

# Теория волнового перераспределения ликвидности (WLRT)

Фундаментальная теория динамики рынков, обусловленной ликвидностью

---

Автор:

Петр Попов

Аффилиация:

Независимый исследователь

ORCID:

0009-0001-6666-3558

---

Версия:

WLRT v1.x (сводное издание, v1.2–v1.3.1)

Дата:

Декабрь 2025

---

Лицензия:

Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0)

## Аннотация

В данной работе вводится Теория волнового перераспределения ликвидности (Wave Liquidity Redistribution Theory, WLRT) — фундаментальная теоретическая рамка для анализа динамики финансовых рынков через пространственно-временную эволюцию ликвидности в ценовом пространстве. В отличие от ценово-центричных, равновесных или чисто микроструктурных моделей, WLRT рассматривает ликвидность как первичную переменную состояния рынка и интерпретирует ценовую динамику как эмерджентную наблюдаемую величину.

WLRT формулируется как завершённый фундаментальный уровень описания, исключающий агентные модели поведения, оптимизационные предпосылки и процедуры эмпирической калибровки. Теория вводит полевую онтологию ликвидности, в рамках которой рыночная динамика определяется процессами потребления, восполнения, распространения и диссипации ликвидности. Такое представление позволяет структурно объяснять режимозависимость, запаздывающие рыночные реакции и нелокальные эффекты, наблюдаемые на финансовых рынках.

Работа позиционирует WLRT по отношению к существующим теориям микроструктуры и моделям латентной ликвидности, показывая, что последние могут рассматриваться как локальные аппроксимации более общего пространственно-временного поля ликвидности. Область применимости WLRT и границы фундаментального уровня теории определены явно, что создает основу для последующих эмпирических и прикладных расширений за пределами WLRT v1.x.

**Ключевые слова:**

ликвидность; рыночная микроструктура; латентная ликвидность; формирование цены; устойчивость рынка; полевые модели; динамика финансовых рынков

**Классификация JEL:**

C60; D40; G12; G14

## Пояснения (фиксируем канон)

- liquidity → ликвидность
- market microstructure → рыночная микроструктура
- latent liquidity → латентная ликвидность
- price formation → формирование цены
- market stability → устойчивость рынка
- field-based models → полевые модели
- financial market dynamics → динамика финансовых рынков

Все переводы:

- научно корректны,
- используются в русскоязычной экономической литературе,
- считаются зафиксированными для WLRT.

## §1. Введение

Большинство существующих подходов к описанию динамики финансовых рынков рассматривают цену, доходности или поток ордеров как первичные переменные. Ликвидность, если она вообще учитывается, обычно вводится как локальная или вспомогательная характеристика, производная от наблюдаемой рыночной активности. Такие ценово-центричные описания систематически сталкиваются с трудностями при объяснении режимозависимого поведения, запаздывающих рыночных реакций и значительных ценовых движений, возникающих без исключительного потока ордеров.

Теория волнового перераспределения ликвидности (Wave Liquidity Redistribution Theory, WLRT) предлагает структурный сдвиг перспективы, в рамках которого ликвидность рассматривается как первичная переменная состояния рынка. В этой рамке цена интерпретируется как эмерджентная наблюдаемая величина, возникающая в результате пространственно-временного перераспределения ликвидности в ценовом пространстве.

WLRT v1.x формулируется как фундаментальная описательная теория. Она не опирается на предположения о равновесии, агентные модели оптимизации или эмпирическую калибровку. Вместо этого теория нацелена на прояснение структурных переменных, определяющих состояние рынка, и механизмов, посредством которых конфигурации ликвидности эволюционируют во времени.

---

## §2. Концептуальная рамка WLRT

WLRT моделирует рынок как систему, в которой ликвидность непрерывно перераспределяется в ценовом пространстве и во времени. Ликвидность понимается как способность рынка поглощать торговое давление без возникновения значительного ценового смещения.

В рамках этой теоретической рамки проводится различие между структурными переменными, описывающими внутреннее состояние рынка, и наблюдаемыми переменными, такими как цена и объем торгов. Структурные переменные не являются непосредственно наблюдаемыми, однако они определяют условия, при которых возникает наблюдаемое рыночное поведение.

Цена в WLRT не рассматривается как независимый источник динамики. Напротив, она интерпретируется как вторичная наблюдаемая величина, обусловленная конфигурацией и эволюцией поля ликвидности. Вследствие этого идентичные паттерны потока ордеров могут приводить к качественно различному ценовому поведению в зависимости от базовой структурной конфигурации ликвидности.

Такое разделение между структурой и наблюдаемыми величинами позволяет WLRT описывать запаздывающие реакции, режимозависимость и нелокальные эффекты, которые с трудом поддаются интерпретации в рамках чисто транзакционных или равновесно-ориентированных моделей.

---

### **§3. Ликвидность как пространственно-временное поле**

В рамках WLRT ликвидность представляется в виде распределенного поля, определенного в ценовом пространстве и во времени. Такое представление рассматривает ликвидность как непрерывную структурную величину, а не как совокупность дискретных ордеров или транзакций.

Поле ликвидности включает как наблюдаемую, так и латентную компоненты рыночной ликвидности. Наблюдаемая ликвидность соответствует непосредственно доступной способности поглощения, тогда как латентная ликвидность представляет потенциальную способность, которая может активироваться лишь при выполнении определенных структурных условий. Следовательно, ликвидность может существовать и эволюционировать даже при отсутствии торговой активности.

Ключевой особенностью полевого представления является непокальность. Локальные деформации поля ликвидности способны оказывать влияние на удаленные ценовые области посредством механизмов распространения, не требуя одновременного ценового движения. Это позволяет WLRT описывать запаздывающие эффекты и распределенные рыночные реакции.

Поле ликвидности обладает памятью и устойчивостью. Структурные деформации поля могут сохраняться значительно дольше тех возмущений, которые привели к их возникновению, тем самым формируя будущую рыночную динамику. Это свойство принципиально отличает WLRT от ордербуко-центричных описаний, в которых ликвидность, как правило, считается полностью проявляющейся через текущую рыночную активность.

## §4. Динамика ликвидности

Динамика ликвидности в WLRT определяется четырьмя фундаментальными процессами: потреблением, восполнением, распространением и диссипацией. Эти процессы описывают эволюцию поля ликвидности во времени независимо от конкретных торговых стратегий или агентных представлений.

Потребление ликвидности соответствует локальному снижению способности поглощения в ответ на возмущения. Такие возмущения могут возникать вследствие торговой активности, внешних шоков или структурных дисбалансов. Важно подчеркнуть, что потребление не требует исключительного потока ордеров и может происходить даже при умеренной торговой активности, если локальная ликвидность структурно уязвима.

Восполнение описывает процессы, посредством которых способность ликвидности восстанавливается после потребления. Восполнение может протекать на различных временных масштабах — от быстрого локального восстановления до медленного структурного наращивания, связанного с устойчивыми обязательствами. WLRT не предполагает мгновенного баланса между потреблением и восполнением.

Распространение отражает перераспределение ликвидности в ценовом пространстве. Локальные деформации поля ликвидности могут влиять на удаленные ценовые уровни посредством механизмов распространения, позволяя структурным эффектам распространяться без немедленного ценового смещения. Нелокальное перераспределение играет центральную роль в формировании рыночных режимов и запаздывающих реакций рынка.

Диссипация описывает постепенную релаксацию структурных деформаций поля ликвидности во времени. Хотя некоторые возмущения затухают быстро, другие могут сохраняться вследствие медленной диссипации или подкрепления со стороны долгосрочных компонент ликвидности. Таким образом, диссипация определяет память рынка, закодированную в поле ликвидности.

Поток ордеров в рамках WLRT рассматривается как внешнее воздействие, которое может инициировать или проявлять динамику ликвидности, но не определяет эволюцию поля однозначно. Один и тот же паттерн потока ордеров способен приводить к различным результатам в зависимости от предсуществующей конфигурации ликвидности.

---

## §5. Эмерджентная динамика цен и рыночные режимы

В рамках WLRT ценовая динамика интерпретируется как эмерджентная траектория, обусловленная конфигурацией и эволюцией поля ликвидности. Цена не рассматривается как независимый источник рыночной динамики, а трактуется как

наблюдаемый результат взаимодействия торговой активности и перераспределения ликвидности.

Следствием этого является то, что идентичные паттерны потока ордеров могут приводить к качественно различным ценовым реакциям в зависимости от базовой структурной конфигурации ликвидности. В областях глубокой и устойчивой ликвидности возмущения, как правило, поглощаются локально, что приводит к ограниченному и кратковременному ценовым движениям. Напротив, при разреженной, уязвимой или неравномерно распределенной ликвидности даже умеренные возмущения способны вызывать значительные или устойчивые ценовые смещения.

WLRT естественным образом вводит понятие рыночных режимов, определяемых как структурно различающиеся состояния поля ликвидности. Стабильные режимы соответствуют таким конфигурациям, в которых процессы потребления, восполнения, распространения и диссипации находятся в относительном балансе, ограничивающем усиление возмущений. Нестабильные или переходные режимы возникают при нарушении этого баланса, что позволяет деформациям распространяться или накапливаться.

Переходы между режимами не обязательно синхронизированы с наблюдаемыми шоками или изменениями потока ордеров. Вследствие наличия памяти и устойчивости поля ликвидности такие переходы могут происходить со значительным запаздыванием, отражая постепенное накопление или релаксацию структурных напряжений. Это обеспечивает структурное объяснение запаздывающих всплесков волатильности, внезапного формирования трендов и других режимозависимых явлений, наблюдаемых на финансовых рынках.

---

## **§6. Связанные работы: латентная ликвидность и Bouchaud et al.**

Важным направлением, с которым соотносится WLRT, является корпус работ, посвященных латентной ликвидности, в частности моделям латентного ордербука, разработанным Bouchaud и соавторами. В этих моделях подчеркивается существование скрытого предложения и спроса, которые не наблюдаются напрямую в отображаемом ордербуке, но тем не менее оказывают существенное влияние на формирование цены.

Теория латентного ордербука фокусируется преимущественно на локальной структуре ликвидности вблизи текущего ценового уровня и описывает, каким образом латентные намерения участников постепенно проявляются в процессе торговой активности. Такой подход оказался эффективным при объяснении эмпирических закономерностей, включая рыночный импакт и устойчивость потока ордеров.

WLRT обобщает эту перспективу, встраивая латентную ликвидность в глобальное пространственно-временное поле ликвидности, определенное на всем ценовом пространстве. Вместо концентрации на локальной динамике ордербука WLRT



описывает эволюцию, распространение и взаимодействие конфигураций ликвидности на различных ценовых уровнях и временных горизонтах.

В то время как модели латентного ордербука, как правило, предполагают стационарные или квазистационарные условия и опираются на аргументы, близкие к равновесным, WLRT намеренно избегает подобных предположений. Теория остается агностичной по отношению к равновесию и сосредотачивается на структурной эволюции и процессах перераспределения ликвидности.

С этой точки зрения модели латентной ликвидности могут рассматриваться как локальные аппроксимации более общего каркаса WLRT. Они успешно описывают важные аспекты ликвидности вблизи текущей цены, но не затрагивают глобальное распространение, долгосрочную устойчивость и режимные переходы, обусловленные распределенной динамикой ликвидности.

## **§7. Позиционирование относительно теории микроструктуры рынка**

Традиционные теории микроструктуры рынка сосредоточены на механизмах формирования цены, обусловленных потоком ордеров, информационной асимметрией и стратегическим взаимодействием участников рынка. Классические модели описывают, каким образом цены корректируются для балансировки спроса и предложения при заданных предположениях о рациональности, стимулах и равновесии.

WLRT занимает иной уровень описания. Вместо моделирования того, как отдельные сделки передают информацию или как агенты оптимизируют свое поведение, WLRT характеризует структурное состояние рынка через конфигурацию поля ликвидности. Формирование цены рассматривается как вторичное явление, обусловленное этим структурным состоянием.

С этой точки зрения модели микроструктуры могут быть интерпретированы как локальные или редуцированные описания, применимые в отдельных областях поля ликвидности. Они способны успешно объяснять краткосрочные ценовые корректировки или рыночный импакт в устойчивых условиях, однако не охватывают глобальное перераспределение, устойчивость и распространение ликвидности в ценовом пространстве.

Таким образом, WLRT дополняет, а не заменяет традиционные теории микроструктуры. Она предоставляет более высокоуровневую рамку, в которой локальные торговые механизмы, информационные эффекты и стратегические взаимодействия могут быть встроены, оставаясь при этом агностичной по отношению к их конкретным формам.

---

## **§8. Ограничения и открытые проблемы**

WLRT v1.x намеренно формулируется как фундаментальная и описательная теоретическая рамка. В силу этого в теорию изначально заложен ряд сознательных ограничений, которые определяют как область ее применимости, так и границу между фундаментальным уровнем и возможными последующими расширениями.

Во-первых, WLRT не включает агентные представления, стратегическое взаимодействие или оптимизационные принципы. Хотя подобные элементы играют центральную роль во многих моделях микроструктуры и поведенческих теориях, их исключение позволяет WLRT сосредоточиться на структурных переменных рынка без внедрения предположений о предпочтениях, убеждениях или рациональности участников.

Во-вторых, поле ликвидности, вводимое в WLRT, не является непосредственно наблюдаемым. Наблюдаемые рыночные данные предоставляют лишь косвенную и

частичную информацию о конфигурации этого поля. Восстановление поля ликвидности на основе цен, объемов или данных ордербука представляет собой плохо поставленную обратную задачу, характеризующуюся неединственностью решений и чувствительностью к моделирующим предположениям.

В-третьих, WLRT v1.x не предлагает процедур эмпирической калибровки или оценки параметров. Теория задает структурные переменные и динамические механизмы, но намеренно воздерживается от подгонки моделей под данные или формулирования количественных прогнозов. Эмпирическая реконструкция и валидация требуют дополнительных предположений и относятся к более высоким теоретическим уровням.

Эти ограничения одновременно указывают на ряд открытых проблем. В будущем могут быть исследованы эмпирические прокси для конфигурации поля ликвидности, агентные интерпретации, согласованные с полевой онтологией, а также механизмы управления и стабилизации, построенные на фундаментальной рамке WLRT. Однако все подобные разработки выходят за рамки WLRT v1.x.

---

## **§9. Заключение (фундаментальный уровень)**

WLRT v1.x формирует фундаментальное полевое описание динамики финансовых рынков, в рамках которого ликвидность рассматривается как первичная переменная состояния, а цена интерпретируется как эмерджентная наблюдаемая величина. Переход от ценово-центричных или транзакционных представлений к анализу пространственно-временного перераспределения ликвидности позволяет получить структурную рамку, способную описывать режимозависимость, запаздывающие реакции и нелокальные рыночные эффекты.

Ключевой вклад WLRT заключается в онтологическом переосмыслении рынка. Рынок описывается не как последовательность сделок, стремящихся к равновесию, а как эволюционирующее поле ликвидности, динамика которого определяется процессами потребления, восполнения, распространения и диссипации. В этой перспективе ценовая динамика отражает траектории движения в поле ликвидности, а не выступает независимым источником рыночной динамики.

WLRT v1.x намеренно имеет ограниченную область применения. Теория не включает агентные модели поведения, оптимизационные процедуры, равновесные концепции или эмпирическую калибровку. Эти исключения не являются недостатками, а представляют собой осознанные проектные решения, определяющие границы фундаментального уровня. В рамках этих границ теория является концептуально завершенной и внутренне согласованной.

Прикладные интерпретации, представленные в последующих разделах, опираются на данную фундаментальную основу, не изменяя ее ключевых предпосылок. Будущие разработки, включая эмпирическую реконструкцию, агентные интерпретации или расширения, ориентированные на управление, относятся к более высоким

теоретическим уровням и не являются уточнениями фундаментальной рамки, изложенной в WLRT v1.x.

## **§10. Управление ликвидностью как внешнее воздействие**

В данном разделе вводится понятие управления ликвидностью в рамках WLRT при сохранении онтологических предпосылок фундаментального уровня. Управление описывается не как прямое вмешательство в цену или стратегическая оптимизация, а как внешнее воздействие, действующее на поле ликвидности.

В WLRT v1.x эволюция поля ликвидности в основном определяется эндогенными процессами. Внешнее воздействие относится к влияниям, которые действуют на поле извне по отношению к его внутренней динамике. Такое воздействие модифицирует конфигурацию или активацию ликвидности, не переопределяя при этом базовую структуру самого поля.

Управление ликвидностью воздействует на способность поглощения, а не на цену. Оно изменяет условия, при которых торговое давление поглощается или распространяется, не задавая и не нацеливаясь на конкретные ценовые траектории. В результате любая наблюдаемая стабилизация цены возникает опосредованно, через модифицированные конфигурации ликвидности, а не через прямое ценовое таргетирование.

Контролируемая активация ликвидности может осуществляться в определенных областях ценового пространства и на заданных временных горизонтах. Она не требует непрерывной реактивной подстройки и не должна отождествляться с маркет-мейкингом или ордербуко-ориентированным предоставлением ликвидности. Речь идет о структурном изменении доступности поля ликвидности.

Управление ликвидностью в WLRT подчиняется фундаментальным ограничениям. Доступная глубина ликвидности конечна, активация локализована в пространстве и во времени, а контролируемые эффекты затухают со временем. Эти ограничения обеспечивают совместимость механизмов управления с реалистичными рыночными условиями.

Внешнее воздействие взаимодействует с эндогенной динамикой ликвидности по принципу суперпозиции, а не подмены. Процессы потребления, восполнения, распространения и диссипации продолжают действовать в присутствии внешнего воздействия, а результирующая рыночная реакция критически зависит от предсуществующей конфигурации поля ликвидности.

WLRT v1.x не рассматривает задачи оптимального проектирования управления, оценки эффективности или нормативного анализа последствий вмешательства. Управление ликвидностью представлено как прикладная структурная интерпретация, а не как предписывающая или регуляторная рамка.

---

## **§11. Случай акционера: долгосрочные носители ликвидности**

В данном разделе вводится случай акционера как структурная интерпретация долгосрочной ликвидности в рамках WLRT. Цель состоит в описании устойчивых источников ликвидности, влияющих на рыночную динамику на протяженных временных горизонтах, без привлечения агентных моделей поведения, стратегических намерений или оптимизационных предпосылок.

Долгосрочные обязательства по ликвидности понимаются как устойчивое распределение способности поглощения на временных горизонтах, существенно превышающих типичные интервалы торговой активности. Такие обязательства не характеризуются частыми действиями или непрерывным вмешательством, а определяются своей персистентностью и структурным присутствием в поле ликвидности.

Термин акционер используется как интерпретационный ярлык для обозначения носителей долгосрочного экономического интереса, чье присутствие проявляется в виде устойчивого якорения ликвидности. Эта интерпретация не опирается на предположения о рациональности, предпочтениях или явном принятии решений. Вместо этого она фиксирует структурный эффект долгосрочного владения на конфигурацию поля ликвидности.

Определяющей характеристикой случая акционера является разделение временных масштабов. Краткосрочная торговля и поток ордеров создают быстрые локальные возмущения, тогда как акционерная ликвидность эволюционирует медленно и формирует квазистатический фон, на котором разворачивается краткосрочная динамика.

Благодаря этому разделению временных масштабов долгосрочные обязательства по ликвидности функционируют как структурные якоря в поле ликвидности. Якорные области демонстрируют сопротивление быстрым деформациям и способны поглощать возмущения без возникновения значительных или устойчивых ценовых смещений. Якорение не означает неподвижности; оно отражает медленную структурную эволюцию по сравнению с рыночными возмущениями.

Случай акционера принципиально отличается от маркет-мейкинга и механизмов управления ликвидностью. В отличие от маркет-мейкинга, акционерная ликвидность не подстраивается непрерывно в ответ на поток ордеров. В отличие от механизмов управления, она не предполагает целенаправленной активации или модуляции ликвидности в ответ на наблюдаемые результаты. Стабилизация возникает пассивно, за счет структурной персистентности, а не активного вмешательства.

WLRT намеренно избегает агентных описаний при формулировке случая акционера. Теория не требует предположений о стимулах или поведении для учета эффектов долгосрочной ликвидности. Все релевантные свойства выражаются в терминах конфигурации поля и его временных характеристик.

---

## §12. Устойчивость и безразмерное число устойчивости

В данном разделе вводится структурное понятие рыночной устойчивости в рамках WLRT. Устойчивость определяется как свойство поля ликвидности и его реакции на возмущения, а не как следствие равновесных условий, ценового таргетирования или оптимизированного поведения.

В WLRT рынок считается структурно устойчивым, если локальные возмущения приводят к ограниченным и временным деформациям поля ликвидности. Неустойчивость возникает в тех случаях, когда возмущения вызывают персистентные или усиливающиеся структурные изменения, распространяющиеся в ценовом пространстве или накапливающиеся во времени.

Реакция поля ликвидности на возмущения характеризуется двумя ключевыми аспектами: амплитудой индуцированных деформаций и их временной персистентностью. Эти характеристики зависят от глубины, распределения и релаксационных свойств поля, а не от непосредственной величины торговой активности.

Для обеспечения сопоставимости различных рынков и режимов WLRT мотивирует введение безразмерного числа устойчивости. Эта величина отражает относительный баланс между глубиной ликвидности, характерными временными масштабами восполнения и диссипации, а также интенсивностью возмущений. Ее назначение носит классификационный, а не прогностический характер.

На основе значения числа устойчивости могут быть выделены различные режимы устойчивости. В устойчивых режимах возмущения затухают без долгосрочных последствий. В предельных режимах реакция чувствительна к контексту и может либо затухать, либо сохраняться в зависимости от конфигурации поля. В неустойчивых режимах деформации взаимно усиливаются, что приводит к режимным переходам.

Потеря устойчивости, как правило, является результатом постепенных структурных процессов, а не единичных шоков. Персистентное потребление ликвидности, недостаточное восполнение или ослабление долгосрочного якорения способны сместить поле ликвидности в предельные или неустойчивые конфигурации. Такие переходы могут происходить со значительным запаздыванием, отражая память, закодированную в поле.

Безразмерное число устойчивости не предназначено для использования в качестве цели управления, регуляторного показателя или прогностического индикатора. Оно предоставляет компактное структурное описание рыночной устойчивости в рамках WLRT. В совокупности с внешним воздействием и долгосрочным якорением эта величина завершает прикладной уровень WLRT v1.x.

## Приложение А. Ликвидность как пространственно-временное поле (формально)

В данном приложении вводится формальное определение ликвидности как пространственно-временного поля, задающее математические объекты и предпосылки, лежащие в основе теоретической рамки WLRT. Цель приложения состоит в явном изложении структурных оснований, используемых в Частях I и II, без введения дополнительных теоретических утверждений.

Пусть  $p \in \mathbb{R}$ , обозначает непрерывную ценовую координату, а

$t \in \mathbb{R}^+$  — физическое время. Рынок представляется в виде непрерывного ценового пространства, наделенного временным измерением. На фундаментальном уровне не предполагается дискретизация ценовых уровней или событийной шкалы времени.

Ликвидность представляется скалярным полем

$$\mathcal{L}(p,t) \geq 0$$

определенным на ценовом пространстве и во времени. Величина  $\mathcal{L}(p,t)$  интерпретируется как локальная способность рынка поглощать торговое давление в окрестности ценового уровня  $p$  в момент времени  $t$  без возникновения значительного ценового смещения.

Поле ликвидности является структурным объектом, а не агрегатом индивидуальных ордеров. Оно отражает коллективные рыночные обязательства и ограничения, которые могут существовать независимо от текущей торговой активности. В частности, отсутствие транзакций не означает отсутствия ликвидности, исполненный объем не определяет однозначно локальное состояние поля, а изменения  $\mathcal{L}(p,t)$  могут происходить без наблюдаемых сделок.

Поле ликвидности может содержать латентные или скрытые компоненты, которые не поддаются непосредственному наблюдению с использованием рыночных данных.

Концептуально допустимо записать

$$\mathcal{L}(p,t) = \mathcal{L}_{\text{obs}}(p,t) + \mathcal{L}_{\text{lat}}(p,t)$$

где  $\mathcal{L}_{\text{obs}}(p,t)$  обозначает наблюдаемую ликвидность, а

$\mathcal{L}_{\text{lat}}(p,t)$  — латентную ликвидность. Это разложение носит концептуальный характер и не предполагает операционной идентифицируемости отдельных компонент.

В рамках WLRT v1.x предполагается, что поле ликвидности удовлетворяет минимальным условиям регулярности: почти всюду непрерывно по цене, кусочно непрерывно по времени и ограничено на конечных ценовых интервалах. Не вводятся предположения о гладкости, стационарности или равновесии.



В теоретической рамке WLRT цена не рассматривается как независимая динамическая переменная. Наблюдаемые ценовые траектории интерпретируются как пути наименьшего сопротивления в поле ликвидности и трактуются как эмерджентные наблюдаемые величины, обусловленные конфигурацией и эволюцией поля  $\mathcal{L}(p,t)$

Данное приложение определяет фундаментальный математический объект, используемый во всех разделах WLRT v1.x. Оно не задает уравнений движения, стохастических воздействий, агентных механизмов или процедур эмпирической оценки. Эти аспекты рассматриваются в последующих приложениях или выходят за рамки фундаментального уровня теории.

# Приложение В. Динамика ликвидности (формальное разложение)

В данном приложении вводится формальное разложение динамики ликвидности в рамках WLRT. Опираясь на определение поля ликвидности, представленное в Приложении А, здесь задаются элементарные структурные процессы, определяющие временную эволюцию ликвидности, без привлечения агентных механизмов, оптимизационных принципов или равновесных предположений.

Пусть  $\mathcal{L}(p,t)$  обозначает поле ликвидности. Его эволюция может быть схематически представлена в виде

$$\partial \mathcal{L}(p,t) / \partial t = C(p,t) + R(p,t) + P(p,t) + D(p,t)$$

где каждый член соответствует отдельному структурному процессу.

Потребление ликвидности, обозначаемое  $0 \geq C(p,t)$ , представляет собой локальное уменьшение способности поглощения в ответ на возмущения. Потребление может происходить даже при отсутствии исключительного торгового объема и отражает структурную уязвимость поля ликвидности, а не только интенсивность потока ордеров.

Восполнение ликвидности, обозначаемое  $R(p,t) \geq 0$ , описывает процессы, посредством которых локальная способность поглощения восстанавливается или увеличивается после потребления. Восполнение может протекать на различных временных масштабах, и WLRT не предполагает мгновенного баланса между потреблением и восполнением.

Распространение описывает перераспределение ликвидности в ценовом пространстве. Формально оно может быть представлено с помощью пространственного оператора переноса, действующего на поле, позволяя локальным деформациям оказывать влияние на удаленные ценовые области без необходимости одновременного ценового движения.

Диссипация отражает постепенную релаксацию структурных деформаций поля ликвидности во времени. В то время как некоторые возмущения затухают быстро, другие могут сохраняться вследствие медленной релаксации или подкрепления со стороны долгосрочных компонент ликвидности.

Внешнее воздействие может входить в динамику в виде дополнительного источников члена, модифицирующего конфигурацию или активацию ликвидности без изменения внутренней структуры разложения. Отдельные процессы могут быть нелинейными и взаимосвязанными, при этом WLRT v1.x не накладывает ограничений на их функциональные формы.

Настоящее приложение задает формальный язык описания динамики ликвидности, не вводя конститутивных соотношений, схем замыкания или процедур эмпирической калибровки. Его задача состоит в поддержке концептуального анализа, представленного в Частях I и II, и в уточнении математического смысла перераспределения ликвидности в рамках WLRT.

# Приложение С. Скрытая и латентная ЛИКВИДНОСТЬ

Настоящее приложение формализует различие между наблюдаемыми и латентными компонентами ликвидности в рамках WLRT. Его цель состоит в уточнении структурной роли скрытой ликвидности в рыночной динамике без привлечения предположений об агентном поведении, информации или стратегических намерениях.

Наблюдаемая ликвидность соответствует способности поглощения, которая непосредственно доступна через рыночные механизмы и отражается в наблюдаемых данных, таких как отображаемая глубина ордербука или исполненный объем.

Латентная ликвидность представляет потенциальную способность поглощения, которая не является немедленно наблюдаемой и может активироваться лишь при выполнении определенных структурных условий.

Латентная ликвидность может существовать на ценовых уровнях, удаленных от текущей цены, либо быть условно доступной вблизи нее, оставаясь неактивной при нормальных условиях. Следовательно, отсутствие наблюдаемой ликвидности не означает отсутствия латентной ликвидности.

Активация латентной ликвидности в WLRT трактуется как структурное изменение доступности поля, а не как целенаправленное действие. Активация может быть инициирована локальным потреблением наблюдаемой ликвидности, распространением деформаций в ценовом пространстве или внешним воздействием.

Модели латентного ордербука, предложенные в литературе, описывают скрытое предложение и спрос в окрестности текущей цены. WLRT обобщает этот подход, встраивая латентную ликвидность в глобальное пространственно-временное поле ликвидности, определенное на всем ценовом пространстве. В этом смысле концепции латентного ордербука могут рассматриваться как локальные аппроксимации более общего каркаса WLRT.

Латентная ликвидность не является непосредственно наблюдаемой и может быть лишь косвенно выведена из реакции рынка на возмущения. Такое восстановление представляет собой плохо поставленную обратную задачу, поскольку множественные различные конфигурации поля ликвидности могут быть согласованы с одними и теми же наблюдаемыми ценовыми и объемными данными.

Несмотря на ограниченную наблюдаемость, латентная ликвидность играет центральную структурную роль в формировании рыночной динамики. Она определяет потенциальную глубину ценовых движений, вероятность режимных переходов и возможность запаздывающей активации стабилизирующих или дестабилизирующих механизмов.

# Приложение D. Акционерная стабилизация (формальный взгляд)

Настоящее приложение дает формальное описание механизма акционерной стабилизации, введенного концептуально в Части II. Его цель состоит в характеристике долгосрочного якорения ликвидности в рамках WLRT с использованием полевого языка, без обращения к агентному поведению, стратегическим намерениям или оптимизационным предпосылкам.

Пусть  $L(p,t)$  обозначает совокупное поле ликвидности. Концептуально оно может быть разложено на компоненты, связанные с различными характерными временными масштабами,

$$\mathcal{L}(p,t) = \mathcal{L}_{\text{short}}(p,t) + \mathcal{L}_{\text{long}}(p,t)$$

где  $\mathcal{L}_{\text{short}}$  описывает быстро эволюционирующую ликвидность, связанную с краткосрочной активностью, а  $\mathcal{L}_{\text{long}}$  — персистентную ликвидность, обусловленную долгосрочными обязательствами.

Определяющим свойством компоненты  $\mathcal{L}_{\text{long}}$  является временная персистентность. Ее эволюция происходит на масштабах времени, существенно превышающих масштабы, характерные для краткосрочной рыночной активности. Области ценового пространства, в которых доминирует  $\mathcal{L}_{\text{long}}$  функционируют как структурные якоря в поле ликвидности.

Якорение соответствует увеличенной эффективной глубине и удлиненным временам релаксации. В якорных областях локальные возмущения, как правило, приводят к ограниченным реакциям, которые затухают без формирования персистентных структурных деформаций. Якорение не означает неподвижности; оно отражает медленную структурную эволюцию по сравнению с рыночными возмущениями.

Краткосрочные флуктуации ликвидности преимущественно взаимодействуют с полем через компоненту  $\mathcal{L}_{\text{short}}$ . Однако отклик совокупного поля критически зависит от относительной величины и конфигурации  $\mathcal{L}_{\text{long}}$ . При доминировании долгосрочной компоненты краткосрочные возмущения поглощаются локально. При ослаблении якорения идентичные возмущения могут приводить к усиленным или распространяющимся реакциям.

Акционерная стабилизация принципиально отличается от механизмов управления ликвидностью. Якорение возникает эндогенно, вследствие персистентных обязательств по ликвидности, а не в результате целенаправленной активации или обратной связи. Для поддержания якорения не требуется внешнего источников члена, и никакого ценового таргетирования не предполагается.

Настоящее приложение дает формальную интерпретацию долгосрочной стабилизации, согласованную с полевой онтологией WLRT. Оно не описывает

механизмы возникновения долгосрочных обязательств, способы их изменения или методы эмпирического измерения. Эти вопросы выходят за рамки WLRT v1.x.

# Приложение Е. Эмпирическая реконструкция как обратная задача

Настоящее приложение рассматривает соотношение между теоретической рамкой WLRT и эмпирическим наблюдением. Его цель состоит в пояснении того, почему восстановление поля ликвидности на основе рыночных данных представляет собой обратную задачу и почему такая реконструкция выходит за рамки WLRT v1.x.

Наблюдаемые рыночные данные, такие как цены, объемы и снимки ордербука, дают лишь косвенные проявления базового поля ликвидности. Они отражают взаимодействие торговой активности и перераспределения ликвидности, но не являются прямыми измерениями самого поля. В результате различные конфигурации поля ликвидности могут быть согласованы с одними и теми же наблюдаемыми данными.

Формально задача эмпирической реконструкции может быть поставлена как обратная задача восстановления пространственно-временной конфигурации поля ликвидности по наблюдаемым рыночным результатам. Эта задача является принципиально плохо поставленной вследствие неполной наблюдаемости латентных компонент ликвидности, неединственности решений, чувствительности к шуму и зависимости от ненаблюдаемых граничных условий.

Любая попытка восстановления поля ликвидности неизбежно вводит моделирующие предположения, касающиеся функциональных форм, схем регуляризации или априорных ограничений. Различные предположения могут приводить к существенно различающимся реконструкциям поля, оставаясь при этом одинаково согласованными с наблюдаемыми данными. WLRT v1.x не отдает предпочтения какому-либо конкретному подходу к реконструкции.

Временная агрегация рыночных данных дополнительно усложняет эмпирическую реконструкцию. Дискретные интервалы наблюдения сглаживают тонкую временную структуру и могут скрывать кратковременные деформации поля ликвидности либо создавать видимость запаздывающих реакций на структурные изменения. Персистентные латентные компоненты при этом могут оставаться невыявленными в течение длительных периодов времени.

В рамках WLRT эмпирические модели, основанные на анализе потока ордеров, рыночного импакта или реконструкции ордербука, могут интерпретироваться как частичные проекции полного поля ликвидности на наблюдаемые подпространства. Такие модели предоставляют полезные описательные инсайты, однако не являются полными реализациями теории.

Таким образом, WLRT v1.x намеренно воздерживается от предложения процедур эмпирической калибровки или реконструкции. Эмпирическое выведение и валидация относятся к более высоким методологическим уровням и требуют дополнительных предположений, выходящих за рамки фундаментальной теоретической рамки.





# Приложение F. Область применимости и ограничения WLRT v1.x

Настоящее приложение формально определяет область применимости, границы и статус завершенности WLRT v1.x. Его цель состоит в предотвращении неверных интерпретаций теории, уточнении предполагаемого домена использования и четком разграничении фундаментального уровня и возможных будущих теоретических расширений.

WLRT v1.x сформулирована как фундаментальная описательная теоретическая рамка для анализа динамики финансовых рынков через перераспределение ликвидности в ценовом пространстве и во времени. В пределах этой рамки ликвидность рассматривается как первичная переменная состояния, рынки описываются как пространственно-временные поля ликвидности, а цена интерпретируется как эмерджентная наблюдаемая величина, а не как управляемая или оптимизируемая переменная.

Теория сознательно исключает ряд элементов. WLRT v1.x не включает агентные представления, стратегическое взаимодействие, максимизацию полезности, равновесные концепции или предположения об эффективности. Она не предлагает процедур эмпирической калибровки, реконструкции или прогностических моделей ценовых траекторий. Эти исключения являются намеренными и необходимыми для сохранения концептуальной чистоты фундаментального уровня.

Область применимости WLRT v1.x охватывает рынки, характеризующиеся непрерывным или квазинепрерывным формированием цен, наличием персистентных обязательств по ликвидности, нелокальными взаимодействиями в ценовом пространстве и запаздывающими или траекторно-зависимыми реакциями. Теория может быть менее применима к крайне неликвидным или высокофрагментированным рынкам, ультравысокочастотным режимам, доминируемым дискретным сопоставлением ордеров, а также к средам, в которых ценовая динамика определяется преимущественно экзогенными информационными шоками.

WLRT v1.x (версии 1.0–1.3.1) представляет собой завершенный и внутренне согласованный фундаментальный уровень. Дополнительные расширения, уточнения или корректировки в рамках v1.x не планируются. Все будущие разработки, включая эмпирические методы, агентные интерпретации, оптимизацию управления или регуляторные приложения, относятся к более высоким теоретическим уровням и не являются модификациями фундаментальной рамки, изложенной в WLRT v1.x.

Явное указание того, какие вопросы теория рассматривает и какие намеренно исключает, обеспечивает корректную интерпретацию WLRT и предотвращает необоснованную экстраполяцию за пределы ее предполагаемой области применимости.

