

УДК 369.223.214: 369.061.4: 316.344.6: 616.12-009.81

© Коллектив авторов, 2025

СТРАТИФИКАЦИЯ АВИАМЕДИЦИНСКИХ РИСКОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С РИСКОМ РАЗВИТИЯ НЕОТЛОЖНЫХ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ НА ОСНОВЕ МАТРИЦЫ ЛЕТНОЙ ГОДНОСТИ

Куличенко В.П.¹, Полубенцева Е.И.¹, Праскурничий Е.А.², Книга В.В.³

¹ АО «Центральная больница экспертизы летно-испытательного состава», Москва, Россия

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации», Москва, Россия

³ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются современные подходы к стратификации авиамедицинских рисков, ассоциированных с риском развития неотложных кардиологических состояний у летного состава на основе использования матрицы летной годности. Показаны разработки новых авиамедицинских стандартов, которые предусматривали возможность продолжения летной деятельности или возвращения к ней летного состава с определенными ограничениями после реализации ряда медицинских мероприятий по снижению факторов риска для безопасности полетов. Использование метода стратификации авиамедицинских рисков, ассоциированных с развитием неотложных кардиологических состояний, на основе трехмерной матрицы летной годности и шкалы SCORE2, в комплексе с оценкой результатов регламентированного Федеральными авиационными правилами стационарного медицинского освидетельствования летного состава позволило повысить качество врачебно-летной экспертизы и дополнительно выявить ряд лиц из числа летного состава, нуждающихся в проведении расширенного кардиологического скрининга в целях исключения хронических коронарных синдромов.

Ключевые слова:

безопасность полетов, управление факторами риска для безопасности полетов, сердечно-сосудистый риск, матрица летной годности.

STRATIFICATION OF AVIATION MEDICAL RISKS ASSOCIATED WITH THE RISK OF DEVELOPING CARDIAC EMERGENCIES BASED ON THE AIRWORTHINESS MATRIX

Kulichenko V.P.¹, Polubentseva E.I.¹, Praskurnichy E.A.², Book V.V.³

¹ JSC "Central Hospital for Flight Test Personnel Examination", Moscow, Russia

² Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Central State Medical Academy" of the Office of the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract

The article discusses modern approaches to the stratification of aviation medical risks associated with the risk of emergency cardiac conditions in flight personnel based on the use of the airworthiness matrix. The development of new aviation medical standards is shown, which provided for the possibility of continuing flight operations or returning flight personnel to it with certain restrictions after the implementation of a number of medical measures to reduce flight safety risk factors. The use of the method of stratification of aviation medical risks associated with the development of emergency cardiac conditions based on a three-dimensional airworthiness matrix and the SCORE2 scale, combined with an assessment of the results of inpatient medical examination of flight personnel regulated by Federal Aviation Regulations, made it possible to improve the quality of medical flight examination and additionally identify a number of flight personnel in need of extended cardiological screening, in order to exclude chronic coronary syndromes.

Keywords:

flight safety, management of flight safety risk factors, cardiovascular risk, airworthiness matrix.

Безопасность в авиации определяется ИКАО как "состояние, при котором возможность причинения ущерба лицам или имуществу снижена до приемлемого уровня и поддерживается на этом или более низком уровне посредством постоянного процесса выявления опасных факторов и управления факторами риска для безопасности полетов"[1]. Управление факторами риска для безопасности полетов (ФРБП) подразумевает последовательное выполнение комплексной программы, включающей определение, оценку вероятности развития, значимости последствий реализации факторов риска, а также проведение мероприятий, направленных на снижение негативного влияния выявленных факторов риска на безопасность полетов [2].

Уже сравнительно давно в практике врачебно-летной экспертизы профессиональное сообщество оперирует понятием авиамедицинских стандартов годности/негодности к летной работе, осуществляя допуск лиц с заболеваниями и состояниями, которые потенциально способны привести к потере работоспособности. Можно даже выделить период в истории авиационной медицины, когда эти стандарты с каждым годом становились все более строгими, несмотря на отсутствие убедительных доказательств их обоснованности. В итоге от летной работы было отстранено значительное число опытных летных экипажей, что в действительности имело обратный эффект в отношении обеспечения безопасности полетов [3]. В связи с этим начались работы по разработке новых авиамедицинских стандартов, которые предусматривали возможность продолжения летной деятельности или возвращения к ней летного состава с определенными ограничениями после реализации ряда медицинских мероприятий по снижению ФРБП.

Наиболее значимый авиамедицинский риск ассоциирован с развитием острой потерей работоспособности пилотом во время полета, которую ряд авторов определяют как острое развитие состояния, несовместимого с возможностью активного управления воздушным судном, и препятствующего регламентированной передаче управления другому пилоту или автоматическим системам [4, 5]. В русскоязычных источниках под острой потерей работоспособности пилотом подразумевают «отсутствие адекватной реакции в стандартных коммуникациях и операционных процедурах членов экипажа» [6]. Данное состояние может иметь различную степень выраженности. Так, при полной потере работоспособности (Pilot Incapacitation, PI) пилот не может выполнять

должностные обязанности; при частичной потере работоспособности (Pilot Impairment) пилоту доступно выполнение части функций (чтение чек-листов, осуществление связи).

PI может развиваться в результате острого заболевания, развития осложнений хронической болезни, а также окружающей среды во время полета. Последствием потери работоспособности пилотом может быть ограничение возможностей выполнения его полетных обязанностей в составе многочисленного летного экипажа в течение оставшегося времени полета или допущение столкновения воздушного судна с землей при выполнении полета одним пилотом.

Полная потеря работоспособности пилотом является чрезвычайным событием, но наблюдается нечасто - 1 случай на 2 млн. летных часов [6]; 0,45 случая на 106 летных часов или 0,25% в год [7]. Приводятся также данные о заболеваемости с временной и полной утратой трудоспособности среди пилотов военной и гражданской авиации, которая оценивается в пределах от 0,10 до 0,77 случаев на 1 миллион летных часов [8]. В отчете Австралийского бюро транспортной безопасности (ATSB) за период 2010 – 2014 гг. показатель частоты PI составил в среднем 23 случая в год [9].

Доля сердечно-сосудистых заболеваний в структуре причин PI незначительна. Так, по данным FAA (Федеральная авиационная служба США) частота острых кардиологических состояний, явившихся причиной авиационных инцидентов, среди пилотов коммерческой авиации, составляет 1,7 случая на 100000 пилотов в год, или 1 случай на 2,7 млн летных часов [10]. По данным Австралийского бюро безопасности на транспорте доля острых состояний у пилотов, связанных с кардиологическими причинами, занимает в структуре причин PI лишь 0,005%, однако именно сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной утраты летной годности или смерти пилотов [11]. При этом ряд исследователей указывает, что доля заболеваний системы кровообращения в структуре причин PI достигает 38% (внезапная сердечная смерть, острый коронарный синдром, аритмии, тромбоэмболия легочной артерии и мозговой инсульт) [12]. Убедительно показано, что острый коронарный синдром не раз приводил к авиакатастрофам [13, 14].

Несмотря на противоречивые данные о частоте неотложных кардиологических состояний у летного состава, большинство экспертов подчеркивают, что атеросклеротические сердечно-сосудистые заболевания (АССЗ) остается основной

причиной внезапной потери работоспособности пилотом, обусловленной внезапной смертью, аритмией, инфарктом миокарда и острой сердечной недостаточностью. Все перечисленные кардиологические события могут повлечь внезапный выход одного из пилотов из системы управления самолетом с катастрофическими последствиями.

В настоящее время для оценки вероятности ФРБП используются как качественные, так и полуколичественные системы стратификации. Экспертами ИКАО рекомендовано использовать исключительно качественный подход, предусматривающий выделение следующих категорий вероятности реализации факторов риска: часто, иногда, весьма редко, мало вероятно, крайне маловероятно, что связано с отсутствием надежных инструментов оценки вероятности реализации авиамедицинского риска на ближайшие 12 месяцев для большинства заболеваний [1].

Однако в целом ряде национальных систем управления безопасностью полетов в последние годы были разработаны количественные критерии стратификации вероятности медицинских состояний, угрожающих безопасности полетов. Так, в системе СУБП Канады [15] определены следующие категории вероятности развития медицинского состояния в течение года:

- а) вероятно (likely) - риск для события более 2% в год;
- б) возможно (possible) - риск для события 1-2% в год;
- в) маловероятно (unlikely) - риск для события 0,5-1% в год;
- г) крайне маловероятно ((highly unlikely) - риск для события <0,5% в год.

Эксперты Службы аэромедицинских консультаций (ACS) в США использовали подходы, принятые в национальных стандартах ВВС, и для каждой категории вероятности медицинских состояний, угрожающих безопасности полетов, рассчитали количественные показатели, выраженные в числе событий на число налета часов в год, и на количество полетов. Например, вероятность развития значимого изменения состояния здоровья категории «иногда» оценивается как одно событие на 104-105 часов полета. В течение календарного года вероятность события данной категории будет находиться в пределах от 8,39 до 58,38% [16].

При стратификации категории серьезности ФРБП эксперты ИКАО использует качественные критерии оценки количества потенциальных жертв и пострадавших, а также возможный объем материального ущерба технике и оборудованию [1].

При оценке последствий наступления медицинских событий для безопасности полетов категории канадскими экспертами была предложена система стратификации, дифференцирующая медицинские события по 4 классам, в которых определен вероятный результат в зависимости от степени влияния на безопасность полета, трудоспособности летного экипажа и потребности в медицинской помощи [16].

Для стратификации ФРБП по уровню допустимости для безопасности полетов эксперты ИКАО рекомендуют использовать матрицу последствий и вероятностей (матрицу рисков) 5x5, в которой на основе оценки вероятности факторов риска для безопасности полетов и степени их серьезности можно рассчитать индекс риска для безопасности полетов. Этот метод рекомендован также при стратификации допустимости авиамедицинских рисков и основан на экспертной оценке категорий вероятности медицинских событий и тяжести их последствий, и, несмотря на ряд ограничений [17], успешно используется в практике авиационных компаний по всему миру.

Матрица рисков – это таблица, которая включает несколько категорий вероятности развития медицинских событий (строки) и несколько категорий последствий для безопасности полета (столбцы). В зависимости от присвоенного индекса дифференцируют три уровня риска: неприемлем (соответствующие индексы обозначены красным цветом ячеек); приемлем при условии разработки мероприятий по снижению риска (соответствующие индексы обозначены желтым цветом ячеек); приемлем (соответствующие индексы обозначены зеленым цветом ячеек) (Табл. 1).

Метод оценки рисков на основе матрицы последствий/вероятности (матрица рисков или тепловая карта) не является уникальным для авиационной сферы и авиамедицинской практики. Он успешно и давно применяется в промышленности, особенно в сфере производств с опасными условиями труда. В нашей стране в соответствии с ГОСТ Р 58771-2019 «Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска» «матрица рисков может использоваться для сравнения рисков с различными типами потенциальных последствий и имеет применение на любом уровне в организации» [18].

Как было показано выше, программы управления рисками должны быть внедрены в работу авиационных предприятий и предусматривать реализацию мероприятий по идентификации, количественной оценке и уменьшению рисков.

Таблица 1

Матрица рисков ИКАО [1]

| Вероятность риска | | Серьезность риска | | | | |
|----------------------|---|-----------------------|--------------|-------------------|---------------------|----------------|
| | | Катастрофическая А | Опасная В | Значительная С | Незначительная D | Ничтожная Е |
| Часто | 5 | 5А | 5В | 5С | 5D | 5Е |
| Иногда | 4 | 4А | 4В | 4С | 4D | 4Е |
| Весьма редко | 3 | 3А | 3В | 3С | 3D | 3Е |
| Маловероятно | 2 | 2А | 2В | 2С | 2D | 2Е |
| Крайне мало вероятно | 1 | 1А | 1В | 1С | 1D | 1Е |

Матричный подход к оценке рисков в целях медицинской сертификации членов экипажа космической станции был одобрен Многосторонним советом по космической медицине Международной космической станции.

В настоящее время общепризнанным максимальным допустимым уровнем риска для получения сертификата о годности к летной работе принято значение 1% в год. «Это правило определяет прогнозируемую частоту потери работоспособности по медицинским показателям в год, превышение которой приводит к отстранению пилота от полетов на воздушных судах с многочисленным экипажем. Такой уровень риска широко признается как допустимый, и он принят Объединенными авиационными администрациями Европы в качестве базового для оценки рисков по авиамедицинским показателям» [1].

«Правило 1%» было сформулировано более 50 лет назад врачом авиационной медицины I.Anderson, который предложил при медицинском освидетельствовании летного персонала при определении приемлемого уровня риска для несчастных случаев со смертельным исходом по медицинским причинам основываться на данных о частоте авиационных происшествий по всем причинам, которая на тот момент времени составляла около 0,2 случая на 1 млн летных часов. В качестве целевого показателя приемлемого авиамедицинского риска было решено принять значение 0,1 несчастного случая со смертельным исходом на 1 млн летных часов, или 1 случай на 107 летных часов. Среди других целевых показателей были также приняты следующие: риски, связанные с летным экипажем, не должны составлять

более 10% общего риска безопасности полета, а риск медицинской недееспособности пилота не должен быть выше 10% от совокупного риска всего экипажа. При данном уровне целевых показателей частота авиационных происшествий со смертельным исходом по причине недееспособности пилота вследствие медицинских событий должна быть не выше, чем 1 случай на 109 летных часов. При расчетах были приняты следующие допущения: средняя продолжительность полета составляет 1 час; продолжительность критических этапов полета длится 6 минут; в составе летного экипажа есть второй пилот, которому первый пилот успешно передаст управление воздушным судном с вероятностью 99 к 100.

В итоге было подсчитано, что приемлемая ежегодная частота медицинских событий не должна превышать 1% в год, что позже по предложению Н. Tunstall-Pedoe получило название «правило 1%» (1% rule) [19].

Однако по прошествии нескольких десятилетий условия полетов воздушных судов коммерческой авиации изменились. Mitchell S.J. в 2004 г. предложил внести изменения в значение приемлемого авиамедицинского риска, определенное «правилом 1%». Автор отметил, что к началу XXI века средняя продолжительность полета увеличилась до 2 часов, и экспериментальным путем было доказано, что в случае развития PI вероятность неудачи при передаче первым пилотом управления воздушным судном второму пилоту составляет 1 к 200 вместо принятого при разработке «правила 1%» значения 1 к 100. Эффект указанных изменений позволяет обоснованно установить новое

значение приемлемого авиамедицинского риска (6%) без ожидаемого снижения уровня безопасности полетов [20].

Таким образом, несмотря на рекомендации ИКАО о недопустимости превышения предельного значения приемлемого авиамедицинского риска, определенного «правилом 1%», в ряде стран авиамедицинский риск на уровне 2% в год (или до 5% в год при определенных обстоятельствах) считается приемлемым [20].

Несмотря на ряд ограничений, «правило 1%» в настоящее время по-прежнему активно используется при оценке авиамедицинских рисков во всех видах авиации, и не только в отношении летного состава многочленных экипажей [21]. Расширение «правила 1%» позволило использовать матричный подход для полуколичественной оценки безопасности полетов и эксплуатационных последствий широкого спектра медицинских состояний с различной вероятностью их развития в полете [3].

Весьма важно подчеркнуть, что «правило 1%» было разработано для оценки рисков пилотов коммерческой авиакомпании, но постепенно стало использоваться в целях общей медицинской сертификации. Однако летный состав имеет отличающиеся эксплуатационные обязанности, которые ассоциируются с разными критическими рисками для безопасности полета или миссии: от бортпроводников до пилота одноместного реактивного самолета, в связи с чем единая форма матрицы рисков не может отражать эксплуатационные последствия медицинского события для всех ролей членов летного экипажа. Для решения этой задачи было предложено дополнить стандартные матрицы рисков «третьим измерением», которое позволяет учитывать различные эксплуатационные последствия медицинских событий с учетом конкретных функций, возложенных на различные категории летного экипажа [3, 15].

Например, для летного состава ВВС матрицы рисков должны отражать потенциальную потребность в медицинской помощи в суровых условиях эксплуатации и авиамедицинские последствия медицинского события в полете, включающие физические факторы полета (ускорение, гипобария и гипоксия). Кроме того, пилоты высокоманевренных реактивных самолетов имеют отличные от пилотов транспортной авиации и бомбардировщиков уровни приемлемого авиамедицинского риска. Для отражения этих различий в матрицах рисков, в ряде национальных СУБП, стратифицирует летные экипажи по четырем

категориям авиаперсонала: к 1-ой категории относят летный состав с наиболее строгими критериями показателя приемлемого риска, а именно – пилотов самолетов-истребителей, тактических вертолетов и пр.; ко 2-ой категории – пилотов транспортной авиации, самолетов и вертолетов палубного базирования и пр.; к 3-ей категории – инженерно-технический персонал летного экипажа; к 4-ой категории – кабинный экипаж [15]. Для каждой категории летного состава экспертами разработана конкретная матрица рисков, что способствовало более качественной оценке авиамедицинских рисков с учетом потенциальных эксплуатационных последствий для членов летного экипажа, выполняющих различные функции по управлению воздушным судном.

G. Gray et al. [3] в 2019 г. в целях развития практики применения трехмерной матрицы авиамедицинских рисков в гражданской авиации стратифицировали персонал летных экипажей самолетов гражданской авиации по трем категориям: специалисты, непосредственно управляющие самолетом (пилоты), имеющий доступ к навигационным и инженерным системам (штурман, бортинженер и пр.) и кабинный экипаж. Для каждой категории были разработаны критерии допустимого авиамедицинского риска на основе количественной оценки абсолютного сердечно-сосудистого риска.

Например, для членов летного экипажа, непосредственно управляющих самолетом, приемлемый риск развития медицинского события, обусловленного кардиологическими причинами, должен составлять менее 0,5% в год, однако при индивидуальной оценке в рамках врачебно-летней экспертизы это значение может быть увеличено до 1% в год при условии работы в составе многочленного экипажа. Для персонала летного экипажа, имеющего доступ к навигационным и инженерным системам, допустимый уровень риска развития медицинского события 4-го класса может быть установлен на уровне 2% в год.

Таким образом, включение дополнительной стратификации по типам воздушных судов и специальностям летного состава в таблицу вероятностей/последствий позволил зарубежным экспертам сформировать и эффективно использовать матрицу риска 4x4, в которой представлена комбинация класса опасности медицинских событий с вероятной частотой их возникновения и дифференциация уровня приемлемого риска отдельно для каждой категории летного состава (Табл. 2).

Таблица 2

Матрица летной годности

| Категории авиационного персонала | Вероятность реализации авиамедицинского риска в течение года | | Тяжесть последствий развития медицинских событий для безопасности полета | | | |
|----------------------------------|--|----------|--|--|--|--|
| | Категория | Значение | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Вероятно | >2% | Ничтожная Не влияет на работоспособность | Незначительная Возможно незначительное снижение работоспособности | Значительная Создает угрозу безопасности полета | Опасная Создает угрозу безопасности полета в связи с риском развития PI |
| | Возможно | >1 - <2% | | | | |
| | Маловероятно | 0,5-1% | | | | |
| | Крайне маловероятно | <0,5% | | | | |
| 2 | Вероятно | >2% | Ничтожная Не влияет на работоспособность | Незначительная Возможно незначительное снижение работоспособности | Значительная Создает угрозу безопасности полета | Опасная Создает угрозу безопасности полета в связи с риском развития PI |
| | Возможно | >1 - <2% | | | | |
| | Маловероятно | 0,5-1% | | | | |
| | Крайне маловероятно | <0,5% | | | | |
| 3 | Вероятно | >2% | Ничтожная Не влияет на работоспособность | Незначительная Возможно незначительное снижение работоспособности | Значительная Создает угрозу безопасности полета | Опасная Создает угрозу безопасности полета в связи с риском развития PI |
| | Возможно | >1 - <2% | | | | |
| | Маловероятно | 0,5-1% | | | | |
| | Крайне маловероятно | <0,5% | | | | |
| 4 | Вероятно | >2% | Ничтожная Не влияет на работоспособность | Незначительная Возможно незначительное снижение работоспособности | Значительная Создает угрозу безопасности полета | Опасная Создает угрозу безопасности полета в связи с риском развития PI |
| | Возможно | >1 - <2% | | | | |
| | Маловероятно | 0,5-1% | | | | |
| | Крайне маловероятно | <0,5% | | | | |

Примечание. Степень приемлемости авиамедицинского риска обозначена в ячейках цветом: неприемлем - красным цветом ячеек; приемлем при условии разработки мероприятий по снижению риска - желтым цветом ячеек; приемлем - зеленым цветом ячеек [мод. по 3, 15].

Как видно из представленных данных, дискуссия о значении приемлемого риска и возможности использования «правила 1%» за рамками принятых ранее ограничений, продолжается, и в сложившейся ситуации летные предприятия в большинстве случаев самостоятельно определяют эти показатели в соответствии с возложенными на них задачами.

В июле 2023 г. в США была предложена очередная версия матрицы рисков, названная авторами матрицей летной годности (USAFAM) [16]. Мотивацией для поиска эффективных методов оценки авиамедицинских рисков послужила необходимость в сжатые сроки увеличить в ВВС США число кандидатов, годных к летной работе, в связи с чем тщательно были проанализированы случаи дисквалификации пилотов по медицинским показаниям, что в итоге возобновило интерес к количественной оценке приемлемых уровней авиамедицинских рисков, особенно выходящих за «правило 1%». Эксперты ACS отметили, что они «осведомлены о предыдущих публикациях, авторы которых использовали матрицы рисков для концептуализации аэромедицинского риска, и считают, что данный инструмент наиболее пригоден для количественной стандартизации уровней аэромедицинского риска».

Эксперты ИКАО указывают, что если для большинства заболеваний оценку вероятности наступления медицинских событий, т.е. вероятность реализации авиамедицинского риска, на ближайшие 12 месяцев нельзя считать надежной, то для оценки риска атеросклеротических сердечно-сосудистых заболеваний (АССЗ) разработаны научно обоснованные сертификационные системы, которые можно использовать при оценке авиамедицинских рисков, ассоциированных с риском развития неотложных кардиологических состояний у летного состава [1, 22, 23]. Это открывает широкие возможности для внедрения в практику медицинского освидетельствования летного состава технологии полуколичественной стратификации авиамедицинских рисков, ассоциированных с риском развития неотложных кардиологических состояний, на основе трехмерной матрицы летной годности.

Сердечно-сосудистый (кардиоваскулярный) риск – это вероятность развития сердечно-сосудистого заболевания, в основе которого лежит атеросклеротическое поражение артерий у конкретного пациента в течение определенного про-

межутка времени [24]. Стратификация кардиоваскулярного риска у летного состава позволяет не только провести оценку уровня ассоциированного с ним авиамедицинского риска, но и реализовать необходимые мероприятия, направленные на снижение рисков для безопасности полетов.

В настоящее время предложены многочисленные шкалы для стратификации сердечно-сосудистого риска (ССР), оценивающие риск развития как фатальных, так и нефатальных медицинских событий, ассоциированных с АССЗ.

В американских СУБП для стратификации ССР наиболее часто применяются шкалы FRS (Фремингемская шкала риска) или Qrisk, в которых риск определяют как низкий (<10% в течение 10 лет или <1% в течение года), умеренный (10-20% в течение 10 лет или 1-2% в течение года) и высокий (>20% в течение 10 лет или >2% в течение года). Целевой когортой новой шкалы PCR (ASCVD), разработанной Американской кардиологической ассоциацией (АНА) и Американским колледжем кардиологов (АСС) для стратификации 10-летнего сердечно-сосудистого риска возникновения таких событий, как коронарная смерть, инфаркт миокарда и ОНМК, были лица в возрасте от 20 до 79 лет без установленного ССЗ, связанного с атеросклерозом, однако в клинической практике шкала была рекомендована для стратификации сердечно-сосудистого риска людей в возрасте от 40 до 79 лет [25].

В опубликованном в 2019 г. авторитетном исследовании G. Gray et al. [3] при стратификации авиамедицинских рисков на основании матричного метода вероятность неотложных кардиологических событий у пилота гражданской авиации рассчитывалась по шкале сердечно-сосудистого риска Рейнольдса (Reynolds Risk Score) [26].

В 2022 г. Американской кардиологической ассоциацией (АНА) в ответ на высокую распространенность метаболического синдрома и заболеваний почек была предложена новая шкала оценки сердечно-сосудистого риска PRENENT, в которой используется «новая конструкция» - сердечно-сосудисто-почечно-метаболический синдром. Эпидемиологические данные демонстрируют более высокий абсолютный риск как атеросклеротического сердечно-сосудистого заболевания (ССЗ), так и сердечной недостаточности, по мере прогрессирования ХБП [27]. Абсолютная оценка риска с целью сопоставления типа и интенсивности профилактических и лечебных мероприятий с

прогнозируемым риском и ожидаемым эффектом лечения является в настоящее время краеугольным камнем первичной профилактики. Уравнения PREVENT позволяют оценить 10- и 30-летний риск развития ССЗ, включить расчетную скорость клубочковой фильтрации в качестве предиктора и скорректировать конкурирующий риск смерти от ССЗ среди взрослых в возрасте от 30 до 79 лет. Дополнительные модели шкалы обеспечивают повышенную прогностическую полезность в связи с добавлением в оценку показателей СКФ, гликированного гемоглобина и, по возможности, социальных детерминант здоровья (индекс социальной депривации).

Для населения европейских стран была разработана собственная система стратификации сердечно-сосудистого риска - шкала SCORE, в основу которой были положены результаты крупных эпидемиологических мультинациональных научных исследований [28]. Шкала SCORE оценивает риск смерти от ССЗ в течение 10 лет и учитывает уровень заболеваемости ССЗ в странах Европы. Абсолютный риск развития ССЗ оценивают по шкале SCORE в когорте людей старше 40 лет, не имеющих атеросклеротических ССЗ, СД, ХБП и семейной гиперхолестеринемии (ХС ЛПН $>$ 4,9 ммоль/л). Относительный риск развития ССЗ оценивают у людей в возрасте от 18 до 40 лет по специальной шкале SCORE Relative Risk CHART. Шкала SCORE валидирована для российского контингента на основе результатов эпидемиологического исследования US-USSR, проведенного в 1975 г., а также перспективного когортного исследования HAPIEE [29], выполненного в период 2002 – 2005 гг. среди жителей городов стран Восточной Европы, в том числе проживающих в России (осуществлялось динамическое наблюдение в течение 7 лет за более 8 тыс. жителей г. Новосибирска в возрасте 45-69 лет).

В 2021 г. экспертами ESC были представлены результаты актуализации системы стратификации абсолютного кардиоваскулярного риска на основе новой версии шкалы SCORE [24]. Для практического использования предложена шкала SCORE2 и SCORE2-OP, позволяющие рассчитать индивидуальный 10-летний риск развития не только фатальных, но и не смертельных ССЗ у относительно здоровых лиц в возрасте от 40 до 69 лет, имеющих факторы риска, которые не курируются или остаются неизменными в течение ряда лет [30]. Для стратификации ССР у людей в возрасте от 70

до 89 лет разработана шкала SCORE2-OP. Предусмотрены версии шкалы SCORE2 и SCORE2-OP в зависимости от уровня смертности населения от болезней системы кровообращения [31].

При оценке категории приемлемости авиамедицинского риска, ассоциированного с развитием неотложных кардиологических состояний, в трехмерной матрице рисков предложено использовать значения показателя абсолютного ССР на основе результатов стратификации по соответствующим шкалам. Эксперты неоднократно подчеркивали, что значение абсолютного ССР существенно важнее категории, которую этим значениям, часто достаточно произвольно присваивают разработчики соответствующих шкал [32].

Разработчики Medical standards for CAF aircrew указывают, что вероятность медицинского события, влияющего на безопасность полетов, идентифицируется на основе данных литературы и экспертными оценками ведущих клиницистов [15].

Вероятность развития неотложного кардиологического состояния определяется на основе измерения абсолютного ССР с использованием шкалы ССР, валидированной для данной категории населения.

Таким образом, количественные значения абсолютного 10-летнего сердечно-сосудистого риска у в целом здоровых лиц и лиц с АГ, не имеющих доказанных АССЗ, сахарного диабета 2 типа, ХБП и семейной гиперхолестеринемии, могут быть получены на основе стратификации по шкале SCORE2, что делает возможным практическое внедрение в практику медицинского освидетельствования летного состава стратификацию авиамедицинских рисков, ассоциированных с риском развития неотложных кардиологических состояний, с помощью использования трехмерной матрицы рисков.

В 2019 г. G.Gray et al. предложили использовать модифицированную на основе Medical standards for CAF aircrew трехмерную матрицу рисков для полуквантитативной оценки авиамедицинских рисков развития у летного состава неотложных кардиологических состояний. В целях получения количественных показателей ССР авторы рекомендовали применять соответствующие валидированные шкалы рисков [15].

Mulloy A. [33] и Holdsworth D.A. [34] высоко оценили работы G. Gray et al. и считают разработанные авторами методические подходы не только весьма перспективными, но и заслуживающими

вающими дальнейшего распространения в целях стратификации авиамедицинских рисков, ассоциированных с целым рядом других, не только сердечно-сосудистых заболеваний. Однако эксперты при этом отмечают, что до настоящего времени международный консенсус в отношении значения приемлемого авиамедицинского риска, ассоциированного с риском развития неотложных кардиологических состояний, отсутствует, и при использовании матрицы летной годности в большинстве случаев пользователи вынуждены опираться на собственный опыт и регламенты авиационного предприятия.

В литературе появились первые результаты практического внедрения матрицы рисков для оценки приемлемого авиамедицинского риска. Так, в 2023 году была представлена матрица летной годности USAFAM, разработанная американскими экспертами. Авторы показали, что данный методический подход существенно улучшает качество медицинского освидетельствования летного состава. В результате ретроспективной реклассификация с использованием данной методики, 11,1% из ранее признанных негодными к летной работе специалистов ВВС, могли бы вернуться к профессиональной деятельности [16].

В 2023 г. экспертами Врачебно-летной экспертной комиссии ЦБЭЛИС была разработана матрица летной годности на основе оценки абсолютного сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE2 и дифференциации категорий летного состава по уровням приемлемого авиамедицинского риска. Использование метода стратификации авиамедицинских рисков, ассоциированных с развитием неотложных кардиологических состояний, на основе трехмерной матрицы летной годности и шкалы SCORE2, в комплексе с оценкой результатов регламентированного Федеральными авиационными правилами стационарного медицинского освидетельствования летного состава позволило повысить качество врачебно-летной экспертизы и дополнительно выявить ряд лиц из числа летного состава, нуждающихся в проведении расширенного кардиологического скрининга в целях исключения хронических коронарных синдромов.

Матрица летной годности в настоящее время является признанным и эффективным инструментом стратификации авиамедицинских рисков, однако использование данного метода имеет ряд ограничений, поскольку предусматривает проведение расчета количественных показателей

вероятности рисков, что не всегда возможно в силу целого ряда установленных разработчиками ограничений применения стандартных шкал стратификации сердечно-сосудистого риска (предельные значения показателей возраста, липидного профиля и АД).

Кроме того, существует значительная по численности категория летного состава, для которой рассчитанный авиамедицинский риск, ассоциированный с развитием неотложных кардиологических состояний, всегда будет выходить за рамки «правила 1%», поскольку главным фактором риска, определяющим результат оценки вероятности развития неотложных кардиологических состояний у авиационного персонала, является возраст. «Мужчины в возрасте старше 65 лет почти всегда имеют высокий ССР» [24]. Как справедливо указывают Holdsworth D.A. et al., при стратификации ССР у мужчин в возрасте 65 лет при использовании любых современных шкал оценки 10-летнего ССР значение будет превышать 1% ежегодный порог смертности от болезней системы кровообращения, и применение в данном случае «правила 1%» с последующей дисквалификацией асимптомного опытного пилота в итоге может парадоксально снизить безопасность полетов и фактически увеличить риск авиационных происшествий за счет уменьшения совокупного профессионального опыта летного состава [35].

В связи с этим регуляторы ряда стран при стратификации авиамедицинских рисков, ассоциированных с риском развития АССЗ, используют подход, основанный на оценке категории сердечно-сосудистого риска, и предлагают углубленную программу расширенного скрининга хронических коронарных синдромов в соответствии с международными клиническими рекомендациями [36, 37] для лиц из числа летного состава, стратифицированных по категориям высокого или очень высокого сердечно-сосудистого риска [38, 39, 40].

Представленные данные показывают, что использование современных подходов при оценке летной годности у авиационного персонала способствует повышению качества врачебно-летной экспертизы, сохранению летного долголетия, обеспечению необходимого уровня безопасности полетов, и заслуживает проведения дальнейших исследований в целях внедрения в практику медицинского освидетельствования авиационного персонала.

Литература

1. Руководство по авиационной медицине. Третье издание. – ИКАО, 2012. – 476 с.
2. Руководство по управлению безопасностью полетов. Третье издание. – ИКАО, 2012. – 300 с.
3. Gray G., Bron D., Davenport E.D. et al. Assessing aeromedical risk: A three-dimensional risk matrix approach // *Heart*. – 2019. – Vol. 105. – P. S9–S16.
4. Slater D., Bradbury F., Slater Z., Vapat S. Assessing Pilot Aeromedical Risk Using Commercial Healthcare Data // *The MITRE Corporation*. – 2023. – URL: <https://doi.org/10.21949/1529623> (дата обращения 2024-05-06).
5. Pilot Incapacitation // *Boletín de Difusión Profesional*. – 2016. – N 60. – URL: <https://www.incasrl.com.ar/wp-content/uploads/2016/07/Pilot-incapacitation-2016-Julio-pdf> (дата обращения 2024-05-06).
6. Плотников Н.И. Задача чрезвычайного делегирования управления воздушного судна при потере работоспособности экипажа // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2012. – Т. 14. – №4 (2). – С. 509 – 513.
7. Simons R., Maire R. Extending the age limit of commercial pilots? // *Eur. Heart J.* – 2020. – Vol. 41. – P. 2239 – 2242.
8. Qiang Y., Li G., Rebok G.W., Baker S.P. Body mass index and cardiovascular disease in a birth cohort of commuter air carrier and air taxi pilots // *Ann. Epidemiol.* – 2005. – Vol. 15. – P. 247 – 252.
9. Pilot incapacitation occurrences 2010–2014/ Report No. AR-2015-096 // *Australian Transport Safety Bureau*. – 2016. – 36 P. – URL: [Australia-study-of-pilot-incapacitation-events-and-outcomes-ar-2015-096-final.pdf](https://www.atsb.gov.au/publications/industry/2016/09/AR-2015-096-final.pdf) (yandex.ru) (дата обращения 2014-05-07).
10. Booze C.F. Sudden Inflight Incapacitation in General Aviation // *Aviat. Space. Environ. Med.* – 1989. – Vol. 60. – P. 332 – 335.
11. Review of U.S. Civil Aviation Accidents // *Calendar Year 2010. Annual Review NTSB/ARA-12/01.* – Washington, 2012. – URL: [Review of U.S. Civil Aviation Accidents \(ntsb.gov\)](https://www.ntsb.gov/annual-reviews/2010/) (дата обращения 2024-05-07).
12. Nicol E.D., Rienks R., Gray, G. et al. An introduction to aviation cardiology // *Heart*. – 2019. – Vol. 105. – P. S3 – S8.
13. DeJohn C.A., Wolbrink A.M., Larcher J.G. In-flight medical incapacitation and impairment of U.S. airline pilots: 1993 to 1998. Washington. – DC: Federal Aviation Administration, Office of Aerospace Medicine, 2004. – 34 P. – URL: https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/58240/dot_58240_DS1.pdf (дата обращения 2024-05-13)
14. Newman D.G. Pilot Incapacitation: Analysis of Medical Conditions Affecting Pilots Involved in Accidents and Incidents; Australian Transport Safety Bureau: Canberra, Australia, 2007.
15. AMA directive 100-01 Medical standards for CAF aircrew. – URL: // [AMA DIRECTIVE X00-0X](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/OrderLetter/OLA100-01) (afod-rofa.com) (дата обращения 2024-05-08).
16. Mayes R.S., Keirns C.J., Hicks A.G. et al. USAFSAM Aeromedical Consultation Service Medical Risk Assessment and Airworthiness Matrix // *Aerosp. Med. Hum. Perform.* – 2023. – Vol. 94(7). – P. 514 – 522.
17. Шаров В.Д., Воробьев В.В. Ограничения по использованию матрицы ИКАО при оценке рисков для безопасности полетов // *Научный вестник МГТУ ГА*. – 2016. – т.19. – №3. – С.179 – 186.
18. ГОСТ Р 58771-2019 Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения 2024-05-08).
19. Tunstall-Pedoe H. Risk of a coronary heart attack in the normal population and how it might be modified in flyers // *Eur Heart J.* – 1984. – Vol. 5 (Suppl A). – P. 43 – 49.
20. Mitchell S.J., Evans A.D. Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots // *Aviat Space Environ Med.* – 2004. – Vol. 75. – P. 260–268.
21. *Ernsting's Aviation Medicine* / Rainford D., Gradwell D. – 4th Edition: Hodder-Arnold, 2006.
22. Праскурничий Е.А., Книга В.В., Быстрова А.Г., Юстова В.Д. Авиамедицинские аспекты управления факторами риска для безопасности полетов // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2016. – Т. 50. – № 2. – С. 21 – 27 /
23. Праскурничий Е.А., Морозкина И.В. Авиамедицинские риски, ассоциированные с артериальной гипертензией // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. – 2019. – Т. 53. – № 1. – С. 14 – 22.
24. Visseren F.L.J., Mach F., Smulders Y.M. et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice // *Eur J Prev Cardiol.* – 2022. – Vol. 29. – P. 5 – 115.
25. Muntner P., Whelton P.K. Using Predicted Cardiovascular Disease Risk in Conjunction With Blood Pressure to Guide Antihypertensive Medication Treatment // *J Am Coll Card.* – 2017. – Vol. 69(19). – P. 2446 – 2456.
26. Ridker P.M., Paynter N.P., Rifai N. et al. C-reactive protein and parental history improve global cardiovascular risk prediction: the Reynolds Risk Score for men // *Circulation*. – 2008. – Vol. 118. – P. 2243–2251.
27. Khan S.S., Matsushita K., Sang Y. et al. Chronic Kidney Disease Prognosis Consortium and the American Heart Association Cardiovascular-Kidney-Metabolic Science Advisory Group. Development and validation of the American Heart Association predicting risk of cardiovascular disease EVENTS (PREVENT) equations // *Circulation*. – 2023. – Vol. 10. URL: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.067626> (дата обращения 2024-05-15).
28. Conroy R.M., Pyörälä K., Fitzgerald A.P. et al. SCORE project group Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project // *Eur Heart J.* – 2003. – Vol. 24. – P. 987–1003.

29. Peasey A., Bobak M., Kubinova R. et al. Determinants of cardiovascular disease and other non-communicable diseases in Central and Eastern Europe: rationale and design of the HAPIEE study // BMC Public Health. – 2006. – URL: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-255> (дата обращения 2024-05-16).
30. SCORE2 risk prediction algorithms: new models to estimate 10-year risk of cardiovascular disease in Europe // Eur Heart J.– 2021.– Vol. 42.– P. 2439–2424.
31. SCORE2-OP risk prediction algorithms: estimating incident cardiovascular event risk in older persons in four geographical risk regions // Eur Heart J.– 2021.– Vol. 42.– P. 2455–2467.
32. Jeffrey S. Berger M.S., Courtney O. et al. Screening for Cardiovascular Risk in Asymptomatic Patients // Journal of the American College of Cardiology . – 2010. – Vol. 55. – № 12. – P.1169 – 1177.
33. Hoffman W.R., Aden J.K., Barbera D., Tvaryanas A. Self-Reported Health Care Avoidance Behavior in U.S. Military Pilots Related to Fear for Loss of Flying Status // Military Medicine. – 2023. – Vol. 188. – № 3-4. – P. e446 – e450.
34. Mulloy A., Wielosz A. Cardiovascular Risk Assessment in Pilots // Aerosp. Med. Hum. Perform. – 2019. – Vol. 90. – P. 730–734.
35. Holdsworth D.A., Eveson L.J., Manen O., Nicol E.D. Assessment of clinical and occupational cardiovascular risk // Eur. Heart J. – 2019. – Vol. 40. – P. 2393 – 2395.
36. Vrints C., Andreotti F., Koskinas K.C. et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes//European Heart Journal. – 2024. – Vol. 45. – P. 3415-3537. – URL: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae177> (дата обращения 2025-01-23).
37. Стабильная Ишемическая болезнь сердца // РКО, 2024. – URL: 2024_IBS.pdf (scardio.ru) (дата обращения 2025-01-23).
38. Gray G., Davenport E.D., Bron D., et al. The challenge of asymptomatic coronary artery disease in aircrew; detecting plaque before the accident // Heart. – 2019. – Vol.105. – P. s17 – s24
39. Davenport E., Palileo E., Gore S. Cardiovascular screening for pilots, aircrew, and high performance & spaceflight passengers // Reach. – 2021. – P. 21 – 22.
40. Wirawan I.M.A., Griffiths R.F., Hons C. et al. Proposing a new system for cardiovascular risk assessment pilots // Int. Public Health J.– 2020.– Vol. 12.– P. 129 – 136.

Контакты авторов:

Куличенко В.П.

e-mail: vpk@cbelis.ru

Конфликт интересов: отсутствует