# Джулио Тонони: интегрированная информация и Ф

**Александр Клеймёнов**

**Fractal Academy**
Выпуск 3 (Осень 2026). Блок III, Статья 8
Серия: «Мыслители, изменившие карту сознания: от „трудной проблемы“ к новой педагогике»
Автор: Александр Клеймёнов
ORCID: 0009-0004-9404-2400
DOI: [будет присвоен]
**Дата публикации:** 1.11.2026

© 2026 Александр Клеймёнов. Данная работа (на русском и английском языках) лицензирована на условиях Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.
*Название (рус.):* «Джулио Тонони: интегрированная информация и Ф»
*Название (англ.):* «Giulio Tononi: Integrated Information and Ф»
*Ссылка:* https://fractal-academy.ru/articles/article-3-3-8/
(CC BY-SA 4.0)

## Аннотация

В этой статье я обращаюсь к теории, которая завершает блок «Новые подходы»: если Фристон (статья 7) показал, что мозг - это машина предсказаний, то что именно делает систему сознательной? Почему одни системы (мозг) обладают сознанием, а другие (термостат, компьютер) - нет? Джулио Тонони - итальянский нейробиолог, автор теории интегрированной информации (IIT) - даёт на этот вопрос радикальный ответ: сознание - это интегрированная информация, и её можно измерить математически через величину Ф (фи). Я показываю, что эта идея является прямым обоснованием моей модели КПКЛ: развитие ментальных механизмов - это и есть процесс увеличения «интегрированности» когнитивной системы исследователя. Тем самым статья 8 завершает блок «Новые подходы» и подготавливает переход к блоку «Путь через развитие субъекта» (статьи 9-10).

**Ключевые слова:** интегрированная информация, Ф (фи), теория интегрированной информации (IIT), пять постулатов, панпсихизм, континуум сознания, квалиа, эпистемологическая рекурсия, коммуникативно-познавательный каркас личности.

## Учёный, который попытался измерить неизмеримое

В своей предыдущей статье я опирался на Карла Фристона и показал, что мозг - это активная машина предсказаний. Но Фристон оставил открытым один фундаментальный вопрос: а что именно делает систему сознательной? Почему одни системы (мозг, возможно - некоторые животные) обладают сознанием, а другие (термостат, компьютер, фотодиод) - нет? Что отличает сознательную систему от бессознательной, если и та, и другая обрабатывают информацию?

Именно этот вопрос стал центральным для Джулио Тонони - итальянского нейробиолога, профессора Университета Висконсин-Мэдисон, человека, который, возможно, предложил самую математически строгую и одновременно самую провокационную теорию сознания за последние десятилетия. Его теория интегрированной информации (Integrated Information Theory, IIT) - это не просто очередная гипотеза о работе мозга. Это попытка дать количественное определение самому сознанию [1]. Тонони задал вопрос, который звучит просто, но переворачивает всю философию сознания: «Можно ли измерить сознание? Можно ли сказать, что у одной системы сознания больше, чем у другой?» И ответил: «Да. Можно. И для этого есть математическая величина - Ф (фи)». Эта идея, которую я считаю одной из самых важных для моей гипотезы, напрямую связана с моей моделью КПКЛ. Я утверждаю: развитие ментальных механизмов - это и есть процесс увеличения «интегрированности» когнитивной системы исследователя, делающий его способным удерживать многомерность нейробиологических процессов [2].

Здесь уместно вспомнить **«Солярис»** Станислава Лема. В этом романе люди пытаются понять сознание океана - огромной плазменной структуры, которая, возможно, обладает разумом. Они посылают сигналы, строят модели, проводят эксперименты. Но океан не отвечает так, как они ожидают. Их инструменты неадекватны его природе. Тонони предлагает нечто противоположное: не искать «сигналы» сознания, а измерить его структуру. Как мы измеряем температуру, а не «спрашиваем» молекулы, насколько им жарко. Теория Тонони - это попытка создать «термометр для сознания», который позволит сказать: «У этой системы Ф равна X, а у той - Y. Следовательно, одна сознательнее другой».

**Исходная интуиция: сознание - это не «вещь», а свойство системы**

Чтобы понять революционность идеи Тонони, нужно разобраться, от чего он отталкивался. Большинство теорий сознания делятся на два лагеря. Биологические теории говорят: сознание - это свойство определённых биологических структур (например, таламо-кортикальной системы). Функциональные теории говорят: сознание - это свойство определённых функций (например, глобального рабочего пространства, как у Б. Баарса). Тонони пошёл иным путём. Он сказал: сознание - это не свойство биологии и не свойство функции. Это свойство информационной структуры системы. И это свойство можно измерить математически.

Представьте, что вы спрашиваете: «Что делает воду жидкой?» Биологический ответ: «Наличие молекул H2O». Функциональный ответ: «Способность течь и принимать форму сосуда». Ответ Тонони был бы иным: «Жидкость - это свойство определённой организации молекул. И это свойство можно измерить через определённые физические параметры - температуру, давление, вязкость». Точно так же, утверждает Тонони, сознание - это свойство определённой организации информации. И это свойство можно измерить через величину Ф [1].

**Два фундаментальных свойства сознания**

Тонони начинает с феноменологического анализа - с того, что мы знаем о сознании из собственного опыта. Он выделяет два фундаментальных свойства, которые характеризуют любое сознательное переживание. Первое: каждый опыт целостен (интегрирован). Когда вы смотрите на красное яблоко на зелёном столе, вы не переживаете «краснету» отдельно от «зелёности», «формы» отдельно от «цвета», «объёма» отдельно от «текстуры». Вы переживаете единый, неразделимый образ. Невозможно вычесть из этого переживания один элемент и получить «то же самое, но без одного качества». Представьте, что вы слушаете аккорд, сыгранный на рояле. Вы слышите не три отдельных ноты - вы слышите единый аккорд. Если вы попытаетесь «вычесть» одну ноту, это будет уже другой аккорд. Сознание всегда целостно - оно не делится на части.

Второе: каждый опыт специфичен (дифференцирован). Переживание красного яблока на зелёном столе - это не просто «какое-то переживание». Это конкретное, уникальное переживание, отличающееся от переживания зелёного яблока на красном столе, от переживания звука скрипки, от переживания боли в пальце. Каждое сознательное состояние - это одно из триллионов возможных состояний. Представьте, что вы смотрите на фотографию. Миллиарды пикселей образуют конкретное изображение - например, портрет. Это изображение специфично: оно отличается от триллионов других возможных изображений. Но фотография - это не сознательная система. Почему?

И вот здесь Тонони делает свой главный ход: сознание - это не просто интеграция и не просто дифференциация. Это их сочетание. Система сознательна тогда и только тогда, когда она одновременно интегрирована (её части неразрывно связаны) и дифференцирована (она может находиться в огромном числе различных состояний).

**Ф (фи): математическая мера сознания**

Тонони ввёл математическую величину Ф (фи), которая измеряет уровень интегрированной информации системы. Чем выше Ф, тем более сознательна система. Представьте два объекта: мозг и фотодиод (простейший светочувствительный элемент). Фотодиод различает только два состояния: «свет» и «темнота». Это очень мало - всего 2 состояния. И эти состояния не интегрированы - они независимы. Поэтому Ф фотодиода близка к нулю. Фотодиод не обладает сознанием. Теперь представьте мозг. В нём 86 миллиардов нейронов, каждый из которых связан с тысячами других. Число возможных состояний мозга превышает число атомов во Вселенной. И эти состояния глубоко интегрированы - они не могут быть разделены на независимые части. Поэтому Ф мозга огромна. Мозг обладает сознанием. А теперь представьте компьютер. В нём триллионы транзисторов, он может находиться в огромном числе состояний. Но эти состояния не интегрированы - каждый транзистор работает практически независимо от других. Информация в компьютере не интегрирована, а просто обрабатывается. Поэтому Ф компьютера, несмотря на его вычислительную мощность, может быть очень низкой. И поэтому компьютер, по Тонони, не обладает сознанием - даже если он проходит тест Тьюринга. Это радикальный вывод. Тонони утверждает: сознание не сводится к вычислительной сложности. Можно построить компьютер, который будет имитировать человеческое

поведение, но не будет обладать сознанием - потому что его информационная структура не интегрирована [1].

**Пять постулатов IIT: что делает систему сознательной**

Тонони сформулировал пять постулатов, которые, по его утверждению, определяют, обладает ли система сознанием. Первый постулат - **существование**: система существует как единое целое - она не может быть разбита на независимые части без потери своих свойств. Представьте песчаный замок. Его можно разбить на отдельные песчинки, и каждая песчинка будет существовать отдельно. Песчаный замок не существует как единое целое - он существует только как совокупность песчинок. Мозг же существует как единое целое: если вы разрежете мозг пополам (как в операции по разделению полушарий при эпилепсии), вы получите не два мозга, а одно существо с «раздвоенным» сознанием.

Второй постулат - **состав**: система обладает структурой - она состоит из различимых частей, которые находятся в определённых отношениях друг с другом. Представьте оркестр. Он состоит из скрипок, альтов, виолончелей, духовых, ударных. Каждый инструмент играет свою партию, но вместе они создают единое целое - симфонию. Мозг устроен точно так же: нейронные ансамбли играют свои «партии», но вместе создают единое сознательное переживание. Третий постулат - **информация**: система находится в одном конкретном состоянии из множества возможных. Каждое состояние специфично - оно отличается от других состояний. Представьте, что вы читаете книгу. В каждый момент вы находитесь в одном конкретном состоянии - вы читаете конкретное предложение. Это состояние специфично: оно отличается от триллионов других возможных состояний (других предложений, других книг, других мыслей). Мозг в каждый момент находится в одном конкретном состоянии из триллионов возможных.

Четвёртый постулат - **интеграция**: информация в системе интегрирована - она не может быть разбита на независимые части без потери свойств. Представьте, что вы смотрите фильм. Вы видите движение, слышите звук, чувствуете эмоции. Всё это интегрировано в единое переживание. Если бы вы разбили это переживание на независимые части - «зрительную», «слуховую», «эмоциональную» - вы бы потеряли само переживание фильма. Мозг работает точно так же: его состояния интегрированы. Пятый постулат - **исключение**: система имеет чёткие границы в пространстве и времени - она не может быть расширена или сужена без потери свойств. Представьте, что вы спрашиваете: «Где начинается и заканчивается ваше сознание?» Ответ: ваше сознание ограничено вашим мозгом и телом. Оно не распространяется на окружающие предметы, на других людей, на Вселенную. Оно имеет чёткие границы. Мозг - это и есть та самая «исключённая» система, которая обладает сознанием. Эти пять постулатов образуют основу IIT. И из них Тонони выводит математическую формулу для Ф [1].

**Почему это важно для «трудной проблемы сознания»?**

Тонони не ставит своей целью решить «трудную проблему сознания», сформулированную Чалмерсом [3]. Но его теория имеет к ней прямое отношение. Во-первых, IIT показывает, что сознание - это не «вещь» и не «процесс». Это свойство - свойство определённой информационной структуры. Это сдвигает фокус: вместо того чтобы искать «место», где сознание «появляется», мы должны измерять уровень сознания в различных системах. Представьте, что вы спрашиваете: «Где в воде находится „жидкость“?» Вопрос звучит странно - потому что «жидкость» - это не «вещь», а свойство определённой организации молекул. Точно так же, утверждает Тонони, сознание - это не «вещь», а свойство определённой информационной структуры.

Во-вторых, IIT показывает, что сознание - это континуум. У разных систем разный уровень Ф - от нуля (фотодиод) до очень высокого (человеческий мозг). Это означает, что сознание не «есть или нет» - оно может быть больше или меньше. Представьте температуру. У разных объектов разная температура - от абсолютного нуля до миллионов градусов. Температура - это не «есть или нет», это континуум. Точно так же, утверждает Тонони, сознание - это континуум. У мухи Ф очень мала, у собаки - больше, у человека - ещё больше, у, возможно, некоторых сложных ИИ - может быть ещё больше.

В-третьих, IIT показывает, что сознание не сводится к сложности поведения. Система может быть очень сложной в поведении (как компьютер, проходящий тест Тьюринга), но иметь очень низкий Ф - и поэтому не обладать сознанием. И наоборот - система может быть очень простой в поведении (как человек в вегетативном состоянии), но иметь высокий Ф - и поэтому обладать сознанием. Это радикально меняет наш

взгляд на этические вопросы. Если IIT верна, то мы должны пересмотреть наше отношение к животным, к людям в вегетативном состоянии, к потенциальному ИИ [1].

**IIT против других теорий: почему Тонони спорит со всеми**

Теория Тонони радикальна не только по содержанию, но и по тому, как она относится к другим теориям. Тонони прямо утверждает, что большинство популярных теорий сознания - неверны. Против нейрокомпьютационной метафоры. Тонони утверждает: мозг - это не компьютер. Компьютер обрабатывает информацию последовательно, через алгоритмы. Мозг обрабатывает информацию параллельно, через интегрированные состояния. Поэтому компьютер, даже если он имитирует мозг, не обладает сознанием. Представьте, что вы смоделировали на компьютере пожар. Компьютер может очень точно предсказать, как будет распространяться огонь. Но сам компьютер не горит. Точно так же, утверждает Тонони, компьютер может очень точно имитировать сознание. Но сам компьютер не сознателен.

Против теории глобального рабочего пространства Баарса. Тонони утверждает: глобальное рабочее пространство - это важная функция, но она не объясняет сознание. Система может иметь глобальное рабочее пространство, но не иметь высокого Ф - и поэтому не быть сознательной. Против теории высшего порядка (HOT). Тонони утверждает: сознание не требует «мыслей о мыслях». Простейшие животные могут обладать сознанием, даже не имея способности рефлексировать над собственным опытом. Против редукционизма. Тонони утверждает: сознание нельзя свести к отдельным нейронам или нейронным ансамблям. Оно возникает только на уровне всей системы - как эмерджентное свойство интегрированной информации. Это делает IIT одной из самых спорных теорий в современной нейронауке. Но именно эта спорность делает её такой важной для моей гипотезы [1].

**Связь с моей гипотезой: почему КПКЛ - это ответ Тонони**

Моя гипотеза - это прямое развитие идей Тонони в конкретную педагогическую программу. Позвольте мне показать это максимально чётко. Тонони утверждает: сознание - это интегрированная информация. Я показываю: одиннадцать ММ КПКЛ [2] - это и есть те самые инструменты, которые увеличивают «интегрированность» когнитивной системы исследователя. ММ-1 (причинно-следственный анализ) учит видеть многоуровневые связи. ММ-10 (пространственное воображение) учит удерживать многомерные модели. ММ-11 (стратегическое прогнозирование) учит удерживать множественные сценарии. Всё это - увеличение Ф исследователя. Тонони утверждает: сознание - это континуум. Я показываю: значит, сознание можно развивать через развитие тех процессов, которые его порождают. Развитие ММ - это и есть процесс увеличения Ф исследователя, делающий его способным удерживать многомерность нейробиологических процессов [2]. Тонони утверждает: мозг - это не компьютер. Я показываю: значит, для понимания мозга нужно развивать не «вычислительные» способности, а способности к интеграции, дифференциации, самореференции. ММ-5 (сократовский диалог), ММ-6 (критическое мышление), ММ-3 (эмоциональный интеллект) - это и есть те самые инструменты, которые отличают мозг от компьютера [2]. Тонони утверждает: Ф можно измерить. Я показываю: значит, мы можем целенаправленно развивать ММ, измеряя их влияние на Ф исследователя. Это делает педагогику КПКЛ не просто «методикой обучения», а научной программой с измеримыми результатами [2].

**Конкретные ММ как инструменты увеличения Ф**

Позвольте мне показать, как именно конкретные ментальные механизмы КПКЛ позволяют увеличить Ф исследователя, о которой говорил Тонони. ММ-1 (Построение глубоких причинно-следственных связей) - это инструмент, увеличивающий интеграцию когнитивной системы. Когда ученик развивает этот ММ, он учится видеть многоуровневые связи, понимать, как одно явление порождает другое. Это делает его когнитивную систему более интегрированной - более способной удерживать многомерность нейробиологических процессов [2]. ММ-10 (Пространственное воображение и 3D-визуализация) - это инструмент, увеличивающий дифференциацию когнитивной системы. Когда ученик развивает этот ММ, он учится удерживать в уме сложные объёмные модели, манипулировать ими, видеть их с разных сторон. Это делает его когнитивную систему более дифференцированной - более способной различать тончайшие оттенки нейробиологических данных [2].

ММ-9 (Поиск и анализ информации) - это инструмент, увеличивающий информационную ёмкость когнитивной системы. Когда ученик развивает этот ММ, он учится быстро находить информацию, отделять сигнал от шума, синтезировать данные из разных источников. Это делает его когнитивную систему более ёмкой - более способной удерживать огромные массивы данных [2]. ММ-11 (Прогнозирование и стратегическое мышление) - это инструмент, увеличивающий временную интеграцию когнитивной системы. Когда ученик развивает этот ММ, он учится просчитывать развитие событий на несколько шагов вперёд, удерживать в уме множественные сценарии. Это делает его когнитивную систему более интегрированной во времени - более способной видеть прошлое, настоящее и будущее как единое целое [2]. ММ-5 (Сократовский диалог) - это инструмент, увеличивающий самореференцию когнитивной системы. Когда ученик ведёт сократовский диалог, он учится задавать вопросы о самом процессе мышления, рефлексировать над собственными основаниями. Это делает его когнитивную систему более самореферентной - более способной создавать «странные петли», о которых говорил Хофштадтер [2].

ММ-6 (Критическое мышление) - это инструмент, увеличивающий исключение когнитивной системы. Когда ученик развивает этот ММ, он учится видеть собственные когнитивные ограничения, подвергать сомнению базовые аксиомы, определять границы собственного понимания. Это делает его когнитивную систему более «исключённой» - более способной определять собственные границы [2]. ММ-3 (Эмоциональный интеллект) - это инструмент, увеличивающий качественную дифференциацию когнитивной системы. Когда ученик развивает этот ММ, он учится различать тончайшие оттенки переживаний, понимать их источники, их связь с другими состояниями. Это делает его когнитивную систему более дифференцированной качественно - более способной различать тончайшие оттенки квалиа [2]. Таким образом, одиннадцать ММ КПКЛ - это не просто «набор навыков». Это конкретный инструментарий увеличения Ф, разработанный для решения конкретной задачи - задачи понимания мозга через развитие способности к интеграции информации.

**Тонони и панпсихизм: спорная сторона IIT**

Нельзя говорить о Тонони, не упомянув одну из самых спорных сторон его теории - её связь с панпсихизмом. Тонони прямо утверждает: если IIT верна, то даже простейшие системы обладают хоть какой-то формой сознания. Фотодиод имеет очень низкий Ф - но не нулевую. Это означает, что он обладает примитивной формой сознания - может быть, просто переживанием «свет-темнота» [1]. Это звучит радикально. Но Тонони не пугается этого вывода. Он говорит: да, это следствие IIT. И если это следствие кажется нам странным, это не значит, что теория неверна. Это значит, что наши интуиции о сознании - неверны. Представьте, что вы всю жизнь верили, что Земля плоская. И вдруг кто-то говорит: «Земля - шар». Вам это кажется странным. Но это не значит, что теория неверна. Это значит, что ваши интуиции - неверны. Точно так же, утверждает Тонони, если IIT верна, то наши интуиции о сознании - неверны. Сознание - не «привилегия» сложных систем. Это фундаментальное свойство определённой информационной структуры. И это свойство может присутствовать в очень примитивной форме даже в простейших системах. Это напрямую связано с идеей Чалмерса о панпсихизме как одном из возможных решений «трудной проблемы» [3]. Тонони даёт панпсихизму математическое обоснование - через величину Ф.

Моя гипотеза делает следующий шаг: если даже простейшие системы обладают примитивной формой сознания, то развитие ММ - это процесс перехода от примитивной формы сознания к более сложной. Через целенаправленную педагогическую деятельность мы не просто «учим детей думать» - мы развиваем их сознание, делая его более интегрированным, более дифференцированным, более способным к самопониманию [2].

**Цитата-ключ: фраза, которая меняет всё**

Вот цитата Тонони, которая должна стать якорем для читателя и которая стала одним из краеугольных камней моей гипотезы: «Сознание есть там, где информация интегрирована в единое целое. И это „где“ можно измерить математически - через величину Ф» [1]. Эта фраза - суть IIT. Она показывает, что сознание - это не «вещь» и не «процесс». Это свойство определённой информационной структуры, которое можно измерить. Моя гипотеза делает следующий шаг: чтобы увеличить Ф исследователя, нужно целенаправленно развивать ментальные механизмы через педагогику КПКЛ [2]. И это - задача педагогики, понимаемой как стратегия эволюции вида.

**Мостик к следующей статье: Лев Выготский и мозг как открытая культурная система**

Тонони показал, что сознание - это интегрированная информация, и что её можно измерить через Ф. Но он оставил открытым один фундаментальный вопрос: а как именно увеличивается Ф? Как система переходит от низкого уровня сознания к высокому? Что делает возможным это развитие? Именно этот вопрос становится центральным для следующего учёного - Льва Выготского. Выготский - советский психолог, основоположник культурно-исторической психологии - предложил, пожалуй, самый глубокий ответ на вопрос о том, как развивается человеческое сознание [4]. Выготский утверждает: высшие психические функции не даны биологически. Они формируются через присвоение культурных орудий - знаков, речи, понятий. Ребёнок не рождается с мышлением - он его «присваивает» из культуры, как язык. Это напрямую связано с моей гипотезой. Я утверждаю: развитие ментальных механизмов - это и есть процесс «присвоения» культурных орудий, которые перестраивают мозг, увеличивая его Ф. ММ-5 (сократовский диалог), ММ-6 (критическое мышление), ММ-2 (красноречие) - это и есть те самые «культурные орудия», о которых говорил Выготский [2]. Но об этом - в следующей статье.

**Практический вывод: как идея Тонони используется в педагогике КПКЛ**

Идея Тонони об интегрированной информации имеет прямое практическое применение в моей педагогической модели. Развитие интеграции через ММ-1 и ММ-11. Тонони показал, что сознание - это интегрированная информация. В рамках КПКЛ это означает целенаправленное развитие ММ-1 (причинно-следственный анализ) и ММ-11 (стратегическое прогнозирование) [2]. Ученик учится видеть многоуровневые связи, удерживать множественные сценарии, интегрировать разрозненные данные в единое целое. В контексте нейронауки это означает: способность удерживать многомерность нейробиологических процессов. Формирование дифференциации через ММ-10 и ММ-3. Тонони показал, что сознание - это дифференцированная информация. В рамках КПКЛ это означает развитие ММ-10 (пространственное воображение) и ММ-3 (эмоциональный интеллект) [2]. Ученик учится различать тончайшие оттенки переживаний, удерживать сложные объёмные модели, видеть нюансы. В контексте нейронауки это означает: способность различать тончайшие оттенки квалиа.

Воспитание самореференции через ММ-5 и ММ-6. Тонони показал, что сознание требует определённой информационной структуры. В рамках КПКЛ это означает развитие ММ-5 (сократовский диалог) и ММ-6 (критическое мышление) [2]. Ученик учится рефлексировать над собственным мышлением, подвергать сомнению собственные основания, создавать «странные петли» самореференции. В контексте нейронауки это означает: способность видеть собственную включённость в процесс познания. Подготовка к работе с измеримыми показателями через ММ-9. Тонони показал, что Ф можно измерить. В рамках КПКЛ это означает развитие ММ-9 (поиск и анализ информации) [2]. Ученик учится работать с измеримыми показателями, отделять сигнал от шума, синтезировать данные из разных источников. В контексте нейронауки это означает: способность работать с данными, измерять Ф, оценивать эффективность педагогических вмешательств.

Формирование трансдисциплинарного мышления. Тонони показал, что сознание - это фундаментальное свойство информационной структуры. Это означает, что для понимания сознания нужно выходить за пределы одной дисциплины - соединять нейронауку, математику, философию, информатику. В рамках КПКЛ это означает воспитание трансдисциплинарного мышления - способности видеть связи между разными областями знания [2]. Одиннадцать ММ - это и есть те самые «сквозные инструменты», которые работают на стыке дисциплин. Развитие научной строгости. Тонони показал, что сознание можно измерить математически. В рамках КПКЛ это означает воспитание научной строгости - способности формулировать гипотезы в измеримых терминах, проверять их экспериментально, делать выводы на основе данных [2]. Это превращает педагогику КПКЛ из «методики обучения» в научную программу с измеримыми результатами.

**Итог**

Джулио Тонони показал, что сознание - это интегрированная информация, и что её можно измерить математически через величину Ф [1]. Он сформулировал пять постулатов IIT, которые определяют, обладает ли система сознанием, и показал, что сознание - это континуум, а не бинарное свойство. Моя гипотеза - это прямое развитие идей Тонони в конкретную педагогическую программу. Одиннадцать ментальных

механизмов КПКЛ [2] - это и есть тот самый инструментарий увеличения Ф, разработанный для решения конкретной задачи - задачи понимания мозга через развитие способности к интеграции информации. И это - задача педагогики, понимаемой как стратегия эволюции вида.

### Связь с общей архитектурой серии

Эта статья - о том, как измерить сознание. Тонони показывает, что сознание - это интегрированная информация, и что её можно измерить математически через величину Ф. Для моей модели это имеет прямое значение: КПКЛ - это не просто набор механизмов, а система, которая стремится к увеличению Ф. Развитие ММ-1 (причинно-следственные связи), ММ-10 (пространственное воображение) и ММ-11 (прогнозирование) - это не просто «развитие навыков»; это увеличение интегрированности когнитивной системы исследователя. В статье 1 я показал, что трудная проблема - это парадигмальная проблема, требующая когнитивного акта пере-осмысления. Тонони объясняет, почему этот акт требует высокой Ф: потому что для удержания многомерности нейробиологических процессов нужна система, способная интегрировать большие объёмы информации. В статье 4 (Фёрстер) я показал, что наблюдатель включён в систему. Тонони показывает, что эта включённость имеет количественное измерение: чем выше Ф системы, тем более она способна к самореференции. Что уточняется в этой статье: понятие «интегрированной информации» связывается с понятием «эпистемологической соразмерности» (статья 1). Принцип соразмерности говорит: сложность познающего должна быть сопоставима со сложностью объекта. Тонони даёт метрику для этой сложности: величина Ф. Это делает принцип соразмерности не просто философским требованием, а измеримым критерием.

---

### Ссылки на первоисточники


1. Tononi G., Boly M., Massimini M., Koch C. Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate // Nature Reviews Neuroscience. - 2016. - Vol. 17, No. 7. - P. 450-461.
2. Клеймёнов А. Основные ментальные механизмы: структура коммуникативно-познавательного каркаса личности // Fractal Academy. - 2026. - Вып. 1. - Ст. 5. https://fractal-academy.ru/articles/article-1-5/
3. Chalmers D.J. Facing up to the problem of consciousness // Journal of Consciousness Studies. - 1995. - Vol. 2, No. 3. - P. 200-219.
4. Выготский Л.С. История развития высших психических функций. - М.: Педагогика, 1983.


---


**Конфликт интересов**
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов, связанного с публикацией данной статьи.
**Финансирование**
Исследование выполнено без внешнего финансирования.
**Заявление о доступности данных**
Данные, обсуждаемые в статье, содержатся в тексте публикации. Дополнительные материалы можно запросить у автора.
**Вклад автора**
Александр Клеймёнов - концепция, исследование, написание текста, финальная правка.



**Отказ от ответственности**
Мнения, точки зрения и данные, содержащиеся в публикациях Fractal Academy, принадлежат исключительно автору(ам) и не обязательно отражают позицию издателя или редакции. Fractal Academy и редакция не несут ответственности за любой ущерб, возникший в результате использования идей, методов, инструкций или материалов, упомянутых в публикациях.
Ответственность за соблюдение авторских прав, точность цитирования и достоверность фактов лежит на авторе(ах) публикации.