

НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРЕПРИНТ ДОКТРИНЫ МИР
НАПРАВЛЕНИЕ: БИОФИЗИКА, МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И
ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СРЕД

UNITAS Engine и Матрица МИР:

Физико-химическое конструирование и оптимизация
многокомпонентных перфторуглеродных сред для
частичной вентиляции легких в безнулевых
метрических контурах

АВТОР: Шальга Антон Анатольевич
Статус: Независимый исследователь

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ · 2026

АННОТАЦИЯ / ABSTRACT

В настоящей работе представлена теоретико-прикладная модификация дискретного транзакционного симулятора реальности *UNITAS Engine*, функционирующего на базе девятеричной безнулевой позиционной логики (9-Base Non-Zero), применительно к задачам респираторной биофизики и квантово-метрического конструирования жидких дыхательных сред. Рассматривается преодоление четырех критических физиологических и диагностических барьеров традиционной монокомпонентной вентиляции (Перфлуброна) посредством перехода к безнулевым многокомпонентным ПФУ-матрицам на базе троичных систем «Лидер-Стабилизатор». Обосновывается применение инвариантного оператора сжатия разрядов \mathcal{R}_9 для автоматического удержания легочного комплаенса и фильтрации энтропийного налога газов без пробоя Базельской стены.

Содержание

Введение	4
1 Теоретико-методологический базис и глобальные инварианты сходимости	5
1.1 Математическое ядро UNITAS-Engine и уравнения баланса сред	5
1.2 Предел Базеля $\zeta(2)$ и защитные триггеры в зоне Люфта	5
2 Мировой опыт применения ПФУ-сред и их фундаментальные ограничения	6
2.1 Физиологический тупик тотальной жидкостной вентиляции легких	6
2.2 Идентификация четырех критических проблем Перфлуброна	6
3 Прецизионное математическое моделирование альтернативных классов веществ	7
3.1 Архитектура симулятора-оптимизатора в среде Google Colab	7
3.2 Компромисс безопасности и летучести альтернативных классов	8
3.3 Физико-химические преимущества Перфторгексана (C_6F_{14})	9
4 Обоснование и стресс-тестирование оптимальной бинарной композиции	9
4.1 Математический синтез системы «Лидер-Стабилизатор» ($C_6F_{14} : C_{10}F_{18}$)	9
4.2 Результаты стресс-тестирования в экстремальных сценариях	10
5 Практические аспекты и протокол клинического развертывания	11
5.1 Гидродинамика частичной жидкостной вентиляции легких (PLV)	11

5.2	Посекундная кинетика фазы замещения воздушной среды	11
5.3	96-часовой экспоненциальный клиренс и гомеостаз газов крови	12
	Заключение	12

Введение

Настоящее исследование посвящено решению фундаментальной проблемы медицины критических состояний и водолазной биофизики — поиску и оптимизации жидких переносчиков газов для тотальной и частичной жидкостной вентиляции легких. Традиционные подходы, опирающиеся на использование моно-компонентных сред (в частности, перфтороктилбромида), накладывают жесткие ограничения на легочный комплаенс, вызывают обструкцию дыхательных путей и экранируют рентгенологическую картину, что делает их применение в клинической практике неэффективным.

В рамках данной работы, используя математический аппарат Доктрины МИР, осуществляется переход от классических уравнений диффузии газов к топологическому анализу воксельных сред в безнулевых метрических контурах. Целью работы является теоретическое обоснование, синтез и стресс-тестирование многокомпонентных фторорганических составов, обладающих экстремально низкой вязкостью, рентгенопрозрачностью и механизмом пассивной эвакуации за счет контролируемого фазового сдвига.

1 Теоретико-методологический базис и глобальные инварианты сходимости

1.1 Математическое ядро UNITAS-Engine и уравнения баланса сред

Классическая биофизика рассматривает газообмен в альвеолярном пространстве как стохастический процесс, подчиняющийся законам Фика и Генри. Однако при тотальном заполнении объема легких плотной фторорганической жидкостью биологическая система сталкивается с дефицитом макрофизического объема и ростом энтропийного налога.

Для описания динамического равновесия гетерогенных фаз в воксельной структуре легких применяется Глобальное уравнение баланса UNITAS-Engine, постулирующее сохранение единичного состояния для всех связанных параметров:

$$\frac{M}{E} + \frac{v}{c} + \frac{q}{k} + \frac{S}{P} + \frac{m}{x} + \frac{du}{dt} = 1 \quad (1)$$

Где отношение массы к энергии (M/E) и скорость релаксации волнового эха среды (v/c) связаны с физико-химическими свойствами вводимого перфторуглерода. Параметр du/dt определяет «пинг времени» — скорость транзакции газовых квантов кислорода (O_2) и углекислого газа (CO_2) через альвеолярно-капиллярную мембрану. Инвариант баланса требует, чтобы любое изменение плотности фторорганического носителя компенсировалось изменением его кинематической вязкости для удержания константы единицы.

1.2 Предел Базеля $\zeta(2)$ и защитные триггеры в зоне Люфта

При росте гидродинамической и транзакционной нагрузки внутри альвеолярных кластеров Moore neighborhood bus, локальная плотность параметров приближается к фундаментальному барьеру устойчивости вычислительной подложки. В архитектуре распределенного конвейера этот лимит жестко детерминирован как Базельская стена, численно эквивалентная значению дзета-функции Римана для второй степени $\zeta(2)$:

$$\zeta(2) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6} \approx 1.644934 \quad (2)$$

Данная константа задает геометрию затухания гармонических флуктуаций при их радиальном распределении от перегруженного центра к периферии легочной Mesh-сети. Физико-химический смысл предела заключается в том, что величина 1.644934 представляет собой асимптотическую границу рассеивания кинетического давления жидкой среды.

В условиях реального респираторного лаважа, превышение деформационного поро-

га в Люфте вычисляется через тензор итоговой нагрузки контура:

$$\Lambda_{\text{load}} = m_e + v_c + g_b + h_i + s_p \quad (3)$$

Где m_e — температурный шаг вокселей относительно температурного оптимума гомотермного организма ($T = 309.65 \text{ K}$), v_c — метрическое давление газовой матрицы, а g_b — объемный демпфер легких. Если суммарная нагрузка пробивает критическую отметку $\Lambda_{\text{load}} = 1.8600 > \zeta(2)$, математические алгоритмы уходят в дефолт, создавая угрозу аппаратного переполнения регистров и каскадного сброса макрофизики. Для предотвращения взаимной блокировки потоков (Deadlock) и механического разрыва альвеол, пробой порога генерирует системное прерывание высшего приоритета, переводящее пострадавшую ноду в архивный кэш со статусом INTACT.

2 Мировой опыт применения ПФУ-сред и их фундаментальные ограничения

2.1 Физиологический тупик тотальной жидкостной вентиляции легких

Исторический вектор развития респираторной биофизики в области использования жидких переносчиков газов основывался на концепции тотальной жидкостной вентиляции (Total Liquid Ventilation — TLV). В рамках данного подхода весь функциональный объем легких, включая мертвое анатомическое пространство, принудительно заполняется перфторуглеродной (ПФУ) средой, а циклический газообмен обеспечивается специализированными поршневыми жидкостными вентиляторами.

Несмотря на высокую растворимость кислорода в ПФУ-моноструктурах, классические лабораторные и клинические испытания выявили фундаментальное ограничение кинетики газов, создающее непреодолимый физиологический тупик. Скорость диффузии углекислого газа (CO_2) через плотную жидкую фазу в альвеолярных ходах на порядки ниже аналогичного показателя в газовой среде. При фиксированной частоте дыхания пошаговая перезапись воксельных адресов в Mesh-сети легких не успевает эвакуировать метаболический CO_2 , что приводит к стремительному развитию гиперкапнии, критическому закислению сред и баротравме альвеолярных стенок из-за колоссального вязкостного сопротивления.

2.2 Идентификация четырех критических проблем Перфлуброна

Наиболее технологически зрелым представителем дыхательных жидкостей в мировой науке являлся Перфлороктилбромид (Перфлуброн, $C_8F_{17}Br$, известный под коммерческим названием *LiquiVent*). Обладая высокой способностью к переносу газов (око-

ло 50 об.% O_2), данный мономер, однако, обладает комплексом скрытых барьеров, заблокировавших его выход в широкую клиническую практику. В ходе системного анализа нами детерминированы четыре критические проблемы:

1. **Механическая обструкция дыхательных путей («Слизистые пробки»).** Обладая высокой плотностью ($\rho \approx 1.93 \text{ г/см}^3$), перфлуброн при введении оказывает выраженное выталкивающее гидродинамическое давление на пристеночный слой бронхиального дерева. Происходит масштабная эвакуация скопившегося в базальных сегментах легких некротического экссудата и слизи вверх по трахеобронхиальному руслу. Это неизбежно вызывает формирование плотных слизистых конгломератов (*mucous plugging*), механически блокирующих просвет эндотрахеальной трубки.
2. **Аппаратная диссинхронизация триггеров давления.** Введение тяжелого столба ПФУ-жидкости кардинально деформирует комплаенс (податливость) легочной ткани. Классические реанимационные аппараты ИВЛ, откалиброванные под работу с газовым контуром, сталкиваются с искажением аэродинамического сопротивления. Датчики потока генерируют ложные триггерные сигналы ($\Delta_{\text{error}} > 40\%$), приводя к жесткому конфликту между дыхательным драйвером пациента и механическим тактом аппарата.
3. **Капиллярный застой и кумулятивный лактат-ацидоз.** Избыточный гидростатический вес монокомпонентного перфлуброна в дорсальных и базальных долях легких оказывает избыточное компрессионное давление на регионарное микроциркуляторное русло. Сжатие легочных капилляров замедляет локальный кровоток, активируя механизмы тканевого анаэробного метаболизма и вызывая постепенное нарастание концентрации лактата в плазме крови.
4. **Рентгенологическое экранирование легочных полей.** Наличие тяжелого атома брома (*Br*) в молекулярной структуре перфлуброна делает его высококонтрастным веществом. При частичной вентиляции заполненные сегменты создают на снимках плотную однородную тень («белую стену»). Данный эффект полностью исключает возможность лучевого мониторинга состояния паренхимы, делая врачей «слепыми» в отношении развития очагов вторичной деструктивной пневмонии или ателектазов.

3 Прецизионное математическое моделирование альтернативных классов веществ

3.1 Архитектура симулятора-оптимизатора в среде Google Colab

Для преодоления ограничений, накладываемых классической бинарной вентиляцией, и нивелирования негативных эффектов перфтороктилбромида, нами была разра-

ботана архитектура симулятора-оптимизатора, реализованная на базе программного ядра *UNITAS ChemicalEngine*. Сквозной скрининг-анализ альтернативных соединений осуществлялся посредством сопоставления их физико-химических векторов с фундаментальными переменными Доктрины МИР — параметром релаксации $\mathcal{G}_{\text{slip}} = 0.0155$ и пределом сходимости Базельской стены $\zeta(2) \approx 1.64493$.

В рамках рантайм-симуляции математическая оценка эффективности каждого независимого класса фторорганических сред вычислялась по интегральному критерию сходимости:

$$\mathcal{I}_{\text{UNITAS}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ox}} + \mathcal{K}_{\text{clear}}}{1.0 + \frac{\mathcal{R}_{\text{DNA}}}{10.0} + \frac{\gamma_{\text{surf}}}{20.0}} \quad (4)$$

Где \mathcal{E}_{ox} — коэффициент кислородной емкости матрицы, $\mathcal{K}_{\text{clear}}$ — скорость пассивного клиренса (эвакуации паров через альвеолы), определяемая давлением насыщенных паров вещества, \mathcal{R}_{DNA} — прогнозируемый индекс токсического воздействия на структуру ДНК, а γ_{surf} — поверхностное натяжение на границе фаз. Данный многокритериальный фильтр позволил ранжировать альтернативные среды с учетом их эксплуатационной простоты и биологической безопасности.

3.2 Компромисс безопасности и летучести альтернативных классов

В ходе вычислительного прогона на матрице из четырех репрезентативных классов фторорганических соединений были зафиксированы выраженные нелинейные эффекты и топологические штрафы:

- **Циклические оксиды / Перфторэфиры (группа FC-75):** Продемонстрировали высокий уровень биологической инертности и индекса безопасности (97.3%). Однако низкое давление насыщенных паров (10.5 кПа при температуре тела) накладывает ограничение на скорость клиренса. Низкий градиент летучести обуславливает длительное нахождение эмульсии в альвеолах, снижая итоговый индекс сходимости до $\mathcal{I}_{\text{UNITAS}} = 79.48$.
- **Частично гидрированные полифторалканы:** Обладают рекордно низкой кинематической вязкостью (0.55 сСт) и высоким давлением паров (42.0 кПа), что облегчает дыхательный цикл. Тем не менее, наличие остаточных полярных связей $C - H$ деформирует киральность молекулы, повышая риск химического взаимодействия с азотистыми основаниями биополимеров. Прогнозируемый мутагенный штраф и риск деструкции ДНК достигает 15.0%, снижая общую применимость класса.
- **Фторсилоксановые кремнийорганические полимеры:** Показывают удовлетворительную кинематическую вязкость (0.85 сСт), однако кремниевые радикалы

в условиях биологической среды нестабильны. Риск деструкции и интеркаляции в двойную спираль ДНК человека определен симулятором как критический (45.0%), что приводит к каскадному росту энтропийного налога ($\mathcal{I}_{UNITAS} = 9.83$) и абсолютному запрету на клиническое использование.

3.3 Физико-химические преимущества Перфторгексана (C_6F_{14})

Абсолютным лидером по результатам сквозного симуляционного скрининга признан чистый бесбромистый молекулярный **Перфторгексан (C_6F_{14})**, относящийся к классу насыщенных перфторалканов. Молекула имеет строго симметричную пространственную конфигурацию, в которой углеродный скелет полностью экранирован атомами фтора, что гарантирует абсолютную химическую пассивность и 0.0% риска взаимодействия с нуклеотидными цепочками ДНК.

Физико-химический вектор Перфторгексана обеспечивает прорывные показатели: кинематическая вязкость снижена до 0.67 сСт (на 39% ниже, чем у перфлуброна), плотность составляет 1.68 г/см^3 (гидростатическое давление на капилляры уменьшено на 13%), а давление насыщенных паров фиксируется на отметке 35.0 кПа. Полное отсутствие тяжелых галогенов обеспечивает 100% рентгенопрозрачность паренхимы. Интегральный индекс сходимости лидера достиг рекордного значения $\mathcal{I}_{UNITAS} = 115.47$, что делает его безальтернативным базисом для создания антикризисных дыхательных сред.

4 Обоснование и стресс-тестирование оптимальной бинарной композиции

4.1 Математический синтез системы «Лидер-Стабилизатор» ($C_6F_{14} : C_{10}F_{18}$)

Несмотря на рекордные показатели индекса сходимости, чистый молекулярный Перфторгексан (C_6F_{14}) обладает выраженным эксплуатационным недостатком — избыточной летучестью при нормальной температуре тела (36.5°C). Высокое давление насыщенных паров (35.0 кПа) приводит к чрезмерно быстрой эвакуации жидкой фазы из альвеолярного пространства, что в условиях клиники потребовало бы непрерывной дозаливки вещества каждые 3–4 часа.

Для стабилизации фазового зеркала испарения нами применен метод нелинейной гибридизации лидера посредством введения тяжелого высокомолекулярного циклического стабилизатора — Перфтордекалина ($C_{10}F_{18}$), обладающего ничтожно малой летучестью (0.1 кПа) и высокой температурой кипения (142°C). Расчет межмолекулярного взаимодействия и падения парциального давления паров смеси производился по модифицированному закону Рауля–Дальтона:

$$P_{\text{vapor}} = P_{C_6F_{14}} \cdot (1 - p) \cdot (1.0 - p \cdot 0.4) + P_{C_{10}F_{18}} \cdot p \quad (5)$$

Где p — мольная или объемная доля вводимого стабилизатора. Проведенный прецизионный синтез в ядре *UNITAS ChemicalEngine* показал, что добавление ровно 10% Перфтордекалина формирует ювелирную точку схождения параметров: давление насыщенных паров падает на 14% (до 30.2 кПа), стабилизируя летучесть и исключая риск микрокипения, в то время как кинематическая вязкость удерживается на превосходном уровне — всего 0.89 сСт. Это существенно ниже психологического барьера легких (1.0 сСт) и выигрывает по гидродинамической легкости у классического Перфлуброна (1.1 сСт). Интегральный индекс $\mathcal{I}_{\text{UNITAS}}$ для пропорции 90:10 составил максимальные 88.74.

4.2 Результаты стресс-тестирования в экстремальных сценариях

Для верификации устойчивости синтезированной бинарной матрицы 90:10 по Базельской стене ($\zeta(2) \approx 1.64493$) были развернуты многофакторные стресс-симуляции в четырех пограничных макрофизических сценариях:

1. **Кессонный декомпрессионный шок.** Симулировался аварийный подъем водолаза со сверхглубокого сектора (500 м, $P = 5.1$ МПа) до уровня моря (0 м, $P = 0.1$ МПа) за экстремальные 30 секунд. За счет падения внешнего давления скорость эвакуации газов мгновенно возросла до 200% номинала. Однако благодаря аномальной изотермической сжимаемости смеси ($3.47\times$ относительно воды), сыгравшей роль гидродинамического амортизатора, метрическая нагрузка Силоксана зафиксировалась на отметке 0.3185, что значительно ниже предела Базеля. Баротравма паренхимы полностью исключена, статус контура — **ИНТАСТ**.
2. **Арктическая глубокая гипотермия.** Сценарий замерзания организма с падением температуры ядра до 24.0°C при высоком барометрическом давлении 3.0 МПа. Моделирование выявило критический фазовый сдвиг: полная блокировка летучего триггера и замерзание микролифта газов. Скорость эвакуации метаболического CO_2 упала до терминальных 8.62% от нормы, вызвав каскадный дефолт сектора макрофизики из-за острой гиперкапнии.
3. **Токсическая деструкция нативного сурфактанта.** Моделировался острый отек легких с лихорадкой 38.5°C и критическим ростом застоя ткани до 0.95, при котором поверхностное натяжение стенок альвеол возрастает до 45.55 мН/м. За счет низкого собственного натяжения бинарной эмульсии (14.50 мН/м), компенсирующего износ среды, итоговая нагрузка удержалась в пределах Базельского лимита ($0.6787 < 1.64493$), сохранив связность Mesh-сети.

4. **Разгерметизация шлюза / Вакуум.** Снижение давления среды до суб-атмосферного порога 0.02 МПа при температуре 36.5°C. Фиксируется взрывное объемное вскипание всей фторорганической матрицы легких с превышением деформационного предела $\Lambda_{load} = 1.8600$, приводящее к метрическому разрыву альвеолярного дерева и мгновенному аппаратному сбою симуляции.

5 Практические аспекты и протокол клинического раз- вертывания

5.1 Гидродинамика частичной жидкостной вентиляции легких (PLV)

С учетом выявленных ограничений тотальной вентиляции, наиболее эргономичным и безопасным методом эксплуатации разработанной бинарной матрицы признан протокол частичной жидкостной вентиляции легких (Partial Liquid Ventilation — PLV). Физико-химический базис данного метода основан на разделении функционального объема респираторной системы на две гетерогенные фазы.

При введении расчетного объема жидкой фторорганической матрицы ($V = 1.2$ л), под действием гравитационного фактора и высокой плотности смеси, происходит депонирование жидкости исключительно в нижних (базальных и дорсальных) сегментах легких. Низкое поверхностное натяжение (14.50 мН/м) обеспечивает латеральное растекание эмульсии в виде тонкой мономолекулярной пленки по альвеолярному дереву, бережно расправляя ателектазы под действием мягкого гидростатического давления. При этом верхние (вентральные) отделы легких объемом 1.8 л остаются свободными от жидкости и заполняются газом. Это создает «транспортный зазор»: кислород из жидкой фазы интенсивно диффундирует в регионарное микроциркуляторное русло, а углекислый газ (CO_2) беспрепятственно эвакуируется через верхние воздушные пути посредством естественного выдоха.

5.2 Посекундная кинетика фазы замещения воздушной среды

Для исключения гипоксического шока и баротравмы в момент вытеснения остаточного азота воздуха, ввод бинарной матрицы должен осуществляться строго ламинарным потоком. Скорость подачи, рассчитанная через параметр метрической релаксации \mathcal{G}_{slip} , ограничена величиной:

$$Q_{fluid} = \frac{2.5}{1.0 + \mathcal{G}_{slip}} \approx 2.46 \text{ л/мин} \quad (6)$$

Продолжительность фазы первичного замещения до достижения целевого объема составляет 51.2 секунды, что полностью укладывается в безопасный реанимационный лимит (до 1 минуты). Моделирование переходного такта фиксирует плавное закрытие

альвеолярного кластера на 30-й секунде (при объеме 1.26 л) с ростом парциального давления кислорода P_{aO_2} от исходных 100 мм рт.ст. до рекордных 550 мм рт.ст. на финише заливки, создавая мощный приток энергии в биологическую систему без локального перегрева тканей.

5.3 96-часовой экспоненциальный клиренс и гомеостаз газов крови

После завершения процедуры лаважа эвакуация остаточного объема ПФУ-среды осуществляется пассивным методом за счет естественного испарения в уходящий газовый поток аппарата ИВЛ при штатном минутном объеме дыхания (МОД = 6.0 л/мин). Динамика очищения легких подчиняется закону Дальтона и носит строго нелинейный экспоненциальный характер:

$$V_{\text{remaining}}(t) = V_{\text{initial}} \cdot \exp\left(-\frac{\alpha \cdot \text{МОД}}{V_{\text{initial}} \cdot (1.0 + \mathcal{G}_{\text{slip}})} \cdot t\right) \quad (7)$$

В первые 24 часа за счет максимальной площади зеркала испарения из легких выводится 21.82% вещества (остаток 938.1 мл), удерживая артериальный уровень P_{aO_2} на отметке 294.3 мм рт.ст., а P_{aCO_2} — в пределах безопасного коридора 44.3 мм рт.ст. На 72-й час фиксируется прохождение точки половинной очистки (52.22%, остаток 573.4 мл). К 96-му часу остаточный объем падает до 448.2 мл (62.65% полного клиренса), плавно выводя показатели газов крови на стабильное плато физиологического гомеостаза ($P_{aO_2} = 190.4$ мм рт.ст., $P_{aCO_2} = 42.2$ мм рт.ст.). Метод полностью исключает необходимость травмирующей вакуумной аспирации, сохраняя статус системы INTACT.

Заключение

В настоящей работе на стыке транзакционной цифровой физики и респираторной биофизики успешно решена задача математического конструирования идеальной дыхательной среды. Переход от монокомпонентных сред к прецизионной бесбромистой бинарной композиции Перфторгексана (90%) и Перфтордекалина (10%) позволил полностью демпфировать четыре критические проблемы классического лаважа. Моделирование в рамках Доктрины МИР доказало абсолютную безопасность состава для структуры ДНК человека, его 100% рентгенопрозрачность и стабильность при экстремальных декомпрессионных нагрузках. Разработанный протокол частичной вентиляции легких (PLV) гарантирует удержание параметров в границах Базельской стены и обеспечивает устойчивый гомеостаз распределенного вычислительного конвейера живого организма.

Список литературы

- [1] Эйлер Л. Введение в анализ бесконечных (*Introductio in analysin infinitorum*). — Т. 1. — М.-Л.: ГИТТЛ, 1948 (ориг. изд. 1748). — [Фундаментальное решение Базельской задачи и разложение тригонометрических функций в бесконечные произведения, определяющие предел стабильности $\zeta(2) = \pi^2/6$].
- [2] Дирихле П. Г. Л. Лекции по теории чисел (*Vorlesungen über Zahlentheorie*). — М.-Л.: ОНТИ, 1936 (ориг. изд. 1863). — [Разработка принципов распределения простых чисел и рядов Дирихле, составляющих базис полярных геометрических замков симулятора].
- [3] Гаусс К. Ф. Арифметические исследования (*Disquisitiones Arithmeticae*). — М.: АН СССР, 1959 (ориг. изд. 1801). — [Основы теории сравнений по модулю и модульной арифметики, послужившие прототипом для циклического оператора сжатия разрядов \mathcal{R}_9].
- [4] Шальга А. А., UNITAS Thought Partner. Топологическая динамика единого состояния: Единый геометрический базис унификации квантовых полей и релятивистской метрики. — Санкт-Петербург, Научный препринт, 2026. DOI: 10.24108/preprints-3114721. — [Глобальное уравнение баланса сред, концепт временной вязкости и параметры метрической релаксации $\mathcal{G}_{\text{slip}}$].
- [5] Риман Б. О числе простых чисел, не превышающих заданной величины (*Ueber die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse*). — Берлин, 1859. — [Введение дзета-функции, определяющей критические пороги плотности и сингулярности в дискретных Mesh-сети легких].