на фундаментальные принципы кибернетики и современные подходы к мониторингу эффективности программ лечения зависимости. Для оценки управляемости и устойчивости реабилитационной системы выделены три уровня KPI, соответствующие кибернетическим петлям обратной связи. Такая трёхуровневая структура объединяет механизмы feed-forward (опережающий сигнал) и feedback (обратная связь). Это обеспечивает соответствие модели Viable System Model и требованиям адаптивного управления региональными системами здравоохранения (L1–L3) (табл. 1).

Каждый уровень (L1–L3) структурирован по временным горизонтам, отражающим различные периоды риска и типы управленческих решений – от оперативных до стратегических. Такая логика соответствует требованиям адаптивного управления, изложенным в работах С. Бира. Согласно этим работам, жизнеспособная система должна обладать избыточностью сенсорных каналов, многоуровневой структурой регулирования и способностью перераспределять информацию между уровнями.

Уровень L1 включает индикаторы, фиксирующие ранние отклонения в поведении или динамике пациента, возникающие задолго до клинического или поведенческого рецидива.

Внедрение цифровых EWS в клинических отделениях привело к росту соблюдения протоколов наблюдения и сокращению времени реакции персонала [10].

Похожие результаты получены в работе Bassin L.A. et al. (2023), Blanchet K. et al. (2017), Kruk et al.

Трёхуровневая структура адаптивного управления региональными системами здравоохранения (L1–L3)

Table 1

Three-level structure of the adaptive management of regional healthcare systems (L1–L3)

Уровень (Level)	Содержание	Назначение	Временной горизонт
L1. Опережающие триггеры	Индикаторы, сигнализирующие о возможном нарушении траектории до факта рецидива наркопотребления	Формирование тревожных сигналов и запуск раннего вмешательства	T + 1 -14 дней
L2. Тактические удерживающие KPI	Показатели удержания пациентов в реабилитационной системе	Поддержание непрерывности маршрута помощи	T + 1 - 3 месяца
L3. Исходные (стратегические) KPI	Показатели, верифицируемые обществом и внешними институтами	Подтверждение устойчивой ремиссии, социальной интеграции, качества жизни	T + 6 -12 месяцев

(2017), где автоматизация триггерных уведомлений способствовала своевременному вмешательству и снижению частоты неблагоприятных событий [35, 36, 37].

Таким образом, уровень L1 служит сенсорным контуром системы. Он позволяет идентифицировать угрозы на ранних этапах и запускать корректирующие действия до того, как начнётся разрушение реабилитационной траектории. Уровень L1 обеспечивает непрерывный мониторинг клинических параметров и автоматическую генерацию алертов при их отклонении.

Уровень L2 включает показатели удержания пациентов, завершённости этапов реабилитации, интенсивности участия в программах и соблюдения индивидуальных планов. Этот блок отражает тактический уровень управления. В международной литературе аналогичные показатели рассматриваются в рамках performance measurement системы в области зависимостей [23].

Исследование Peters D.H. (2014) подчёркивает, что уровень L2 обеспечивает управление «средне-срочным» контуром [38]. Это период, наиболее значимый для предотвращения срывов и формирования устойчивой терапевтической динамики.

Уровень L3 включает стратегические и социально верифицируемые KPI (6–12 месяцев). Это показатели, отражающие долговременные результаты реабилитации: устойчивость ремиссии, социальную интеграцию, трудовую занятость, отсутствие повторных госпитализаций и повышение качества жизни.

Необходимость интеграции таких стратегических показателей подтверждена крупными международными исследованиями. Например, в работах Garnick D.W. et al. (2014), Nahum-Shani I. et al. (2018), Barnett M.L. et al. (2017) систематизированы ключевые метрики качества помощи при зависимостях. Авторы подчёркивают важность включения исходных (outcome) индикаторов в KPI-панели [33, 39, 40].

Дополнительное подтверждение концепции многоуровневой архитектуры даёт опыт применения Viable System Model (VSM) в здравоохранении. Так, исследования Borghmans F. et al. (2021), Bickel W.K. et al. (2019) показывают, что распределение сенсорных сигналов по разным временным уровням является ключевым условием устойчивого управления комплексными программами ведения пациентов [41, 42].

Для измерения тревожно-депрессивной симптоматики можно использовать шкалу DASS-21 (Depression Anxiety Stress Scales) в российской адаптации, обладающей высокой внутренней согласованностью ($\alpha=0,88-0,92$) и подтверждённой конструктивной валидностью для клинических популяций. Базовый уровень возможно фиксировать в день начала реабилитационного этапа, а повторное измерение через 8-12 недель. Клинически значимым улучшением считать снижение суммарного балла не менее чем на 25%.

Такой порог будет отражать клинически значимую динамику эмоционального состояния и являться опережающим индикатором риска рецидива, что уже подтверждено исследованиями по динамическим адаптивным интервенциям и мониторингу исходов лечения зависимостей [43-45].

Пример расчёта KPI: при 78 завершивших этап из 120 начавших удержание на 3 мес. Составляет: $T2 = (78 / 120) \times 100\% = 65\%$, что соответствует минимально допустимому уровню. Формула отражает стандартный метод расчёта удержания в программах лечения зависимостей.

Представленная антирецидивная KPI-панель (табл. 2) обеспечивает сквозное сопровождение реабилитационного маршрута от момента выписки из стационара (T1) до отсроченных исходов качества жизни и социальной интеграции (T5, T6). Одновременно контролируются психоэмоциональное состояние (T7), соблюдение индивидуальных планов (T8), частота срывов (T9) и скорость реагирования системы на триггерные сигналы (T10).

В прототипе дашборда предусмотрены два основных интерфейса: панель заведующего отделением, где в виде таблицы и диаграмм отображаются агрегированные значения T1- T10 по отделению, цветовая маркировка отклонений от порогов и динамика удержания/ре-госпитализаций и панель координатора кейсов, где список пациентов с активными алертами сортируется по времени до истечения SLA, а для каждого пациента доступны краткие данные (диагноз, этап маршрута, тип триггера, рекомендованное действие).

Интерфейс включает: идентификационный блок (ФИО, ID, этап маршрута); активные триггеры L1 с таймерами SLA; показатели удержания L2; стратегические результаты L3; карточку случая с краткой хронологией вмешательств. Такая структура обе-

спечивает полноту мониторинга и прозрачность управленческих решений.

При нажатии на алерт открывается карточка случая с хронологией событий и отметками о выполненных вмешательствах. Тем самым, панель операционализирует трёхуровневую архитектуру L1–L3. Показатели T1–T4 отражают зону «ранней стабилизации» и удержания (операционно-тактический контур). Показатели T5–T8 описывают стратегические результаты и воспроизводимость реабилитации. Параметры T9–T10 характеризуют способность системы к быстрой адаптивной реакции в логике кибернетического управления Beer S. (1995), Borghmans F. et al. (2021), Lakshman P. et al. (2021) [1, 41, 27].

Каждый показатель имеет чётко определённые индекс-дату, окно наблюдения, источник данных, порог тревоги и «владельца» KPI. Это соответствует международным требованиям к конструкциям цифровых дашбордов и систем мониторинга качества помощи при зависимостях Urbanoski K. (2019), Henderson C. et al. (2014) [33, 34, 23]. Такое структурирование позволяет встроить панель в цикл PDCA.

Введение KPI-панели позволяет операционализировать цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act), являющийся международным стандартом управления качеством.

- **Plan** – планирование индивидуальной траектории реабилитации по УРП и матрице РОСМП [46, 47, 48].

- **Do** – выполнение мероприятий медицинского, психологического и социального уровней.

- **Check** – контроль ключевых показателей удержания, динамики, участия и исходов.

- **Act** – корректировка программы, усиление интервенций, пересмотр маршрута пациента и формирование предиктивного прогноза.

Включение KPI-контроля в PDCA обеспечивает переход системы к режиму *anticipatory governance*, где решения принимаются не постфактум, а по ранним сигналам отклонения траектории.

Таким образом, управление на уровне L1 (1–14 дней) и L2 (1–3 месяца) формирует зону «ранней стабилизации», где риск рецидива максимален. Описанный подход используется в международных моделях предиктивного мониторинга хронических состояний [27, 49, 50].

Стратегические показатели уровня L3 – устойчивость ремиссии, трудовая интеграция, снижение повторных госпитализаций отражают системный эффект реабилитации. В многоуровневой модели VSM они соответствуют уровням System 3 и System 5 и определяют долгосрочное соответствие деятельности учреждения целям общественного здравоохранения.

Исследование изначально имело методологическую направленность, целью которой являлась разработка архитектуры KPI-панели и описания её цифровой интеграции. На данном этапе практическая реализация не предусматривалась по замыслу исследования. Вместе с тем, уточнены ключевые элементы цифровой реализации (структура дашборда, FHIR-совместимые события, логика фор-

мирования алертов), а также добавлен отдельный блок, описывающий возможные сценарии пилотного внедрения в рамках следующего этапа проекта. Эти дополнения демонстрируют готовность панели к интеграции в региональные информационные системы и обеспечивают основу для последующей многоцентровой апробации.

Дизайн исследования и когортный подход основан на принципах когортного наблюдения, широко применяемых в клинической эпидемиологии и мониторинге хронических состояний. Это позволяет обеспечить стандартизированное включение пациентов, единообразное определение исходов и корректное измерение времени до события. Указанные характеристики критически важны для оценки траекторий реабилитации и рецидивов.

Методологическая значимость когортного дизайна подчёркивается в международных работах по мониторингу лечения зависимостей и управлению сложными системами ухода Urbanoski K. (2019), Henderson C. et al. (2014) [23, 34].

Индекс-датой определялся день выписки пациента из круглосуточного стационара. Это согласуется с рекомендациями по стандартизации начала когортного наблюдения при зависимости и иных хронических состояниях Garnick D.W. et al. (2014) [33]. В наблюдаемую когорту включались все лица, выписанные в отчётном периоде, при наличии минимум трёх идентификационных маркеров (ФИО, дата рождения, внутренний идентификатор). Такой критерий обеспечивает устойчивость когортной выборки и снижает риск систематической ошибки включения.

Для исключения повторного включения одного и того же пациента проводилась дедупликация, то есть объединение записей при совпадении как минимум трёх полей (ФИО, дата рождения, идентификатор). Это соответствует международным подходам к очистке регистров зависимостей и медицинских баз данных Henderson C. et al. (2014), Brenner M. et al. (2023) [34, 31].

Пациенты, выбывшие из наблюдения по объективным причинам (переезд, смерть, утрата контакта), подвергались правостороннему цензурированию на дату последнего достоверного контакта с системой. Такой подход является стандартным в когортных моделях с переменной длительностью наблюдения Tabak Y.P. et al. (2016) [25].

Повторная госпитализация учитывалась как отдельное событие только в случае, если между датами выписок прошло более 30 календарных дней. Этот критерий предотвращает ошибку двойного учёта обострений и согласуется с международной практикой оценки ре-госпитализаций Marafino B.J. et al. (2021) [26].

Все пропуски данных фиксировались в техническом приложении. Это соответствует подходу, предложенному в систематических обзорах KPI для цифрового здравоохранения [51, 52].

Неисправимые отсутствующие значения не исключались из когортного анализа, но обозначались как «пропущенные». Это позволяет избежать

Антирецидивная KPI-панель реабилитационного маршрута (T1–T10)

Table 2

Anti-relapse KPI dashboard of the rehabilitation route (T1–T10)

Time point (нулевая точка отсчёта)	Показатель	Определение (кратко)	Числитель / Знаменатель	Индекс-дата	Окно наблюдения	Источник данных / задержка	Порог тревоги	Владелец показателя	Действие при алерте
T1	Перевод в реабилитацию ≤7 дней после выписки	Доля начавших реабилитацию в течение недели	Начавшие реабилитацию ≤7 дней / все выписанные из стационара	Дата выписки	7 дней	Реестр обращений РКЦПиН / задержка ≤3 сут	<70% 2 недели подряд	Зав. реабилитацией	Прозвон в 24 ч; внеплановый приём; назначение кейс-менеджера; аудит причин задержки
T2	Удержание 3/6/12 мес	Завершение этапа без прерывания	Завершившие этап / все начавшие этап	Дата старта этапа	3/6/12 мес; анализ Каплан-Майер	ЭМК + журналы посещений / ≤7 сут	<65% (3/6/12 мес)	Руководитель психол. службы	Индивидуальные планы удержания; переназначение интенсивности; семейные сессии
T3	Повторные госпитализации 12 мес	Ре-адмиссии по тому же диагнозу	Пациенты с ≥1 ре-адмиссией / все из когорты	Дата выписки	12 мес	Стац. отчёты / ≤10 сут	>20%	Зам. главврача по стационару	Разбор «горячих кейсов»; коррекция поствыписного сопровождения; межведомственный консилиум
T4	Участие в группах взаимопомощи	Активное участие ≥2 раз/мес	Пациенты с посещениями ≥2/мес / все на поддержке	Дата перевода на поддержку	Помесячно	Отделение реабилитации + анкеты / ≤5 сут	<50% 2 мес подряд	Координатор групп	Расширение расписания; направление в ближайшую группу/онлайн; мотивационное интервью
T5	Трудовая/учебная интеграция 6 мес	Трудоустроены/учатся через 6 мес	Трудоустр./учащиеся / все на поддержке	Дата перевода на поддержку	6 мес	Соц. службы + опрос / ≤14 сут	<60%	Соц. служба	Профорентация; направление в ЦЗН; кейс по трудоустройству; сопровождение работодателя
T6	Качество жизни (WHOQOL-BREF) 12 мес	Δ среднего балла	Δ≥+15% у завершивших / все завершившие	Дата завершения этапа	12 мес	Псих. мониторинг / ≤7 сут	Δ <+15%	Руководитель психол. службы	Ревизия программ П/С; добавление модулей стресс-менеджмента/ физ. активности
T7	Психологическая устойчивость (DASS-21)	Снижение тревоги/депрессии	Δ≥25% от базового / все на базовом этапе	Дата начала базового этапа	8–12 нед	Псих. мониторинг / ≤7 сут	Δ <25%	Руководитель психол. службы	Изменение протокола терапии; добавление семейной терапии; супервизия специалиста
T8	Завершённость ИПР (РОСМП)	Выполнены все пункты ИПР	ИПР «выполнен» / все с ИПР	Дата утверждения ИПР	До даты плановой проверки (ежемес.)	Электронный регистр / ≤3 сут	<80%	Куратор ИПР	Еженед. сверка чек-листов; устранение «узких мест» (логистика/ доступность)
T9	Срывы в амбул. наблюдении	Саморапорт/объективный маркер	Пациенты с ≥1 эпизодом / все на поддержке	Дата перевода на поддержку	Помесячно	Дневники + тесты / ≤3 сут	>10%	Зав. амбулаторным звеном	Эскалация интенсивности; дополнительное КПТ; усиление мониторинга токсиконадзора
T10	Скорость реагирования на триггер	Время от сигнала до вмешательства	Медиана часов от алерта до контакта / N алертов	Время поступления алерта	До закрытия кейса	Система токсиконадзора + call-лог / онлайн	>72 ч медиана или хвост >168 ч	Дежурный координатор	SLA-эскалация; резервные слоты; автооповещения; недельный аудит неудач

смещения оценок при расчёте удержания, ре-госпитализаций и исходов.

Система управления способна сохранять устой-чивость только при условии, что её управленческое разнообразие не меньше, чем разнообразие внеш-них возмущений [53]. Следовательно, набор KPI должен охватывать весь реабилитационный цикл – от ранних опережающих индикаторов до социально верифицируемых исходов [54].

Международные обзоры подчёркивают, что по-казатели удержания, повторных госпитализаций, качества жизни и соблюдения индивидуального плана лечения являются ключевыми элементами outcome-контроля при зависимостях [23]. Это со-ответствует концепции *adaptivity-responsiveness loop*, лежащей в основе моделей кибернетического управления здравоохранением [55].

Планируемая апробация панели будет основана на многоцентровом когортном подходе с едино-образной индекс-датой, правилами включения и окнами наблюдения. Воспроизводимость модели предполагается оценивать по трём параметрам, основанным на: полноте данных и стабильности расчётов (структурная); сопоставимости динамики T1–T10 между учреждениями (функциональная); способности показателей L1–L2 предсказывать исходы L3 (прогностическая). Такой дизайн соответ-ствует международным принципам межрегиональ-ной валидации цифровых инструментов.

Базовые элементы панели – индекс-дата, деду-пликация, окна наблюдения, логика L1–L3 являются универсальными и обеспечивают корректность сравнения между регионами. Адаптации подлежит лишь локальная часть: пороговые значения трево-ги, источники данных и распределение ролей вла-дельцев KPI. Такой баланс стандартизированных и гибких компонентов обеспечивает переносимость модели в различные организационные условия.

Выводы.

Соответствие предложенной KPI-панели между-народным нормативным документам подтверждает её методологическую корректность и практическую значимость.

Во-первых, структура панели согласуется с рекомендациями Всемирной организации здра-воохранения, изложенными в документе *WHO Guidelines for the Treatment of Drug Dependence*. Согласно данному руководству, системы лечения зависимостей обязаны включать оценку удержания пациентов в программе, динамики участия, качества жизни и долгосрочных клинико-социальных исходов. Они также должны обеспечивать систематический мониторинг эффективности каждого этапа реабили-тационного процесса.

Во-вторых, панель соответствует международ-ным стандартам профилактики употребления пси-хоактивных веществ, разработанным Управлением ООН по наркотикам и преступности. В этих стан-дартах подчёркивается необходимость межведом-ственной интеграции данных, построения единых контуров мониторинга и внедрения измеримых по-казателей эффективности, охватывающих индиви-дуальный, семейный и институциональный уровни

профилактики и реабилитации. Особое внимание уделяется регулярной валидации данных, согласо-ванности межсекторных действий и использованию индикаторов, позволяющих оперативно корректиро-вать вмешательства.

В-третьих, разработанная система показателей вписывается в рамки глобального подхода *evidence-based rehabilitation*. Этот подход предполагает, что любое вмешательство должно опираться на объ-ективно измеряемые данные и показатели эффек-тивности. Аналитическая шкала KPI – удержание, участие, динамика психологического состояния, качество жизни, социальная интеграция – соответ-ствует принципам доказательной реабилитации, описанным в крупных международных обзорах эф-фективности программ при зависимостях.

Таким образом, разработанная KPI-панель не только интегрирует кибернетические принципы управления, но и отражает ключевые требования ведущих международных организаций. Она обеспе-чивает полное соответствие нормативным стандар-там WHO и UNODC и формирует единую систему мониторинга. Эта система позволяет осуществлять научно обоснованное, адаптивное и контролируе-мое управление реабилитационными процессами.

Представленная в работе кибернетическая па-нель ключевых показателей эффективности для мониторинга реабилитации наркопотребителей демонстрирует, что реабилитационный маршрут может быть описан и управляем как целостная жиз-неспособная система в логике Viable System Model и закона необходимого разнообразия. Трёхуровневая архитектура KPI (L1–L3), операционализированная через антирецидивную панель T1–T10, обеспечи-вает охват всего реабилитационного цикла — от ранних опережающих триггеров до социально вери-фицируемых исходов. Она объединяет клинические, психологические и социальные контуры управления.

Ограничением работы является опора на реги-ональный контекст и необходимость дальнейшей многоцентровой валидации панели KPI в различных организационных и демографических условиях. Перспективными направлениями развития являются цифровая реализация панели в формате дашборда, интеграция с электронными медицинскими картами и системами раннего предупреждения, а также оценка влияния внедрения KPI-панели на реальные клинико-социальные исходы в контролируемых пилотных проектах.

Настоящая работа представляет собой методо-логическую разработку KPI-панели и архитектуры её цифровой реализации. В статью включены уточнённые характеристики цифрового модуля, обеспечивающие возможность практической реа-лизации (FHIR-события, интерфейс L1 – L3, логика SLA-реакции). Возможные сценарии пилотного внедрения могут включать: одноплощадочный пи-лот (реабилитационное отделение); региональный пилот с интеграцией ЭМК; мультицентровую апро-бацию для оценки воспроизводимости.

Такие сценарии отражают готовность разрабо-танной модели к прикладному использованию. В совокупности полученные результаты подтвержда-

ют, что кибернетическая КРІ-панель может служить практическим инструментом повышения жизнеспособности реабилитационных служб и качества управления наркозависимостью на региональном уровне.

Прозрачность исследования. Исследование выполнено при финансовой поддержке Внутреннего гранта ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России (Договор № 52 от 18.12.2025г.), в рамках программы «Приоритет 2030». Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

Вклад авторов: Концепция и дизайн исследования – Ахохова А.В., Бечелова А.Р., Тхабисимова М.М.; сбор данных, анализ и интерпретация результатов – Ахохова А.В., Койчуева С.Р., Чувакина Ю.В., Карданова Д.А., Пишкова Ф.А., Кумахова Т.Т.; обзор литературы – Ахохова А.В.; подготовка проекта рукописи – Ахохова А.В.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Beer S. The Brain of the Firm. Wiley. 1995; 432 p.
- Kelly JF, Bergman B, Hoeppner BB, et al. Prevalence and pathways of recovery from drug and alcohol problems in the United States population. Drug Alcohol Depend. 2017; 181: 162-169. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2017.09.028
- Zwitter A. Cybernetic governance: implications of technology convergence on governance convergence. Ethics Inf Technol. 2024; 26: 24. DOI: 10.1007/s10676-024-09763-9
- Smedslund G, Wollscheid S, Fang L, et al. Motivational interviewing for substance abuse. Cochrane Database Syst Rev. 2011; (5): CD008063. DOI: 10.1002/14651858.CD008063.pub2
- McLellan AT, Lewis DC, O'Brien CP, Kleber HD. Drug dependence, a chronic medical illness. JAMA. 2000; 284 (13): 1689-1695. DOI: 10.1001/jama.284.13.1689
- Timko C, Schultz NR, Britt J, Cucciare MA. Transitioning from detoxification to substance use disorder treatment: Facilitators and barriers. J Subst Abuse Treat. 2016; 70: 64-72. DOI: 10.1016/j.jsat.2016.07.010
- Connery HS. Medication-assisted treatment for opioid use disorder. Harv Rev Psychiatry. 2015; 23 (2): 63-75. DOI: 10.1097/HRP.0000000000000075
- Larochelle MR, Bernson D, Land T, et al. Medication for opioid use disorder after nonfatal overdose and association with mortality. Ann Intern Med. 2018; 169 (3): 137-145. DOI: 10.7326/M17-3107
- Verma AA. Toward the Rigorous Evaluation of Early Warning Scores. JAMA Netw Open. 2024; 7 (10): e2438986. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2024.38986
- Wong DCW, Bonnici T, Gerry S, et al. Effect of Digital Early Warning Scores on Hospital Vital Sign Observation Protocol Adherence: Stepped-Wedge Evaluation. J Med Internet Res. 2024; 26: e46691. DOI: 10.2196/46691
- Smith MEB, Chiovaro J, O'Neil M, et al. Early Warning System Scores: A Systematic Review. VA-ESP Report. 2014. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25506953/>
- Harris AH, Humphreys K, Bowe T, Tiet Q. Treatment retention and outcomes in substance use disorder services. Adm Policy Ment Health. 2010; 37: 254-264. DOI: 10.1007/s10488-009-0233-x
- Blanco C, Wall MM, Okuda M, et al. Generalizability of clinical trials for cannabis dependence to community samples. Drug Alcohol Depend. 2014; 137: 80-86. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2014.01.019
- Volkow ND, Koob GF, McLellan AT. Neurobiologic advances from the brain disease model of addiction. N Engl J Med. 2016; 374 (4): 363-371. DOI: 10.1056/NEJMr151148
- Mainz J. Defining and classifying clinical indicators. Int J Qual Health Care. 2003; 15 (6): 523-530. DOI: 10.1093/intqhc/mzg081
- Arah OA, Westert GP, Hurst J, Klazinga NS. A conceptual framework for health system performance assessment. Soc Sci Med. 2006; 63: 2223-2242. DOI: 10.1016/j.socscimed.2006.04.027
- Campbell SM, Roland MO, Buetow SA. Defining quality of care. Soc Sci Med. 2000; 51: 1611-1625. DOI: 10.1016/S0277-9536(00)00057-5
- Pronovost PJ, Lilford R. A road map for improving the measurement of quality in health care. BMJ. 2011; 342: d2538. DOI: 10.1136/bmj.d2538
- Kruse CS, Stein A, Thomas H, Kaur H. The use of electronic health records to support population health: A scoping review. J Med Syst. 2018; 42 (11): 214. DOI: 10.1007/s10916-018-1077-6
- Ben-Assuli O. Electronic health records, adoption, quality of care, legal and financial aspects. Health Policy. 2015; 119 (3): 287-294. DOI: 10.1016/j.healthpol.2014.10.009
- Krumholz HM. Big data and new knowledge in medicine. BMJ. 2014; 348: g3721. DOI: 10.1136/bmj.g3721
- Fujita K, Chiyoda S, Hayashi K. Dashboard monitoring systems improve clinical governance. Int J Med Inform. 2021; 151: 104468. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104468
- Urbanoski K. Performance measurement in mental health and addiction: A conceptual and empirical review. J Stud Alcohol Drugs Suppl. 2019; 18: 114-128. DOI: 10.15288/jsads.2019.s18.114
- Meadows DH. Thinking in Systems. Chelsea Green. 2008. DOI: 10.1201/9780429494611
- Tabak YP, Sun X, Nunez CM, Johannes RS. Early readmission risk prediction using EHR data. Int J Med Inform. 2016; 84 (12): 1048-1056. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2015.08.003
- Marafino BJ, Huesch MD, Chou EA, Dudley RA. Clinical utility of predictive models for targeting quality improvement interventions. JAMA Netw Open. 2021; 4 (5): e2114739. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.14739
- Lakshman P, et al. Digital Early Warning and Remote Monitoring for Chronic Care Management: A Systematic Review. J Med Progn. 2025; 6 (1): 1-15. DOI: 10.3390/jmp6010009
- Bar-Yam Y. Multiscale variety in complex systems. Complexity. 2004; 9 (4): 37-45. DOI: 10.1002/cplx.20029
- Hollnagel E, Woods DD, Leveson N. Resilience Engineering. CRC Press. 2006; 397 p. DOI: 10.1201/9781315605685
- CDC. Chronic Disease Indicators (CDI). Atlanta: US HHS. 2024. URL: <https://www.cdc.gov/cdi/>
- Brenner M, O'Neill A, Breatnach C, et al. Development of the key performance indicators for digital health: A scoping review. Digit Health. 2023; 9: 1-16. DOI: 10.1177/20552076231152160
- Sreedharan J, Subbarayalu AV. Key Performance Indicators: A Framework for Allied Healthcare Educational Institutions. J Taibah Univ Med Sci. 2024; 19 (2): 247-258. DOI: 10.1016/j.jtumed.2024.01.006
- Garnick DW, Horgan CM, Acevedo A, et al. Performance measures for substance use disorders. Addict Sci Clin Pract. 2012; 7 (18): 1-11. DOI: 10.1186/1940-0640-7-18
- Henderson C, Klimas J, Dunne C, et al. Key performance indicators for mental health and substance use disorders: A literature review. Ment Health Subst Use. 2014; 7 (4): 407-419. DOI: 10.1080/17523281.2014.901402
- Bassin LA, Greenhalgh D, Tiffin PA. Evaluating a digital early warning score system: mixed-methods. BMJ Health Care Inform. 2023; 30 (1): e100683.

- DOI: 10.1136/bmjhci-2022-100683
36. Blanchet K, Nam SL, Ramalingam B, Pozo-Martin F. Governance and health: An ecosystems perspective. *PLoS Med.* 2017; 14 (12): e1002464.
DOI: 10.1371/journal.pmed.1002464
 37. Kruk ME, Ling EJ, Bitton A, et al. Building resilient health systems. *Lancet.* 2017; 389: 1021-1035.
DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30374-6
 38. Peters DH. The application of systems thinking in health. *Health Res Policy Syst.* 2014; 12: 51.
DOI: 10.1186/1478-4505-12-51
 39. Nahum-Shani I, Smith SN, Spring BJ, et al. Just-in-Time Adaptive Interventions. *Ann Behav Med.* 2018; 52 (6): 446-462.
DOI: 10.1007/s12160-016-9830-8
 40. Barnett ML, Olenski AR, Jena AB. Opioid-prescribing patterns of emergency physicians. *N Engl J Med.* 2017; 376: 663-673.
DOI: 10.1056/NEJMsa1610524
 41. Borghmans F, Van Hooft S, Reniers G, et al. Applying the Viable System Model to improve integrated care. *Health Syst.* 2021; 10 (3): 207-227.
DOI: 10.1080/20476965.2020.1767069
 42. Bickel WK, Moody L, Quisenberry A. Digital therapeutics for addiction. *Curr Psychiatry Rep.* 2019; 21: 109.
DOI: 10.1007/s11920-019-1091-2
 43. Lovibond SH, Lovibond PF. Manual for the Depression Anxiety Stress Scales. Sydney: Psychology Foundation. 1996; 42 p.
 44. Henry JD, Crawford JR. The short-form version of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS-21): Construct validity and normative data in a large non-clinical sample. *Br J Clin Psychol.* 2005; 44 (2): 227-239.
DOI: 10.1348/014466505X29657
 45. Nahum-Shani I, Hekler EB, Spruijt-Metz D. Building health behavior models to guide the development of Just-In-Time Adaptive Interventions: A pragmatic framework. *Health Psychol.* 2015; 34 (Suppl): 1209-1219.
DOI: 10.1037/hea0000306
 46. Huckvale K, Torous J, Larsen ME. App-based digital health interventions: effectiveness. *Lancet Digit Health.* 2019; 1 (6): e250-e260.
DOI: 10.1016/S2589-7500(19)30100-7
 47. Rojas JC, Manis DR, Vivek S, et al. ML-based prediction of readmission. *NPJ Digit Med.* 2022; 5: 109.
DOI: 10.1038/s41746-022-00643-0
 48. Ахохова А.В., Тлакадугова М.Х., Агнокова Т.Х., [и др.]. Прогнозирование рисков дебюта и рецидива наркопотребления: оценочный чеклист и матрица построения индивидуального профилактического маршрута // Менеджер здравоохранения. – 2025. – № 10. – С. 54-62.
Akhokhova AV, Tlakadugova MH, Agnokova TH, et al. Prognozirovanie riskov debiuta i retsidiva narkopotrebleniia: otsenochnyi cheklist i matritsa postroeniia individual'nogo profilakticheskogo marshruta [Prediction of debut and relapse risks of drug use: An assessment checklist and a matrix for constructing an individual preventive pathway]. *Menedzher zdavookhraneniia* [Healthcare Manager]. 2025; 10: 54-62. (In Russ.)
DOI: 10.21045/1811-0185-2025-10-54-62
 49. Ахохова А.В., Тлакадугова М.Х., Бетуанов Р.Р., [и др.]. Региональный опыт реализации внутреннего контроля качества в медицинской организации по профилю «Психиатрия и наркология»: селективный поиск лучшего решения (часть II) // Менеджер здравоохранения. – 2025. – № 7. – С. 26-35.
Akhokhova AV, Tlakadugova MH, Betuganov RR, et al. Regional'nyi opyt realizatsii vnutrennego kontrolya kachestva v meditsinskoi organizatsii po profiliiu "Psikhiatriia i narkologiya": selektivnyi poisk luchshego resheniia (chast' II) [Regional experience in implementing internal quality control in a medical organization in the field of psychiatry and narcology: A selective search for the best solution (part II)]. *Menedzher zdavookhraneniia* [Healthcare Manager]. 2025; 7: 26-35. (In Russ.)
DOI: 10.21045/1811-0185-2025-7-26-35
 50. Naumann RB, Guynn I, Clare HM, Lich KH. System dynamics in addiction research: a scoping review. *Drug Alcohol Depend.* 2022; 231: 109237.
DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2021.109237
 51. Cauty T, Lootens MR, Sabounchi NS, et al. System dynamics modeling for community-based opioid overdose prevention. *Front Public Health.* 2025; 13: 1616032.
DOI: 10.3389/fpubh.2025.1616032
 52. Richards TAD, Kirkham J, Lorenzetti DL, Seitz DP. Quality indicators for substance use disorder care: a scoping review protocol. *BMJ Open.* 2025; 15 (3): e085216.
DOI: 10.1136/bmjopen-2024-085216
 53. Ashby WR. An Introduction to Cybernetics. Chapman & Hall. 1956; 432 p.
 54. Alegria M, Falgas-Bague I, Fukuda M, et al. Performance metrics of SUD care among Medicaid enrollees. *JAMA Health Forum.* 2022; 3 (7): e221771.
DOI: 10.1001/jamahealthforum.2022.1771
 55. WHO. Guidelines for the Treatment of Drug Dependence. Geneva: WHO. 2023.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

АХОХОВА АЗИС ВЛАДИМИРОВНА, ORCID: 0000-0003-2370-9701, SPIN-код: 8076-6544, канд. мед. наук, e-mail: Aza_stih@mail.ru;

доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и профилактической медицины, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России, Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173; врач-методист ГБУЗ «Республиканский клинический центр психиатрии и наркологии» Минздрава КБР, г. Нальчик, Российская Федерация, 3600032, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, ул. Налоева, 15.

БЕЧЕЛОВА АМИНАТ РАСУЛОВНА, ORCID: 0000-0002-0683-065C, канд. физ.-мат. наук, доцент, e-mail: bechelova1956@mail.ru; заведующий кафедрой прикладной математики и информатики Института математики и естественных наук, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России, Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173.

ABOUT THE AUTHORS:

AZIS V. AKHOKHOVA, ORCID: 0000-0003-2370-9701, SPIN code: 8076-6544, PhD in Medicine, e-mail: Aza_stih@mail.ru; Associate Professor, Department of Public Health, Healthcare, and Preventive Medicine, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str., 360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia; Medical Methodologist, Republican Clinical Center of Psychiatry and Narcology, 15 Naloev str., 360032 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.

AMINAT R. BECHELOVA, ORCID: 0000-0002-0683-065C, Cand. phys.-math. sc., Associate Professor, e-mail: bechelova1956@mail.ru; Head of the Department of Applied Mathematics and Informatics at the Institute of Mathematics and Natural Sciences, Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str., 360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.

ТХАБИСИМОВА МАРИЯ МУШТАФАРОВНА, ORCID: 0009-0004-7687-246X, канд. физ.-мат. наук, доцент,
e-mail: tembotova.mari@mail.ru ;
доцент кафедры прикладной математики и информатики
Института математики и естественных наук, ФГБОУ ВО
«Кабардино-Балкарский государственный университет
имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России, Российская
Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-Балкарская
Республика, ул. Чернышевского, 173.
КОЙЧУЕВА САЛИМА РУСЛАНОВНА, ORCID: 0009-0003-1309-3824, e-mail: Ruslanova8011@mail.ru ;
студент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России,
Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-
Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173.
ЧУВАКИНА ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА, ORCID: 0009-0009-7823-0096, e-mail: juliatviit@yandex.ru ;
студент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России,
Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-
Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173.
КАРДАНОВА ДАНА АНЗОРОВНА, ORCID: 0009-0008-6233-5806, e-mail: dana.kardanova.2020@mail.ru ;
студент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России,
Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-
Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173.
ПШУКОВА ФАРИДА АСЛАНОВНА, ORCID: 0009-0003-2489-6577, e-mail: pshufar02@gmail.com ;
студент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России,
Российская Федерация, 360004, Нальчик, Кабардино-
Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173.
КУМАХОВА ТАМИЛА ТИМУРОВНА, ORCID: 0009-0006-2322-8210, e-mail: kumakhova.tamila@mail.ru ;
студент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный
университет имени Х.М. Бербекова» Минобрнауки России,
Российская Федерация, 360004, Нальчик,
Кабардино-Балкарская Республика, ул. Чернышевского, 173.

MARIA M. THABISIMOVA, ORCID: 0009-0004-7687-246X,
Cand. phys.-math. sc., Associate Professor,
e-mail: tembotova.mari@mail.ru ;
Associate Professor, Department of Applied Mathematics
and Informatics at the Institute of Mathematics and Natural Sciences,
Kabardino-Balkarian State University named after Kh. M. Berbekov,
173 Chernyshevsky str., 360004 Nalchik,
Kabardino-Balkarian Republic, Russia.
SALIMA R. KOICHUEVA, ORCID: 0009-0003-1309-3824,
e-mail: Ruslanova8011@mail.ru ;
Student, Kabardino-Balkarian State University
named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str.,
360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.
YULIA V. CHUVAKINA, ORCID: 0009-0009-7823-0096,
e-mail: juliatviit@yandex.ru ;
Student, Kabardino-Balkarian State University
named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str.,
360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.
DANA A. KARDANOVA, ORCID: 0009-0008-6233-5806,
e-mail: dana.kardanova.2020@mail.ru ;
Student, Kabardino-Balkarian State University
named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str.,
360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.
FARIDA A. PSHUKOVA, ORCID: 0009-0003-2489-6577,
e-mail: pshufar02@gmail.com ;
Student, Kabardino-Balkarian State University
named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str.,
360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.
TAMILA T. KUMAKHOVA, ORCID: 0009-0006-2322-8210,
e-mail: kumakhova.tamila@mail.ru ;
Student, Kabardino-Balkarian State University
named after Kh. M. Berbekov, 173 Chernyshevsky str.,
360004 Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic, Russia.