

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202300076**

(13) **A2**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2024.06.28**

(51) Int. Cl. *A61B 5/00* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2023.12.26**

**(54) СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКА РАЗВИТИЯ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ У КОСМОНАВТОВ**

(31) **2022134757**

(32) **2022.12.28**

(33) **RU**

(71) Заявитель:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-  
ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ" (СПбГУ) (RU)**

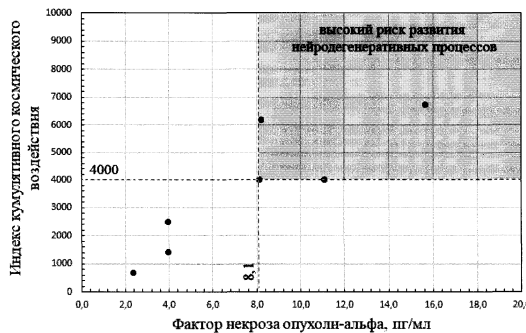
(72) Изобретатель:

**Чурилов Леонид Павлович, Коровин  
Александр Евгеньевич, Товпеко  
Дмитрий Викторович, Благинин  
Андрей Александрович, Соболевская  
Полина Анатольевна, Федоткина  
Тамара Викторовна (RU)**

(74) Представитель:

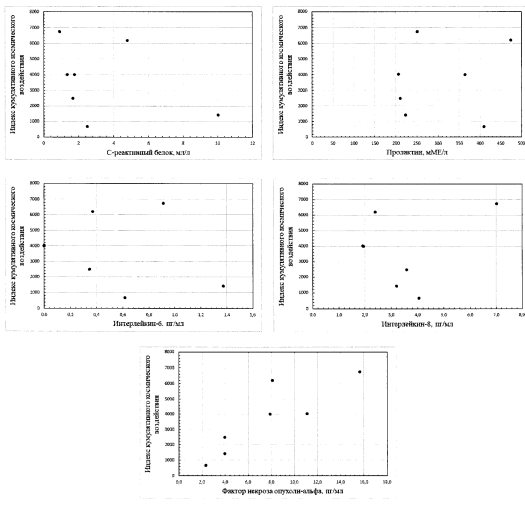
**Матвеев А.А., Матвеева Т.И. (RU)**

(57) Изобретение относится к области медицины, в частности к космической медицине, и может быть применено для прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов. Преимущество способа состоит в количественной стандартизации воздействия на организм факторов космических полетов с использованием авторского интегрального показателя кумуляции деятельности космонавтов - индекса кумулятивного космического воздействия (ИККВ). Способ является доступным, дешевым и простым в постановке исследования и практическом применении, позволяет существенно повысить точность прогноза за счет получения индивидуального профиля риска конкретного космонавта, возможности формировать сравнительно однородные по прогнозу группы риска, использовать полученные данные в ходе профилактических обследований с целью формирования индивидуальных программ и проводить эффективные профилактические и реабилитационные мероприятия на стадии доклинической манифестации нейродегенеративных процессов.



**202300076  
A2**

**202300076  
A2**



### **Способ прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов**

Изобретение относится к области медицины, в частности, к космической медицине, и может быть использовано для прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов.

Заявляемый способ предназначен для проведения экспертной оценки резервов адаптации у космонавтов, своевременной индивидуальной диагностики риска развития нейродегенеративных процессов с учетом кумулятивного космического воздействия, а также определения границы допустимости к космическим полетам, кратности и продолжительности выходов в открытый космос по полученным результатам сохранности индивидуальных резервов адаптации.

Известно, что реакция иммунонейроэндокринного коммуникативно-регуляторного аппарата организма в условиях космоса сопряжена с многочисленными проблемами, поскольку его эволюционные приспособления, сконструированные природой Земли, и оптимальные для земных условий, в измененной ситуации оказываются неоптимальными и вторично патогенными [1].

Известны публикации отечественных и зарубежных ученых о значимости и важности точного прогноза и оценки риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов, своевременном их предупреждении и/или учете при индивидуальном отборе в очередные космические полеты и выходы в открытый космос, краткое изложение которых приведены в Приложении к данному описанию.

Известен способ прогнозирования развития нейродегенеративных заболеваний, в основе патогенеза которых лежит гамма-синуклеинопатия [2]. Способ обеспечивает формирование групп риска развития нейродегенеративных заболеваний и определение возможной тактики превентивных мероприятий. Однако планирование превентивных мероприятий выполняется уже после развития нейродегенеративного заболевания и не определяет риск развития патологического процесса на доклинической стадии, что не

позволяет проводить профилактику донозологических проявлений нейродегенеративных процессов, к тому же способ апробирован только на животных.

Известен способ оценки адаптации космонавтов к длительным межпланетным пилотируемым полетам [3]. Способ обеспечивает безопасное определение резервов адаптации космонавтов. Однако указанный способ оценки имеет низкую точность и узкую сфера применения в оценке адаптации космонавтов в условиях моделей длительных космических полетов за счет того, что действующие факторы космических полетов моделируются на Земле, что не позволяет точно определять риски развития донозологических процессов.

Известен способ оценки риска развития донозологических, преморбидных и патологических состояний в длительном космическом полете [4], который является наиболее близким по решаемой технической задаче к заявленному изобретению и выбранный в качестве прототипа. Известный способ позволяет оценить риск развития, прежде всего, донозологических состояний у космонавтов; он основан на использовании записи электрокардиограммы и анализе об одном из четырех типов вегетативной регуляции, свидетельствующих о лабильности нервных процессов. Способ позволяет получить критериальную количественную оценку риска развития преморбидных состояний, определить степень напряжения регуляторных механизмов нервной системы и их функциональный резерв, а также допускает оценку риска развития и патологических состояний нервной регуляции, находящихся за пределами адаптационных резервов.

Недостатками прототипа является недостаточно высокая точность и низкая достоверность прогноза рисков за счет того, что он не позволяет оценить индивидуальные резервы адаптации каждого космонавта и прогнозировать риск развития преморбидных нейродегенеративных процессов, поскольку не учитывается совокупное влияние таких важных факторов, как общая продолжительность и количество космических полетов, а также внекорабельная деятельность (продолжительность и число выходов в открытый космос).

Таким образом, в настоящее время не разработано четких критериев оценки профессионального риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов и определения предикторов истощения резервов адаптации, которые бы включали комплексную оценку влияния факторов космического воздействия, такие как общая продолжительность и количество космических полетов, а также внекорабельную деятельность (продолжительность и число выходов в открытый космос).

Техническим результатом предлагаемого изобретения при сравнении с техническим результатом прототипа является повышение точности прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов, сокращение времени для более точного индивидуализированного прогноза, а также учет совокупности количественных факторов, таких как продолжительность, количество космических полетов и внекорабельную деятельность (продолжительность и число выходов в открытый космос).

Технический результат заявляемого изобретения достигается тем, что для количественной стандартизации воздействия на организм факторов космических полетов предлагается использование достоверных и доступных сведений о деятельности космонавтов, включающую общую продолжительность и количество полетов, продолжительность и число выходов в открытый космос, и разработка способа прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов с использованием авторского индекса кумулятивного космического воздействия (ИККВ), представляющего собой интегральный показатель кумуляции воздействия комплекса факторов профессиональной среды.

Целью предлагаемого изобретения является достижение лучших по сравнению с прототипом технических характеристик с максимальным учетом факторов кумулятивного космического воздействия для сокращения времени оценки, повышения точности оценки и прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов для профилактики преждевременного истощения резервов адаптации и умеренной деформации профессионально важных качеств.

Указанная цель достигается тем, что в известном способе прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов, включающем обследование адаптационных механизмов нервной регуляции и определение регуляторных факторов донозологических изменений резервов адаптации, в соответствии с предлагаемым изобретением предварительно определяют индекс кумулятивного космического воздействия (ИИКВ):

$$\text{ИИКВ} = \left( \sum_{i=1}^{i=B} A_i + 10 * \sum_{j=1}^{j=N} S_j \right) * (B + C_N), \text{ где} \quad (1)$$

$A$  – продолжительность одного космического полета космонавта, измеряемая в сутках,

$S$  – продолжительность одного выхода космонавта в открытый космос, измеряемая в часах, учитываемая с весовым множителем 10 сут/ч,

$B$  – количество полетов в космос,

$N$  – количество выходов в открытый космос,

$C_N$  – количество выходов в открытый космос с учетом адаптационного коэффициента  $k = -0,1$ ,  $C_N = N \cdot (2 + (N-1) \cdot k) / 2$  для  $N \leq 10$  и  $C_N = C_9 + 0,1 \cdot (N-9)$  для  $N > 10$ , после чего определяют плазменный фактор некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ), проверяют корреляционную связь ИИКВ и плазменного фактора некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ) с использованием коэффициента корреляции Пирсона и при подтверждении корреляционной связи оценивают вероятность риска развития нейродегенеративных процессов как высокую для значений ИККВ, превышающего 4000, и ФНО- $\alpha$ , превышающего 8,1 пг/мл.

Указанная цель решается за счет того, что определяют общее количество суток в космосе, количество полетов, выходов в открытый космос, количество часов в открытом космосе и на основании этих данных формируется индекс кумулятивного космического воздействия.

Сущность заявленного способа поясняется Фиг. 1, на которой представлен график зависимости риска развития нейродегенеративных процессов от показателей ИККВ и ФНО- $\alpha$ , а именно, при значениях показателей ИККВ, превышающего 4000, и плазменного ФНО- $\alpha$ , превышающего 8,1 пг/мл, риск развития нейродегенеративных процессов оценивают как высокий.

Сущность изобретения состоит в том, что в способе прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов, основанном на углубленном научно-обоснованном медицинском обследовании, включающим психофизиологическое тестирование с исследованием качества жизни, лабораторно-инструментальные и биохимические методы исследования, а также анализ буккального эпителия.

Совокупное влияние основных факторов космических полетов возможно интегрировать в индекс кумулятивного космического воздействия. При его разработке учитываются основные факторы космических полетов: общая продолжительность (сут) и количество полетов, продолжительность (ч) и число выходов в открытый космос.

Согласно разработанной формуле, считают сумму произведения часов в открытом космосе на понижающий коэффициент и общего количества суток, проведенных в космическом полете.

Для расчета ИККВ используются следующие критерии:

Учитывая особенности адаптации и высокого уровня физического и психического состояния космонавтов каждый последующий выход в открытый космос ( $C$ ) умножается на адаптационный коэффициент ( $k$ ), составляющий 0,1 долю. То есть второй полет – это 1,9, третий полет – 2,7 и т.д. Таким образом, кратность космических полетов представляет

собой сумму полетов в космос ( $A$ ) и количества выходов в открытый космос ( $C_N$ ) с учетом адаптационного коэффициента ( $k$ ). Затем рассчитывается продолжительность космических полетов как сумма произведения количества часов в открытом космосе ( $S$ ), умноженным на 10 и общего количества времени в сутках ( $A$ ), проведенного в космосе. Таким образом, 1 ч работы в открытом космосе приравнивается к 10 сут космического полета. Произведение кратности и расчетной продолжительности космических полетов составляют индекс кумулятивного космического воздействия.

$$\text{ИИКВ} = \left( \sum_{i=1}^{i=B} A_i + 10 * \sum_{j=1}^{j=N} S_j \right) * (B + C_N), \text{ где} \quad (1)$$

$A$  – продолжительность одного космического полета космонавта, измеряемая в сутках,

$S$  – продолжительность одного выхода космонавта в открытый космос, измеряемая в часах, учитываемая с весовым множителем 10 сут/ч,

$B$  – количество полетов в космос,

$N$  – количество выходов в открытый космос,

$C_N$  – количество выходов в открытый космос с учетом адаптационного коэффициента  $k = -0,1$ ,  $C_N = N * (2 + (N-1) * k) / 2$  для  $N \leq 10$  и  $C_N = C_9 + 0,1 * (N-9)$  для  $N > 10$ , после чего определяют плазменный фактор некроза опухоли-альфа ( $\text{ФНО-}\alpha$ ), проверяют корреляционную связь индекса кумулятивного космического воздействия (ИИКВ) и плазменного фактора некроза опухоли-альфа ( $\text{ФНО-}\alpha$ ) с использованием коэффициента корреляции Пирсона не менее 0,7, и при подтверждении корреляционной связи оценивают вероятность риска развития нейродегенеративных процессов как высокую для значений ИИКВ, превышающего 4000, и плазменного фактор некроза опухоли-альфа ( $\text{ФНО-}\alpha$ ), превышающего 8,1 пг/мл.

Психофизиологическое тестирование включало Сокращенный многофакторный опросник для исследования личности (СМОЛ), восьмицветовой тест Люшера, тест личностной и ситуативной тревожности Спилберга-Ханина, анкета-опросник для оценки качества жизни SF-36.

Лабораторно-инструментальные исследования включали реовазографию сосудов головного мозга, ультразвуковое исследование щитовидной железы, исследования вибрационной и холодовой чувствительности конечностей.

Биохимические анализы крови включали исследования уровней показателей С-реактивного белка, пролактина, интерлейкина-6, интерлейкина-8, фактора некроза

опухоли-альфа, наличия аутоантител к альфа-енолазе, исследования панели онконейрональных аутоантигенов. Изучение соскобов буккального эпителия выполняли для исследования активности митохондриальных белков.

В результате углубленного комплексного обследования космонавтов представляется возможным сформулировать следующие выводы:

1. Психофизиологическое тестирование даже высокоинформативными тестами не позволяет выявить степени риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов ввиду высокой осведомленности испытуемых о «правильности» выбора тестовых заданий;

2. Лабораторно-инструментальные исследования, в частности УЗИ щитовидной железы определило у трех космонавтов дескрипторы начальных проявлений иммунопатологических процессов;

3. На основании проведенных биохимических исследований (табл. 1) не удалось выявить заметной или высокой корреляционной связи: между показателем ИККВ и показателем уровня С-реактивного белка (Фиг. 2а,  $r=-0,35$ ), между показателем ИККВ и показателем уровня пролактина (Фиг. 2б,  $r=0,15$ ), между показателем ИККВ и показателем уровня интерлейкина-6 (Фиг. 2в,  $r=-0,22$ ), между показателем ИККВ и показателем уровня интерлейкина-8 (Фиг. 2г,  $r=0,24$ ), однако удалось выявить высокую положительную корреляционную связь между показателем ИККВ и показателем уровня ФНО- $\alpha$  (Фиг. 2д,  $r=0,86$ ).



Таблица 1.

Корреляционные связи между показателем ИКВВ и соответствующими показателями результатов биохимического анализа крови

Показатель	Референс ные значения	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ )*
Индекс кумулятивного космического воздействия (ИККВ)	–	674	4020,48	1428,00	4004,25	6200,85	2491,32	6744,00	–
С-реактивный белок, мг/л	< 5	2,5	1,4	10,0	1,8	4,8	1,7	0,9	-0,35
Пролактин, мМЕ/л	50–500	409,4	206,3	223,3	363,6	474,4	210,9	251,9	0,15
Интерлейкин-6, пг/мл	< 7	0,6152	0	1,373	0	0,3712	0,3447	0,9121	-0,22
Интерлейкин-8, пг/мл	< 62	4,051	1,913	3,199	1,945	2,395	3,585	7,016	0,24
Фактор некроза опухоли- альфа, пг/мл	< 8,1	2,338	11,080	3,956	8,112	8,218	3,958	15,660	0,86

Примечание. \* – коэффициент корреляции между показателем ИККВ и соответствующим показателем результата биохимического анализа крови

Для определения корреляционной связи использовали коэффициент корреляции Пирсона ( $r$ ). Коэффициент корреляции определяет взаимосвязь между двумя переменными, которые измеряются в одном интервале или шкале отношений, и изменяется в диапазоне от -1 до 1, где -1 означает полную (функциональную) линейную обратную взаимосвязь, 1 – полную (функциональную) линейную положительную взаимосвязь и 0 – отсутствие линейной корреляции. Для оценки силы связи в теории корреляции применяется шкала Чеддока: слабая — от 0,1 до 0,3; умеренная — от 0,3 до 0,5; заметная — от 0,5 до 0,7; высокая — от 0,7 до 0,9; весьма высокая (сильная) — от 0,9 до 1. Проведенные нами клиничко-лабораторные и инструментальные исследования позволили выявить высокую положительную взаимосвязь между показателем ИККВ и уровнем ФНО- $\alpha$  ( $r = 0,86$ ).

При исследовании научно-технической патентной информации идентичная оценка совокупности существенных признаков, заявленная в изобретении, не была выявлена. Преимуществами предлагаемого способа являются доступность, дешевизна и простота в постановке исследования.

Заявляемый способ может быть использован в медицинских отделениях Центра подготовки космонавтов. Значимость изобретения заключается в том, что способ дает возможность: 1) получить индивидуальный профиль риска конкретного обследуемого; 2) формировать сравнительно однородные по прогнозу группы риска; 3) использовать полученные данные в ходе профилактических обследований с целью формирования индивидуальных программ; 4) проводить эффективные профилактические и реабилитационные мероприятия на стадии доклинической манифестации нейродегенеративных процессов.

Технический результат предлагаемого способа заключается в том, что предупреждение нейродегенеративных процессов будет способствовать более длительному сохранению трудоспособности, качества жизни космонавтов и ветеранов космических полетов, что определяет и высокий социально-экономический эффект.

Примеры использования предлагаемого способа.

Пример 1.

Космонавт 1, мужчина 58 лет, общее количество суток в космосе (А) – 337, количество полетов (В) – 2, выходов в открытый космос (С) – 0, количество часов в открытом космосе (S) – 0. Жалоб нет.

Согласно формуле (1)

$$\text{ИККВ} = (337+0*10)*(2+0) = 674.$$

Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о незначительном риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования, включающие определение уровня С-реактивного белка, пролактина, интерлейкина-6 и -8, фактора некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ), наличия антител к альфа-енолазе, исследования на панель паранеопластического синдрома, холодовая проба, не выявили никаких отклонений. Космонавт на основе полученных результатов исследований может быть допущен к космической миссии без каких-либо ограничений и дополнительных исследований.

Пример 2.

Космонавт 2, мужчина 45 лет, общее количество суток в космосе (A) – 346, количество полетов (B) – 3, выходов в открытый космос (C) – 4, количество часов в открытом космосе (S) – 28,22. Жалоб нет.

Согласно формуле (1)

$$\text{ИККВ} = (346 + 28,22 * 10) * (3 + (4 - 1) * (-0,1)) / 2 = 4020,48.$$

ИККВ составляет 4020,48. Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о умеренном риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования выявили повышенный уровень ФНО- $\alpha$  (8,218 пг/мл при норме менее 8,1 пг/мл), а также наличие антитела к нейрональному антигену белка Nu. Рекомендуется на основе полученных результатов исследований провести профилактические мероприятия, направленные на снижение уровня ФНО- $\alpha$ .

Пример 3.

Космонавт 3, мужчина 53 года, общее количество суток в космосе (A) – 476, количество полетов (B) – 3, выходов в открытый космос (C) – 0, количество часов в открытом космосе (S) – 0. Жалоб нет.

Согласно формуле (1) ИККВ – 1428. Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о незначительном риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования не выявили никаких отклонений. Космонавт на основе полученных результатов исследований может быть допущен к космической миссии без каких-либо ограничений и дополнительных исследований.

Пример 4.

Космонавт 4, мужчина 52 года, общее количество суток в космосе (А) – 536, количество полетов (В) – 3, выходов в открытый космос (С) – 3, количество часов в открытом космосе (S) – 16,65. Жалоб нет.

Согласно формуле (1) ИККВ – 4004,25. Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о умеренном риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования выявили повышенный уровень ФНО- $\alpha$  (8,112 пг/мл при норме менее 8,1 пг/мл). Рекомендуется на основе полученных результатов исследований провести профилактические мероприятия, направленные на снижение уровня ФНО- $\alpha$ .

Пример 5.

Космонавт 5, мужчина 50 лет, общее количество суток в космосе (А) – 709, количество полетов (В) – 4, выходов в открытый космос (С) – 3, количество часов в открытом космосе (S) – 21,65. Жалоб нет.

Согласно формуле (1) ИККВ – 6200,85. Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о умеренном риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования выявили повышенный уровень ФНО- $\alpha$  (11,08 пг/мл при норме менее 8,1 пг/мл). Рекомендуется на основе полученных результатов исследований провести профилактические мероприятия, направленные на снижение уровня ФНО- $\alpha$ .

Пример 6.

Космонавт 6, мужчина 62 года, общее количество суток в космосе (А) – 516, количество полетов (В) – 2, выходов в открытый космос (С) – 2, количество часов в открытом космосе (S) – 12,28. Жалоб нет.

Согласно формуле (1) ИККВ – 2491,32. Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о малом риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования не выявили никаких отклонений. Космонавт на основе полученных результатов исследований может быть допущен к космической миссии без каких-либо ограничений и дополнительных исследований.

Пример 7.

Космонавт 7, мужчина 57 лет, общее количество суток в космосе (А) – 526, количество полетов (В) – 3, выходов в открытый космос (С) – 6, количество часов в открытом космосе (S) – 37,32. Жалоб нет.

Согласно формуле (1) ИККВ – 6744. Соответственно, согласно полученным данным, можно сделать вывод о значительном риске развития нейродегенеративных процессов.

Действительно, проведенные клинико-лабораторные и инструментальные исследования выявили повышенный уровень ФНО- $\alpha$  (15,66 пг/мл при норме менее 8,1 пг/мл). Рекомендуется провести профилактические мероприятия, направленные на снижение уровня ФНО- $\alpha$ .

Как показывают приведенные примеры конкретной реализации заявленное изобретение позволит своевременно (до начала клинических проявлений заболеваний) проводить медико-профилактические мероприятия в отношении космонавтов с более точным и полным отбором в очередные космические полеты и выходы в открытый космос.

#### **Список источников информации**

- [1] Чурилов Л.П. Общая патофизиология с основами иммунопатологии. Изд-е 5-е. СПб.: Медиздат-СПб, 2021: 656 с.
- [2] Патент РФ на изобретение № 2703430 / Способ прогнозирования развития нейродегенеративных заболеваний, в основе патогенеза которых лежит гамма-синуклеинопатия / Павленко Т.А., Кухарский М.С., Григорьев А.В., Безнос О.В., Чеснокова Н.Б., 2019.
- [3] Патент РФ на изобретение № 2621305 / Способ оценки адаптации космонавтов к длительным межпланетным пилотируемым полетам / Ураков А.Л., Касаткин А.А., Уракова Н.А., Шихова О.Ф., Никитюк Д.Б., Гуревич К.Г., Клочкова С.В., Анищенко А.П., 2017.
- [4] Патент РФ на изобретение №2448644 / Способ оценки риска развития донозологических, преморбидных и патологических состояний в длительном космическом полете / Баевский Р.М., Черникова А.Г., 2010. (прототип)

**Способ прогнозирования риска развития  
нейродегенеративных процессов у космонавтов**

**Формула изобретения**

Способ прогнозирования риска развития нейродегенеративных процессов у космонавтов, включающий обследование адаптационных механизмов нервной регуляции и определение регуляторных факторов донозологических изменений резервов адаптации, отличающийся тем, что предварительно рассчитывают индекс кумулятивного космического воздействия (ИИКВ):

$$\text{ИИКВ} = \left( \sum_{i=1}^{i=B} A_i + 10 * \sum_{j=1}^{j=N} S_j \right) * (B + C_N), \text{ где} \quad (1)$$

$A$  – продолжительность одного космического полета космонавта, измеряемая в сутках,

$S$  – продолжительность одного выхода космонавта в открытый космос, измеряемая в часах, учитываемая с весовым множителем 10 сут/ч,

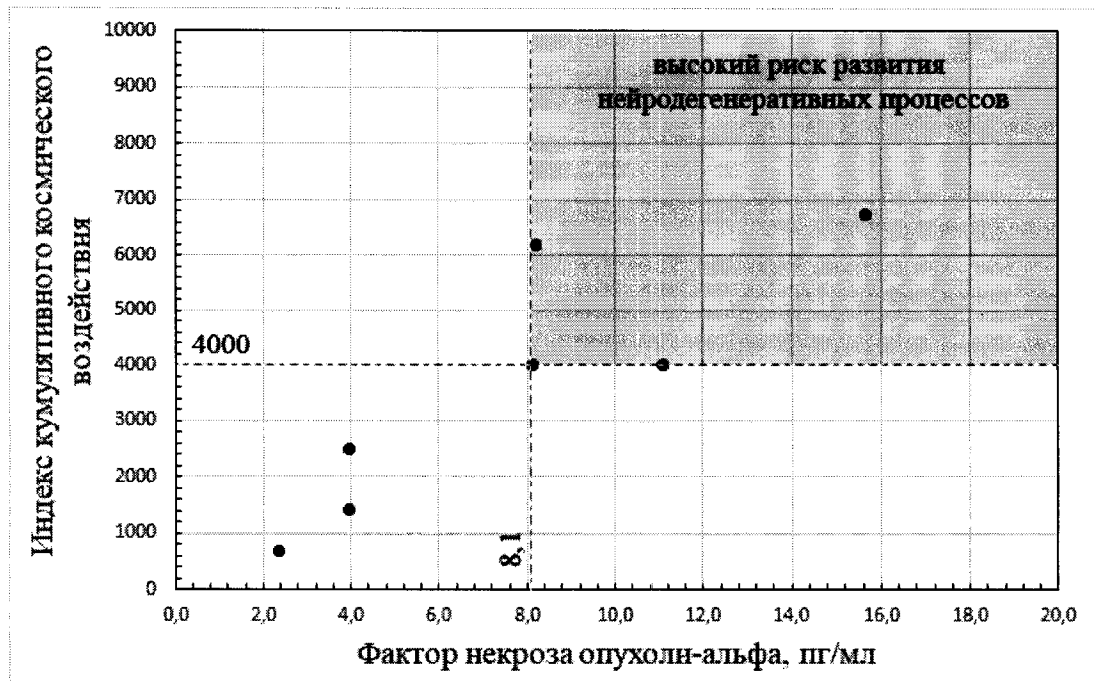
$B$  – количество полетов в космос,

$N$  – количество выходов в открытый космос,

$C_N$  – количество выходов в открытый космос с учетом адаптационного коэффициента  $k = -0,1$ ,  $C_N = N * (2 + (N-1) * k) / 2$  для  $N \leq 10$  и  $C_N = C_9 + 0,1 * (N-9)$  для  $N > 10$

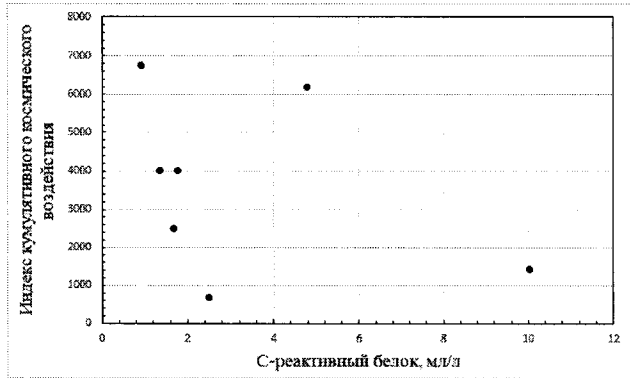
Определяют плазменный фактор некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ), проверяют корреляционную связь индекса кумулятивного космического воздействия (ИИКВ) и плазменного фактора некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ) с использованием коэффициента корреляции Пирсона и при подтверждении корреляционной связи оценивают вероятность риска развития нейродегенеративных процессов как высокую для значений ИИКВ, превышающего 4000, и плазменного фактора некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ), превышающего 8,1 пг/мл.

Способ прогнозирования риска развития  
нейродегенеративных процессов у космонавтов

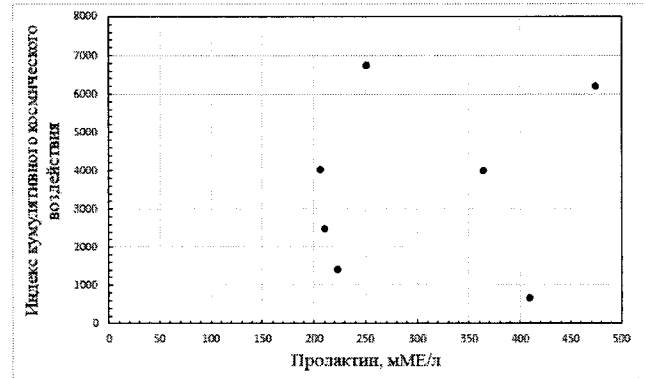


Фиг. 1.

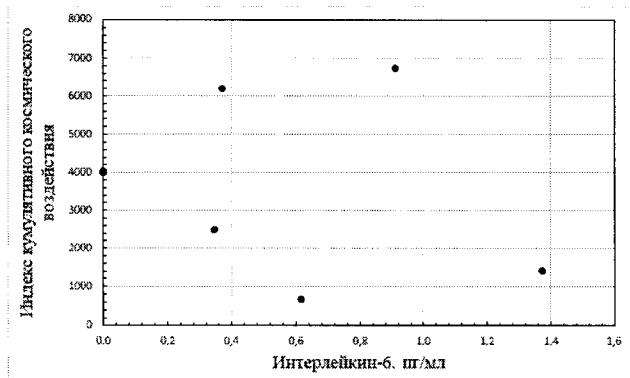
Способ прогнозирования риска развития  
нейродегенеративных процессов у космонавтов



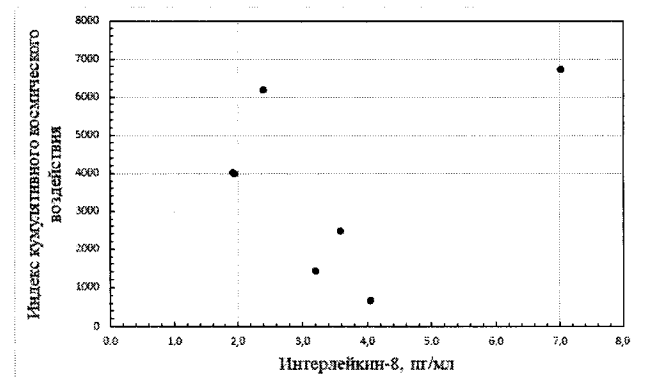
Фиг 2а



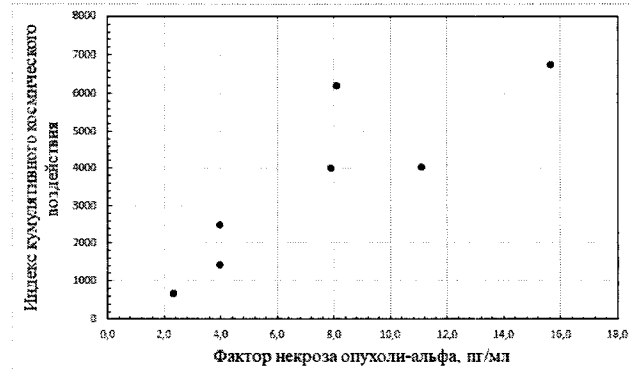
Фиг 2б



Фиг 2в



Фиг 2г



Фиг 2д

Фиг.2.