

УДК 316.5, 519.81, 004.67

1.7. Туннельное мышление в изолированных группах и тропическая геометрия как концептуальная рамка

Ноакк Н.В., Костина Т.А.
ЦЭМИ РАН, Москва, Россия

Статья предлагает концептуальную рамку для формализации феномена туннельного мышления в малых изолированных группах (МИГ). Туннельное мышление – скачкообразный переход к крайней стратегии в обход промежуточных вариантов – хорошо отражен в литературе по МИГ, однако до сих пор не имеет количественной характеристики. В статье показано, что пространство дискретных стратегий кризисного реагирования (автономное действие – запрос ресурса – эвакуация) в непрерывном пространстве ресурсных параметров имеет структуру, описываемую аппаратом тропической геометрии. Тропическая прямая делит ресурсное пространство на три зоны однозначного выбора; у каждой грани этой прямой есть вес $w(F)$, который мы предлагаем рассматривать как количественный коррелят резкости стратегического переключения. Для иллюстрации построена модель арктической исследовательской вахты с тремя стратегиями и двумя ресурсными параметрами; параметры модели выбраны экспертно.

Введение

Психология малых изолированных групп (МИГ) – экспедиционных, арктических, подводных, космических — выявила ряд устойчивых феноменов принятия решений в кризисных ситуациях. Среди них особое место занимает туннельное мышление. В классическом определении этот феномен описывается как фиксация на единственной стратегии действий: в условиях острого стресса группа сужает поле рассматриваемых альтернатив, концентрируясь на одном варианте и игнорируя остальные сигналы и возможности. В экстремальных случаях фиксация сменяется скачкообразным переходом к противоположной крайней мере – промежуточные варианты при этом оказываются «невидимыми». Оба проявления имеют общее нейрокогнитивное основание: подавление префронтальной коры при высокой симпатической активации.

При всем описательном богатстве этой области остается нерешенной проблема количественных характеристик туннельного мышления. Как правило, фиксируется его присутствие, но это не подкрепляется измерением его интенсивности, которое позволило бы сравнивать различные группы между собой или предсказывать его наступление.

Настоящая статья предлагает концептуальную рамку, опирающуюся на аппарат тропической геометрии – раздела математики, развившегося из идемпотентного анализа и уже нашедшего применение в теории аукционов и построении нейросетей. Авторы не претендуют на верифицированную теорию: статья формулирует гипотезу и иллюстрирует ее на модельном примере. Центральное утверждение состоит в следующем: структура кризисного выбора в МИГ изоморфна тропической гиперповерхности, в наше (простейшем) случае – тропической прямой, а вес грани этой гиперповерхности является кандидатом на роль количественного коррелята туннельного мышления.

Основная часть

1. Туннельное мышление в МИГ

1.1. Феноменология

Туннельное мышление описывается в литературе как двойной эффект: сужение поля внимания (фокусировка на одной угрозе) и сужение поля альтернатив (группа рассматривает меньше вариантов, чем в норме). Оба эффекта создают риск субоптимального стратегического выбора.

Нейрокогнитивный механизм туннельного мышления связан с реакцией острого стресса. В соответствии с классическим законом (Yerkes & Dodson, 1908), избыточная активация ведет к снижению эффективности сложных когнитивных функций. Современные исследования подтверждают, что при активации симпатической системы и выбросе катехоламинов функционирование префронтальной коры, ответственной за оценку альтернатив, угнетается в пользу быстрых автоматических реакций (Arnsten et al., 2015). Стресс переключает организм с гибкой когнитивной системы (гиппокамп/ПФК) на ригидную систему привычек (стриатум) (Schwabe & Wolf, 2013). В группе этот эффект дополнительно усиливается механизмами социальной конформности: члены группы отвергают предложения, кажущиеся «недостаточно решительными», что описывается в рамках модели социальной идентичности (Haslam & Reicher, 2016).

1.2. Специфика МИГ относительно других контекстов

В отличие от авиационных экипажей или операторов АЭС, которые традиционно лучше изучены в литературе по принятию решений под стрессом, МИГ обладает тремя особенностями, усиливающими туннельное мышление. Во-первых, группа входит в определенный инцидент с хронически сниженным

когнитивным ресурсом. Во-вторых, решение в группе принимается автономно, без возможности передать ответственность. В-третьих, группа не знает, когда окончится кризис, что само по себе повышает когнитивную нагрузку.

2. Концептуальная рамка: тропическая геометрия

2.1. Почему тропическая геометрия

Тропическая геометрия – раздел математики, в котором стандартное сложение заменяется идемпотентной операцией (максимума или минимума), а умножение – операцией обычного сложения. В связи с такими заменами существенно иначе определяются решения уравнений и определяемые ими геометрические объекты, что открывает дополнительные возможности для классификации и анализа эмпирических данных.

Эмпирические данные (Kanas, Manzey, 2008) подтверждают, что психологические процессы в экстремальных условиях не подчиняются законам линейной статистики. Феномен стадийности адаптации, эффект усиления (magnification) межличностных проблем со временем и приоритет совместимости над численностью при формировании экипажа запускают поиск математического аппарата, работающего с порядком и дискретными состояниями. В терминах тропической математики это соответствует пороговым переходам, нелинейному накоплению напряжения и идемпотентности сложения ресурсов. Кризисный выбор группы дискретен – нельзя «частично эвакуироваться». При этом ресурсы, от которых зависит выбор, непрерывны. Именно такую задачу – дискретный выбор в непрерывном пространстве параметров – описывает тропическая геометрия. Тот же инструмент использовался Klempereger (Klempereger, 2008) при проектировании аукциона Банка Англии и был формализован в общей теории спроса (Baldwin & Klempereger, 2019). Мы расширяем этот подход на область кризисного принятия решений в МИГ. Существуют также прецеденты использования тропической геометрии для анализа границ решений в вычислительных моделях познания (нейросетях), что подтверждает пригодность инструмента для описания дискретных когнитивных переходов (Zhang et al, 2018). Стоит также отметить, что идемпотентный анализ исторически применялся в задачах измерения и психофизики (Литвинов, 2005), что делает возможным его использование для формализации качественных психологических конструкций.

Несмотря на развитость тропической геометрии и алгебры, их применение в экономике ограничивается единичными случаями, а к психологическим феноменам (в частности, туннельному мышлению) остается неизученным, хотя такие перспективы наверняка есть.

2.2. Зоны однозначного выбора и структура границ

Центральный конструкт предлагаемой рамки – понятие зоны однозначного выбора (ЗОВ). Рассмотрим агента (группу), выбирающего между тремя стратегиями $\sigma \in \{I, II, III\}$ в зависимости от двух непрерывных параметров p_1 и p_2 – уровней внутреннего и внешнего ресурса соответственно. Группа выбирает ту стратегию, при которой разность между ее эффективностью и суммарными ресурсными затратами наибольшая. Формально это записывается как:

$$\sigma * (p_1, p_2) = \operatorname{argmax} \{u(\sigma) - x_1(\sigma) \cdot p_1 - x_2(\sigma) \cdot p_2\},$$

где $u(\sigma)$ – эффективность стратегии σ , $x_1(\sigma)$ и $x_2(\sigma)$ – ее потребление внутреннего и внешнего ресурса, p_1 и p_2 – текущие уровни этих ресурсов, argmax – аргумент максимума – та стратегия σ , при которой выражение принимает наибольшее значение. Это стандартная квазилинейная функция полезности.

Граница между двумя стратегиями – множество точек, где обе стратегии одинаково хороши – получается из условия равенства полезностей. Для стратегий σ и σ' (двух любых различных стратегий из трех) это условие записывается как:

$$u(\sigma) - x_1(\sigma) \cdot p_1 - x_2(\sigma) \cdot p_2 = u(\sigma') - x_1(\sigma') \cdot p_1 - x_2(\sigma') \cdot p_2.$$

Переносим все в одну сторону, получаем уравнение прямой линии в пространстве (p_1, p_2)

$$(u(\sigma) - u(\sigma')) = (x_1(\sigma) - x_1(\sigma')) \cdot p_1 + (x_2(\sigma) - x_2(\sigma')) \cdot p_2.$$

Три пары стратегий дают три такие прямые, которые при общем положении пересекаются в одной точке – вершине тропической прямой V . Три луча из V делят пространство на три зоны однозначного выбора, в каждой из которых оптимальна ровно одна стратегия.

Такая структура, во-первых, задает «карту решений» – зная текущее состояние группы по двум ресурсным параметрам, можно указать, в какой зоне (ЗОВ) находится группа и какая стратегия для нее оптимальна. Во-вторых, она обнаруживает «зоны риска» – области вблизи границ, где небольшое изменение параметров резко меняет оптимальную стратегию. В-третьих, она позволяет измерить резкость каждого перехода.

2.3. Вес границы

Каждый из трех лучей тропической прямой характеризуется числом, которое в тропической геометрии называется весом грани. Вес отражает, насколько резко меняется ресурсный профиль стратегий при переходе через эту границу, то есть, насколько «дорогим» является переключение. Формально вес вычисляется как наибольший общий делитель абсолютных изменений расхода ресурсов (Козырев, 2025; Baldwin & Klempereger, 2019).

В рамках предлагаемого подхода мы выдвигаем следующую гипотезу. Высокий вес на границе между двумя стратегиями является количественным коррелятом резкости стратегического переключения. В

частности, если граница «автономное решение ↔ эвакуация» имеет высокий вес, а промежуточные границы – низкий, это структурно соответствует ситуации туннельного мышления: пространство параметров (совокупность всех возможных сочетаний внутреннего и внешнего ресурса) устроено так, что группа «перепрыгивает» через промежуточный вариант, не задерживаясь в нем. Или фиксируется на одной стратегии и игнорирует альтернативы. Этот феномен возникает независимо от положения группы в пространстве параметров: группа может «застрять», даже находясь вблизи границы ЗОВ, где смена стратегии была бы оптимальной. Речь идет о свойстве пространства решений, а не о психологическом состоянии конкретной группы. Высокий вес границы означает, что сама структура ресурсной ситуации «провоцирует» туннельное мышление – независимо от того, насколько опытна или подготовлена группа.

3. Иллюстративный пример: арктическая исследовательская вахта

3.1. Контекст

Для иллюстрации мы строим модель арктической исследовательской вахты: стационарная база, 6 сотрудников, смена 45 суток, научная работа. Пополнение запасов возможно только вертолетом в узкое погодное окно. Три стратегии реагирования на инциденты: (I) автономное решение силами вахты, (II) запрос ресурса или консультации с материка, (III) эвакуация персонала.

Состояние вахты в момент инцидента характеризуется двумя параметрами: $p_1 \in [0,10]$ – внутренний ресурс группы (физическое и психологическое состояние, включая когнитивную нагрузку КН, запасы, оборудование) и $p_2 \in [0,10]$ – внешний ресурс (связь с материком, погодное окно, готовность борта).

3.2. Параметры модели

Параметры трех стратегий выбраны экспертно как иллюстрация структурных соотношений, а не как измеренные величины. Они отражают следующую содержательную логику: автономное решение дорого обходится внутреннему ресурсу группы ($x_1 = 3$) и почти не требует внешнего ($x_2 = 1$); эвакуация, напротив, критически зависит от внешнего ресурса ($x_2 = 5$) и минимально затрагивает внутренний ($x_1 = 1$); запрос с материка – промежуточный вариант по обоим параметрам.

Таблица 1. Параметры стратегий (экспертные, иллюстративные)

Стратегия σ	x_1	x_2	$u(\sigma)$ — экспертная оценка эффективности*
I. Автономное решение	3	1	4 (группа остается в поле риска, решение частичное)
II. Запрос ресурса с материка	2	4	11 (проблема решается, но с задержкой и внешней зависимостью)
III. Эвакуация	1	5	10 (люди в безопасности, но работа остановлена)

*Значения $u(\sigma)$, $x_1(\sigma)$, $x_2(\sigma)$ выбраны так, чтобы вершина тропической прямой V оказалась в содержательно интерпретируемой области шкалы. В реальном исследовании эти параметры должны быть получены эмпирически – например, методом попарных сравнений экспертами.

3.3. Определение ЗОВ и вершины

Подставляя параметры из Таблицы 1, получаем уравнения трех границ:

$$\text{Граница I} \leftrightarrow \text{II} \quad 4 - 3p_1 - p_2 = 11 - 2p_1 - 4p_2 \Rightarrow p_1 = 3p_2 - 7.$$

$$\text{Граница II} \leftrightarrow \text{III} \quad 11 - 2p_1 - 4p_2 = 10 - p_1 - 5p_2 \Rightarrow p_1 = p_2 + 1.$$

$$\text{Граница I} \leftrightarrow \text{III} \quad 4 - 3p_1 - 2 = 10 - p_1 - 5p_2 \Rightarrow p_1 = 2p_2 - 3.$$

Вершина тропической прямой – точка пересечения всех трех границ. Из первых двух уравнений:

$$3p_2 - 7 = p_2 + 1 \Rightarrow 2p_2 = 8 \Rightarrow p_2 = 4, \\ p_1 = 5.$$

Проверка через третье уравнение: $p_1 = 2 \cdot 4 - 3 = 5$.

Таким образом, $V = (5,4)$ – единственная точка, в которой все три стратегии одинаково хороши.

3.4. Веса граней

Вес границы $w(F)$ определяется через вектор изменения «потребления ресурсов» при переходе из одной ЗОВ в другую через границу F .

$$w(F) = \text{НОД}(|\Delta x_1|, |\Delta x_2|),$$

где $\Delta x = x(\sigma') - x(\sigma)$ – разность векторов потребления стратегий по обе стороны от грани, то есть на сколько единиц «прыгает» спрос на ресурс при переходе.

$$\text{Граница I} \leftrightarrow \text{II} \quad w = 1$$

$$\text{Граница II} \leftrightarrow \text{III} \quad w = 1$$

$$\text{Граница I} \leftrightarrow \text{III} \quad w = 2$$

Веса удовлетворяют балансовому условию тропической прямой: $w(\text{I} \leftrightarrow \text{II}) + w(\text{II} \leftrightarrow \text{III}) = w(\text{I} \leftrightarrow \text{III})$, то есть $1 + 1 = 2$. Это не случайность, а следствие структуры тропической прямой – суммарный «скачок» по обходному пути через промежуточную стратегию равен прямому скачку.

Граница $\text{I} \leftrightarrow \text{III}$ имеет вес 2 – вдвое больший, чем каждая из смежных границ (оба равны 1). Согласно нашей гипотезе, это означает, что при пересечении границы $\text{I} \leftrightarrow \text{III}$ группа совершает скачок,

эквивалентный двум последовательным переходам – то есть пропускает промежуточный вариант II. Именно такое поведение наблюдается при туннельном мышлении.

4. Иллюстрация на наборе инцидентов

Для наглядности мы сконструировали набор из 12 модельных инцидентов, охватывающих различные сочетания значений r_1 и r_2 . Координаты инцидентов выбраны так, чтобы представить все три зоны и граничную область вблизи V. Когнитивная нагрузка КН назначена экспертно для каждого инцидента; на графике она отражена размером точки.

Таблица 2. Инциденты вахты: ресурсные параметры, когнитивная нагрузка и принятая стратегия

Код	Инцидент	r_1 физ.	r_2 внеш.	КН балл	Зона	Принятая стратегия
I1	Отказ одного генератора	7	1.5	2	I	Ремонт своими силами
I2	Неисправность измерит. комплекса	6.5	2.5	3	I	Переход на резервное оборудование
I3	Пурга, работа вне базы 3 дня	8.2	3.5	4	I	Ожидание, внутренние работы
I4	Нехватка топлива (-30%)	5.5	3	5	I	Режим экономии, коррекция программы
I5	Острый медицинский случай	2	5.5	7	II	Телемедицина, готовность борта
I6	Потеря основного канала связи	1.5	8.2	8	II	Задействование спутникового резерва
I7	Срыв графика эксперимента (-10 дней)	3.5	6.2	6	II	Пересмотр программы с руководством
I8	Нехватка химических реагентов	4	5.2	5	II	Внеплановая доставка бортом
I9	Возгорание в лабораторном модуле	6.2	5.8	9	III	Эвакуация персонала, запрос МЧС
I10	Гипотермия 2-й степени (2 чел.)	7.5	6.5	9	III	Медицинская эвакуация вертолетом
I11	Отказ осн. генератора при -42°C	8.5	8.2	10	III	SOS, эвакуация вахты
I12	Трещина фундамента (граничный)	5.2	4.3	7	–	Запрос экспертизы (40 мин совещания)

Подчеркнем: это сконструированный, а не реальный набор данных. Цель – показать, как выглядит геометрия модели, а не верифицировать ее на эмпирическом материале.

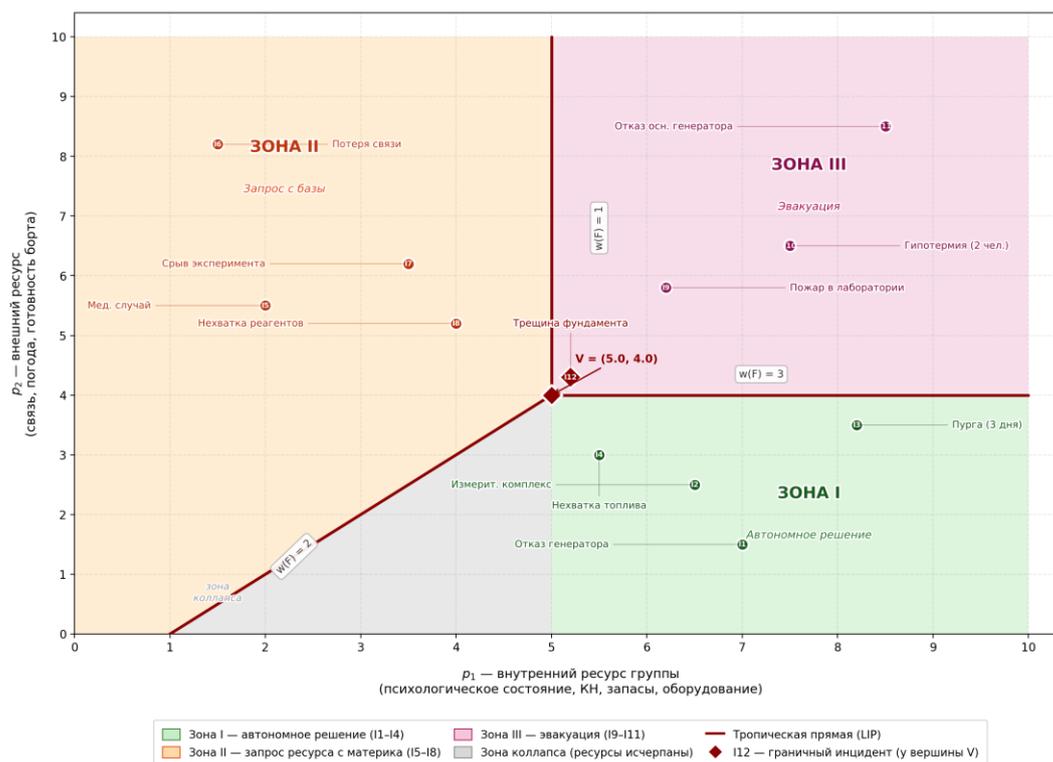


Рис. 1. Карта решений вахты в пространстве.

Обратим внимание на два содержательных наблюдения. Во-первых, инциденты с высокой КН (I9–I11, КН \geq 9) сосредоточены в Зоне III, тогда как инциденты с низкой КН (I1–I3, КН \leq 4) – в Зоне I. Это не является верификацией модели – координаты инцидентов выбраны нами самими, – однако иллюстрирует содержательное соответствие между ресурсным состоянием группы, когнитивной нагрузкой и оптимальной стратегией. Во-вторых, инцидент I12 (трещина фундамента, КН=7) расположен вблизи вершины V – точки максимальной неопределенности, где все три стратегии почти равнозначны. Именно такие ситуации предсказывают наибольшие затруднения при принятии решения.

5. Обсуждение

5.1. Что предлагает концептуальная рамка

Предложенная рамка открывает три направления для работы. Первое – формализация дискретности: тропическая прямая корректно описывает скачкообразные переходы между стратегиями без предположений о непрерывности предпочтений. Второе – количественная гипотеза: вес грани $w(F)$ впервые предлагает кандидата на роль числовой характеристики резкости переключения. Третье – геометрический язык: вершина V наглядно указывает «точку максимальной уязвимости» – область ресурсных параметров, где выбор стратегии наиболее неустойчив.

5.2. Ограничения

Необходимо явно обозначить ограничения настоящей работы.

- Параметры модели (u, x_1, x_2) выбраны экспертно и иллюстративны. Для содержательных выводов они должны быть получены эмпирически – через опросы экспертов, исторический анализ инцидентов или лабораторные эксперименты.
- Связь между весом грани и туннельным мышлением – это гипотеза. Настоящая статья не содержит данных, подтверждающих или опровергающих эту связь.
- Модель рассматривает группу как единого агента с одной функцией полезности. В реальности члены группы могут иметь разные оценки ситуации; конфликт между ними не формализован.
- Двумерность пространства (p_1, p_2) – упрощение. Реальное ресурсное пространство многомерно. Обобщение на n измерений математически возможно через тропические гиперповерхности, однако интерпретация существенно усложняется.
- Квазилинейность функции полезности может нарушаться в условиях паники или острого аффекта – именно тех состояниях, которые наиболее интересны для исследования туннельного мышления.

Заключение

Статья предложила концептуальную рамку для формализации туннельного мышления в малых изолированных группах, основанную на аппарате тропической геометрии. Центральный результат – структурный изоморфизм между задачей кризисного выбора МИГ и задачей тропической прямой: в обоих случаях непрерывное пространство параметров разбивается на области однозначного выбора между дискретными альтернативами.

Мы выдвинули гипотезу: вес грани $w(F)$ тропической прямой является кандидатом на роль количественной характеристики резкости стратегического переключения — и, в частности, коррелятом туннельного мышления. На иллюстративном примере арктической вахты показано, что при данных параметрах граница «автономное решение ↔ эвакуация» имеет вес 2, тогда как каждая из смежных границ имеет вес 1. Это формально соответствует ситуации, при которой группа пропускает промежуточный вариант.

Гипотеза требует эмпирической проверки, и настоящая статья не является такой проверкой. Ее цель – обосновать перспективность подхода и предоставить формальный аппарат для будущих исследований.

В рамках предложенной концептуальной рамки (тропическая геометрия как инструмент описания дискретного выбора в непрерывном пространстве) можно выделить ряд психологических задач, где также наблюдается эффект «скачка» – перехода от непрерывных параметров состояния к дискретным стратегиям поведения. Эти задачи структурно изоморфны модели кризисного выбора в МИГ, описанной выше.

1. Клинико-психологическая диагностика (Порог диагноза)

Непрерывное пространство параметров: выраженность симптомов (тревожность, депрессия, когнитивные искажения), измеряемая по шкалам (например, 0–100 баллов).

Дискретный выбор: наличие или отсутствие диагноза («Норма» / «Патология» / «Пограничное состояние»).

Механизм скачка: диагностический порог. Небольшое изменение балла (например, с 69 до 70) может приводить к качественному изменению статуса пациента и стратегии лечения, аналогично переходу через границу тропической прямой.

Связь с моделью: психология задает пороговое значение, превращающее непрерывную шкалу в бинарный вектор для принятия решений.

2. Принятие решения о доверии (Кооперация vs. Дефекция)

Непрерывное пространство параметров: история взаимодействий, репутация партнера, уровень неопределенности среды.

Дискретный выбор: бинарное решение («Доверять» / «Не доверять»).

Механизм скачка: эффект «последней капли». Накопленный непрерывный опыт предательства или надежности достигает критической точки, после которой следует резкая смена стратегии (разрыв сотрудничества), даже если объективные параметры изменились незначительно.

Связь с моделью: аналогично задаче о стимульной совместимости, где кандидаты должны правдиво обозначить условия. Здесь психология определяет порог доверия, который становится границей в пространстве решений.

3. Карьерный выбор и профессиональная идентичность.

Непрерывное пространство параметров: интересы, способности, ценности (например, профиль по опроснику Кэттелла или Holland Codes).

Дискретный выбор: конкретная профессия или роль («Быть врачом» / «Быть инженером»).

Механизм скачка: несмотря на непрерывность профиля интересов, выбор профессии дискретен. Человек не может быть «немного врачом». Переход между профессиональными идентичностями часто требует скачкообразной перестройки самооценки.

Связь с моделью: аналогично выбору стратегий в арктической вахте. Тропическая прямая может разделять пространство компетенций на зоны, где оптимальна та или иная профессиональная роль.

Общие черты этих задач.

Дискретность результата: во всех случаях итоговое поведение или решение бинарно или конечно-значно (0/1 или I/II/III), несмотря на непрерывность входных данных.

Пороговость: существует критическое значение параметра (стресса, навыка, доверия), при переходе через которое система меняет состояние скачкообразно.

Роль психологии: психология обеспечивает операционализацию порога. Она определяет, где проходит граница между зонами однозначного выбора (ЗОВ).

Потенциал тропической геометрии: аппарат тропических многообразий позволяет описывать границы этих переходов формально, избегая «иллюзии точности» обычной статистики.

Эти задачи могут быть включены в дальнейшие исследования как расширения концептуальной рамки, предложенной в статье.

Список литературы

1. Козырев А.Н. Приложение тропической математики в экономике и теории игр // Цифровая экономика. – 2025. – № 5(35). – С. 36–71.
2. Литвинов Г.Л. Деквантование Маслова, идемпотентная и тропическая математика // Записки научных семинаров ПОМИ. – 2005. – Т. 326. – С. 145-182.
3. Мясников В.И., Степанова С.И. Факторы риска развития психической астенизации у космонавтов в длительном полете // Вестник ТГПУ. – 2002. – № 9(18). – С. 31-35. – URL: https://vestnik.tspu.ru/files/vestnik/PDF/articles/myasnikov_v_i_9_18_3_31_2002.pdf.
4. Розанов И.А., Гуцин В.И., Швед Д.М., Иванов А.В., Рюмин О.О. Принципы и теория психологической поддержки космических экипажей // Интегративная физиология. – 2023. – Т. 4, № 2. – С. 154–163. – <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2023-4-2-154-163>.
5. Российские психофизиологические эксперименты на борту МКС [Электронный ресурс] // Психология онлайн. – URL: <https://psy.su/feed/11220/>.
6. Суполкина Н.С., Юсупова А.К., Рюмин О.О. Оперативное психологическое сопровождение экипажа в космическом полете: история становления, современное состояние, перспективы развития // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2024. – Т. 58, № 3. – С. 12-21. – URL: http://journal.imbp.ru/pdf/aem2024_3.pdf.
7. Arnsten A.F.T. Stress weakens prefrontal networks: Molecular insults to higher cognition // Nature Reviews Neuroscience. – 2015. – Vol. 16, No. 11. – P. 704-712. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26404712/>.
8. Baldwin E., Klempner P. Understanding preferences: "Demand types," and the existence of equilibrium with indivisibilities // Econometrica. – 2019. – Vol. 87, No. 3. – P. 867-932.
9. Gaier S.A. Human adaptation on 'White Mars': A narrative review on the biopsychosocial effects of the isolated, confined, and extreme environment at Concordia Station, Antarctica // Work and Health. – 2025. – Vol. 1, No. 3. – P. 14. – <https://doi.org/10.53941/wah>.
10. Gushin V., Myasnikov A., Usenko S. Effects of isolation, crowding, and different psychological countermeasures on crew behavior and performance // Frontiers in Physiology. – 2022. – Vol. 13. – <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.963301>.
11. Hart S.G., Staveland L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index) // Human Mental Workload. – 1988. Vol. 1. – P. 139-183.
12. Haslam S.A., Reicher S.D. Rethinking the psychology of leadership: From personal identity to social identity // Daedalus. – 2016. – Vol. 145, No. 3. – P. 21-34. – URL: <https://direct.mit.edu/daed/article/145/3/21/27112>.
13. Kanas N., Manzey D. Space psychology and psychiatry. – 2nd ed. – New York : Springer, 2008.
14. Kanas N., Salnitskiy V., Grund E.M. [et al.] Psychology and culture during long-duration space missions // Human culture in space. – New York: Springer, 2013. – P. 235-258. – https://doi.org/10.1007/978-3-642-30583-2_9.
15. Klempner P. A new auction for substitutes: Central bank liquidity auctions: Working Paper. – Oxford: Oxford University, 2008.
16. Rosnet E., Décamps G. A longitudinal assessment of psychological adaptation during a winter-over in Antarctica // Environment and Behavior. – 2005. – Vol. 37, No. 5. – P. 618-640. – <https://doi.org/10.1177/0013916504272561>.

17. Sandal G.M., Leon G.R., Larsen E. Psychological hibernation in Antarctica // *Frontiers in Psychology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 2235. – <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02235>.
18. Schwabe L., Wolf O.T. Stress and multiple memory systems: From 'thinking' to 'doing' // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2013. – Vol. 17, No. 2. – P. 60-68. – <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.12.001>.
19. Stuster J.W. *Bold endeavors: Behavioral lessons from polar and space exploration*. – Annapolis : Naval Institute Press, 1996.
20. Yerkes R.M., Dodson J.D. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation // *Journal of Comparative Neurology and Psychology*. – 1908. – Vol. 18. – P. 459-482. – <https://doi.org/10.1002/cne.920180503>.
21. Zhang L., Naitzat G., Lim L.-H. Tropical Geometry of Deep Neural Networks // *Proceedings of the 35th ICML*. – 2018. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1805.07091>.

References in Cyrillics

1. Kozyrev A.N. Prilozheniya tropicheskoy matematiki v e`konomike i teorii igr // *Cifrovaya e`konomika*. – 2025. – № 5(35). – S. 36–71.
2. Litvinov G.L. Dekvantovanie Maslova, idempotentnaya i tropicheskaya matematika // *Zapiski nauchny`x seminarov POMI*. – 2005. – T. 326. – S. 145-182.
3. Myasnikov V.I., Stepanova S.I. Faktory` riska razvitiya psixicheskoy astenizacii u kosmonavtov v dli-tel`nom polete // *Vestnik TGPU*. – 2002. – № 9(18). – S. 31-35. – URL: https://vestnik.tspu.ru/files/vestnik/PDF/articles/myasnikov_v_i_9_18_3_31_2002.pdf.
4. Rozanov I.A., Gushhin V.I., Shved D.M., Ivanov A.V., Ryumin O.O. Principy` i teoriya psixologicheskoj podderzhki kosmicheskix e`kipazhej // *Integrativnaya fiziologiya*. – 2023. – T. 4, № 2. – S. 154–163. – <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2023-4-2-154-163>.
5. Rossijskie psixofiziologicheskie e`ksperimenty` na bortu MKS [E`lektronny`j resurs] // *Psixologiya onlajn*. – URL: <https://psy.su/feed/11220/>.
6. Supolkina N.S., Yusupova A.K., Ryumin O.O. Operativnoe psixologicheskoe soprovozhdenie e`kipazha v kosmicheskom polete: istoriya stanovleniya, sovremennoe sostoyanie, perspektivy` razvitiya // *Aviakosmicheskaya i e`kologicheskaya medicina*. – 2024. – T. 58, № 3. – S. 12-21. – URL: http://journal.imbp.ru/pdf/aem2024_3.pdf.

Ключевые слова

Туннельное мышление, малые изолированные группы, когнитивная нагрузка, тропическая геометрия, дискретный выбор, кризисное реагирование, зоны однозначного выбора.

*Ноак Наталья Вадимовна – к.п.н., ведущий научный сотрудник
ЦЭМИ РАН ORCID 0000-0001-8696-5767
n.noack@mail.ru*

*Костина Татьяна Анатольевна – младший научный сотрудник
ЦЭМИ РАН ORCID 0009-0006-1875-3774
kostina1@yandex.ru*

Keywords

Tunnel thinking, small isolated groups, cognitive load, tropical geometry, discrete choice, crisis response, zones of unambiguous choice.

Natalia Noack, Tatiana Kostina, Tunnel thinking in isolated groups and tropical geometry as a conceptual framework

DOI: 10.34706/DE-2026-01-07

JEL classification: G11, O34, Z1, C65

The article offers a conceptual framework for formalizing the phenomenon of tunnel thinking in small isolated groups (MIG). Tunnel thinking – an abrupt transition to an extreme strategy bypassing intermediate options – is well reflected in the literature on MIG, but still does not have a quantitative characteristic. The article shows that the space of discrete crisis response strategies (autonomous action – resource request – evacuation) in a continuous space of resource parameters has a structure described by the apparatus of tropical geometry. The tropical straight line divides the resource space into three zones of unambiguous choice; each face of this straight line has a weight $w(F)$, which we propose to consider as a quantitative correlate of the sharpness of strategic switching. To illustrate, a model of the Arctic research watch with three strategies and two resource parameters is constructed; the model parameters are selected expertly.