Doi: 10.52341/20738080_2026_144_5_45

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ СТРАТИФИКАЦИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ РИСКА СТРЕСС-АССОЦИИРОВАННЫХ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ



ШАХБАЗОВ Н.С.,
врач-онколог ФКУЗ «Центральная поликлиника № 2 Министерства внутренних дел Российской Федерации», *6zodiak6@mail.ru*



ИЧИТОВКИНА Е.Г.,
д.м.н., доцент, главный психиатр МВД России, профессор кафедры психиатрии и клинической психологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, полковник вн. службы, *elena.ichitovckina@yandex.ru*

В статье проведён анализ показателей стресс-ассоциированных психических расстройств у сотрудников органов внутренних дел России в 18 субъектах Центрального федерального округа за 2020–2025 гг. С применением методов искусственного интеллекта выделены четыре территориальных профиля риска и выявлены нетипичные регионально-годовые наблюдения, что позволило сформировать модель поддержки дифференцированных организационно-профилактических решений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, стресс-ассоциированные психические расстройства, сотрудники органов внутренних дел, территориальный риск, кластерный анализ, Isolation Forest, профилактика.

METHODS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR STRATIFICATION OF THE TERRITORIAL RISK PROFILES OF STRESS-ASSOCIATED MENTAL DISORDERS IN LAW ENFORCEMENT OFFICERS

Shakhbazov N., Ichitovkina E.

The article analyzes stress-associated mental disorders in Russian law enforcement officers in 18 regions of the Central Federal District in 2020-2025. Using the artificial intelligence methods four territorial risk profiles are singled out and atypical regions and years are identified, which allowed building of a model to support differentiated organizational and preventive decisions.

Key words: artificial intelligence, machine learning, stress-associated mental disorders, law enforcement officers, territorial risk, cluster analysis, Isolation Forest, prevention.

Введение

Профессиональная деятельность сотрудников органов внутренних дел Российской Федерации (ОВД) связана с воздействием интенсивных психоэмоциональных нагрузок, угрозой жизни и здоровью, участием в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и выполнением задач в особых условиях [3], что способствует риску развития стресс-ассоциированных психических расстройств, способных приводить к снижению профессиональной работоспособности, хронизации нарушений и ограничению служебной пригодности [1].

Показатели общей (ОЗ) и первичной заболеваемости (ПЗ) психическими расстройствами сотрудников ОВД существенно различаются между территориями и зависят не только от профессиональной нагрузки, но и от доступности психиатрической помощи, полноты выявления и особенностей статистического учёта [2]. Традиционный

анализ отдельных показателей не позволяет в полной мере учитывать их взаимосвязь, динамику и возможную несогласованность ведомственных данных [4]. Методы искусственного интеллекта (ИИ) обеспечивают многомерный анализ статистической информации, выделение территорий с различными профилями риска и обнаружение нетипичных наблюдений, применение которых может повысить обоснованность организационно-профилактических решений и обеспечить дифференцированное планирование мероприятий по охране психического здоровья сотрудников ОВД.

Цель исследования

Разработать модель стратификации территориальных профилей риска стресс-ассоциированных психических расстройств у личного состава ОВД с применением методов ИИ.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное аналитическое исследование агрегированных данных ведомственной статистической отчётности медицинских организаций системы МВД России по 18 субъектам Центрального федерального округа (ЦФО) за 2020–2025 гг. Анализировались общая и первичная заболеваемости стресс-ассоциированными психическими расстройствами, соответствующими рубрикам F40–F48 МКБ-10, в расчёте на 1000 сотрудников. Индекс хронизации определялся как отношение общей заболеваемости к первичной; при нулевом значении первичной заболеваемости показатель не рассчитывался. Взаимосвязь признаков оценивалась с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Перед кластеризацией показатели стандартизировались методом z-преобразования. Первоначальная структура территориальных групп определялась методом Уорда, окончательное распределение субъектов – методом k-средних. Число кластеров выбиралось по коэффициенту силуэта, индексам Калински–Харабаша и Дэвиса–Болдина. Согласованность результатов двух методов оценивалась с помощью скорректированного индекса Рэнда. Для выявления нетипичных регионально-годовых наблюдений применялся алгоритм Isolation Forest с установленной долей аномалий 5%. Расчёты выполнялись на языке Python с использованием библиотек Pandas, NumPy и Scikit-learn. Обработка обезличенных агрегированных данных проводилась в локальном защищённом контуре.

Результаты

На основании данных по 18 субъектам ЦФО сформирована исходная матрица из 9 показателей, характеризующих уровень, динамику и межгодовую изменчивость стресс-ассоциированных психических расстройств у сотрудников ОВД, а также полноту анализируемых данных. Медианный уровень ОЗ F40–F48 составил 1,26‰ [0,37; 3,95], ПЗ – F40–F48 0,80‰ [0,37; 1,52], медианный индекс хронизации – F40–F48 1,08 [1,00; 2,34]. Значения показателей существенно различались между субъектами ЦФО: ОЗ F40–F48 варьировала от 0 до 11,39‰, ОЗ F40–F48 – от 0 до 4,38‰, индекс хронизации – от 1,00 до 5,39.

Выраженной однонаправленной динамики заболеваемости F40–F48 в совокупности анализируемых субъектов не выявлено. Медианный коэффициент ежегодного изменения ОЗ F40–F48 составил 0,065‰ [−0,083; 0,208], ПЗ F40–F48 – 0,023‰ [−0,074; 0,179]. Диапазон коэффициентов динамики ОЗ F40–F48 составлял от 0,875 до 1,139‰ в год, ПЗ F40–F48 – от 0,415 до 0,844‰ в год, что указывало на выраженную территориальную неоднородность тенденций.

Среднее абсолютное межгодовое изменение ОЗ F40–F48 составило 1,18‰ [0,52; 1,40], ПЗ F40–F48 – 0,74‰ [0,43; 1,18]. Медианный разрыв между ОЗ и ПЗ F40–F48 был равен 0,00‰ [0,00; 2,47] и в отдельных субъектах достигал 6,27‰. Доля нулевых и неопределённых наблюдений составила 0,17 [0,00; 0,42], варьируя от 0 до 0,83, что свидетельствовало о различиях в полноте и устойчивости формирования анализируемых показателей.

Корреляционный анализ выявил сильную прямую связь медианного уровня ОЗ F40–F48 с медианным уровнем ПЗ F40–F48 (ρ=0,916), медианным разрывом (ρ=0,870) и средним абсолютным межгодовым изменением ОЗ F40–F48 (ρ=0,828).

В окончательную модель были включены 7 показателей: медианные уровни ОЗ и ПЗ F40–F48, медианный индекс хронизации, коэффициенты динамики ОЗ и ПЗ F40–F48, среднее абсолютное межгодовое изменение ПЗ F40–F48 и доля нулевых или неопределённых наблюдений. Совокупность этих признаков позволяла учитывать уровень заболеваемости, направление и устойчивость её динамики, выраженность хронизации и полноту исходных данных.

Сопоставление моделей с различным числом групп показало, что наилучшее соотношение критериев качества достигалось при выделении 4 территориальных класте-

ров, коэффициент силуэта составил 0,298, индекс Калински–Харабаша – 8,242, индекс Дэвиса–Болдина – 1,027. Коэффициент силуэта указывал на умеренную разделимость кластеров, что могло быть связано с небольшим числом анализируемых субъектов и близостью отдельных территорий по совокупности изученных признаков.

Распределение субъектов ЦФО, полученное методом k-средних, полностью совпало с результатами иерархической кластеризации методом Уорда. Скорректированный индекс Рэнда составил 1,000, что свидетельствовало о согласованности результатов двух алгоритмов.

Первый кластер объединил Белгородскую, Воронежскую, Ивановскую, Липецкую, Орловскую, Тамбовскую, Тверскую и Тульскую области. Для него были характерны умеренные медианные уровни ОЗ F40–F48 (1,26‰) и ПЗ F40–F48 (1,14‰) заболеваемости, низкий индекс хронизации и восходящая динамика обоих показателей. Кластер был определён как профиль умеренного уровня заболеваемости с восходящей динамикой (см. qr-код табл. 1).

Во второй кластер вошли г. Москва и Ярославская область. Он характеризовался наиболее высокими медианными уровнями ОЗ F40–F48 (10,16‰) и ПЗ F40–F48 (4,12‰), сочетавшимися с нисходящей динамикой обоих показателей. Кластер был определён как профиль высокого уровня заболеваемости с нисходящей динамикой.

Третий кластер включал Владимирскую, Калужскую, Костромскую, Курскую и Смоленскую области. Медианные уровни ОЗ и ПЗ F40–F48 в нём составляли 0,00‰, а доля нулевых и неопределённых наблюдений достигала 67%. Полученные значения могли отражать как отсутствие зарегистрированных случаев, так и неполноту их выявления или статистического учёта. Поэтому кластер был определён как профиль низких зарегистрированных показателей с признаками неполноты данных.

Четвёртый кластер составили Брянская, Московская и Рязанская области. Он отличался повышенным медианным уровнем ОЗ F40–F48 (4,25‰), сравнительно низким уровнем ПЗ F40–F48 (0,78‰) и максимальным индексом хронизации (5,00). Сочетание повышенной ОЗ и низкой ПЗ F40–F48 с выраженным преобладанием повторно регистрируемых случаев позволило определить его как профиль высокого риска хронизации.

Наибольшего организационно-профилактического внимания требовали территории четвёртого кластера вследствие выраженной хронизации психических расстройств F40–F48 и территории первого кластера в связи с восходящей динамикой ОЗ и ПЗ F40–F48. Для субъектов третьего кластера приоритетными являлись контроль полноты выявления случаев F40–F48 и аудит формирования ведомственной статистической отчётности. В субъектах второго кластера целесообразно было сохранить реализуемые профилактические мероприятия и дополнительно проанализировать факторы, связанные со снижением показателей заболеваемости.

Для выявления нетипичных изменений территориальных показателей были проанализированы 90 регионально-годовых наблюдений за 2021–2025 гг. Для каждого наблюдения учитывались уровни ОЗ и ПЗ F40–F48, разрыв между ними и абсолютные изменения показателей по сравнению с предыдущим годом. При установленной доле аномалий 5% алгоритм Isolation Forest выделил 5 наблюдений, наиболее существенно отличавшихся от общей многомерной структуры данных (см. qr-код табл. 2).

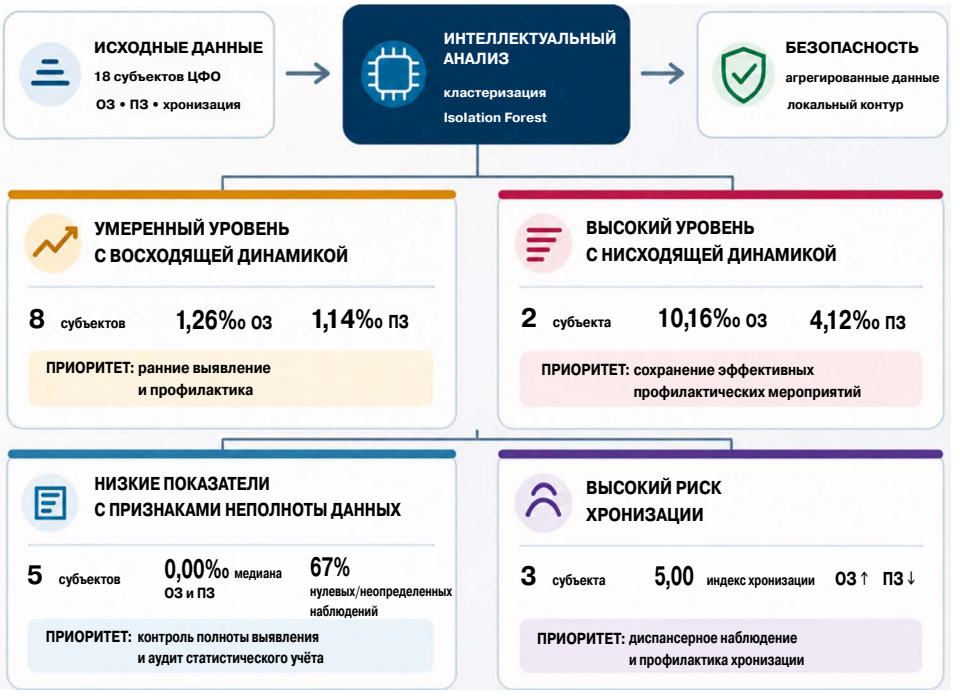
Наибольшая оценка аномальности была получена для Ярославской области в 2024 г. После отсутствия зарегистрированных случаев в 2023 г. ОЗ F40–F48 увеличилась на 10,823‰, ПЗ F40–F48 – на 5,093‰. Резкое одновременное изменение обоих показателей обусловило существенное отличие данного наблюдения от общей структуры данных.

В Брянской области аномальными были признаны наблюдения 2021 и 2022 гг. В 2021 г. ПЗ F40–F48 составляла 4,413‰, превышая ОЗ F40–F48, равную 0,919‰. Поскольку ПЗ является составной частью ОЗ, такое соотношение могло указывать на несогласованность исходной отчётности или различия в порядке учёта первичных и повторных случаев. В 2022 г. наблюдалась обратная ситуация: ОЗ F40–F48 увеличилась до 4,644‰, тогда как ПЗ F40–F48 снизилась до 0,186‰.

Таблица 1

Таблица 2

Наблюдение по г. Москве за 2022 г. характеризовалось максимальным среди анализируемых регионально-годовых наблюдений уровнем ОЗ F40–F48 13,051‰ и выражен-



Модель интеллектуальной стратификации территориальных профилей риска стресс-ассоциированных психических расстройств у сотрудников ОВД.

ным разрывом между ОЗ и ПЗ F40–F48, достигавшим 8,477‰. В Ярославской области в 2021 г. аномальность была обусловлена сочетанием высоких уровней ОЗ (11,960‰) и ПЗ (4,968‰) F40–F48 с их разнонаправленной межгодовой динамикой.

Выявленные аномалии различались по характеру. В Ярославской области они были связаны преимущественно с резкими межгодовыми колебаниями показателей, в Брянской области – с несогласованностью ОЗ и ПЗ F40–F48 и их разнонаправленными изменениями, в г. Москве – с экстремально высоким уровнем ОЗ F40–F48.

Результаты Isolation Forest не рассматривались как самостоятельное подтверждение неблагоприятной эпидемиологической ситуации. Выявление аномального наблюдения указывало на необходимость проверки исходной ведомственной отчётности, численности наблюдаемого контингента, порядка регистрации первичных и повторных случаев, а также возможного влияния изменений профессиональной нагрузки и организации психиатрической помощи сотрудникам.

Предлагаемая модель предназначена для поддержки управленческих решений на территориальном уровне. Полученные результаты не могут использоваться для индивидуальной оценки риска у сотрудников или автоматического принятия клинических, кадровых и военно-врачебных решений.

На основании результатов кластеризации и выявления аномальных наблюдений была сформирована модель интеллектуальной стратификации субъектов ЦФО по 4 территориальным профилям. Она объединяет показатели ОЗ и ПЗ F40–F48, их динамики, хронизации и полноты исходных данных и позволяет дифференцировать организационно-профилактические мероприятия: усиление раннего выявления, сохранение тенденции к снижению заболеваемости F40–F48, аудит статистического учёта либо профилактику хронизации (см. рис.).

Заключение

Предложенная модель может использоваться для поддержки управленческих решений на территориальном уровне, но не предназначена для индивидуальной оценки сотрудников и автоматического принятия клинических решений.

Литература