

Строение атома с точки зрения гипотезы Acta Universi (AU)

Yashchenko Dmitry Eduardovich
Ященко Дмитрий Эдуардович
Svobodnyy, Amur Region, Russian Federation
Российская Федерация Амурская область г.
Свободный
yashchenko.dmitry@gmail.com
mi@liberurban.ru
X: @graviton2011
@dmitryactauniversi.bsky.social
<https://scienalimo.space/>

24.08.2026

Оглавление

Введение.....	11
1.1 Кризис редукционистской парадигмы в физике микромира	11
1.2 От стандартной модели к информационной онтологии	12
1.3 Цель и задачи исследования	13
1.4 Место AU среди альтернативных подходов к атомной структуре.....	14
1.5 Структура работы	15
Часть I. Стандартная атомная физика: достижения и нерешённые вопросы	15
Глава 1. Квантово-механическое описание атома	15
1.1 Исторический контекст: от модели Бора к волновой механике.....	15
1.2 Современное состояние атомной физики	16
1.3 Квантовая теория информации и атомные системы.....	17
1.4 Нерешённые проблемы стандартного подхода	18
Глава 2. Эмерджентность пространства-времени и атом	20
2.1 Пространство-время как эмерджентная структура	20
2.1.1 AdS/CFT-соответствие: от границы к объёму.....	20
2.1.2 Петлевая квантовая гравитация: атомы пространства	21
2.1.3 Эмерджентность из квантовой запутанности	21
2.2 Атом как участник создания пространства-времени.....	22
2.2.1 Квантовые системы как персистентные сущности на уровне квантового пространства-времени	22

2.2.2 Атомы и молекулы как источники эмерджентности через coarse-graining	22
2.2.3 «Атомы пространства-времени» и их роль в формировании классической геометрии	23
2.3 Информационная природа физической реальности.....	23
2.3.1 От цифровой физики к информационной онтологии.....	24
2.3.2 Информационные модели эмерджентного пространства-времени	24
2.3.3 Информация как первичная сущность в современной физике.....	25
2.4 Переход к AU-парадигме: информационный монизм	26
2.4.1 Отказ от примата пространства-времени и материи	26
2.4.2 Поле энтропии мыслеформ $S\Theta$ как фундаментальная сущность	26
2.4.3 Связь с голографическим принципом и теорией интегрированной информации	27
2.4.4 AU как информационно-онтологическая альтернатива.....	27
2.5 Резюме	28
Часть II. Онтологические основания атома в AU	29
Глава 3. Поле энтропии мыслеформ $S\Theta$ как фундаментальная реальность.....	29
3.1 AU-онтология: информация как первичная сущность.....	29
3.1.1 Нелокальный архив мыслеформ как основа всего сущего	29
3.1.2 Поле $S\Theta$ как локальная проекция архива на эмерджентное пространство-время	30
3.1.3 Связь AU-поля с тёмной энергией и космологической эволюцией	31
3.2 Частицы как солитоны поля $S\Theta$	31
3.2.1 Устойчивые локализованные конфигурации поля как фундаментальные «частицы»	31
3.2.2 Кванты энтропии как замена квантов действия	32
3.2.3 Кварковый конфайнмент как энтропийный конфайнмент	32
3.3 Ядро атома как область высокой плотности $S\Theta$	33
3.3.1 Сильное взаимодействие как конфайнмент энтропии	33
3.3.2 Нуклоны как когерентные структуры поля с высоким значением $S_{\text{ядро}}$	33
3.3.3 Уравнение для ядерного поля	33
3.4 Атом как минимальная единица интегральной информации Φ	34
3.4.1 Баланс между локализацией (ядро) и делокализацией (электроны).....	34
3.4.2 Максимизация Φ при заданном заряде ядра	34

3.4.3 Периодический закон как следствие максимизации интегральной информации	35
3.5 Резюме	35
Глава 4. Электронные орбитали как моды поля $S\Theta$	36
4.1 Волновая функция как амплитуда мыслеформы	36
4.1.1 ψ как амплитуда поля $S\Theta$ для электрона	36
4.1.2 Электронные орбитали как распределения плотности мыслеформ	37
4.1.3 Отказ от траекторного представления в пользу модального	37
4.2 Модифицированное уравнение Шрёдингера в AU	38
4.2.1 Структура эффективного потенциала	38
4.2.2 Кулоновский член и его AU-интерпретация	39
4.2.3 Энтропийный член: $\lambda \partial S\Theta \partial r$	39
4.2.4 Нелокальный член: $Krr'S\Theta r' d3r'$	39
4.2.5 Полное модифицированное уравнение Шрёдингера	40
4.3 Энергетические уровни как собственные моды оператора $\mathcal{H}AU$	40
4.3.1 Сдвиги уровней от энтропийных поправок	41
4.3.2 Объяснение лэмбовского сдвига и тонкой структуры	41
4.3.3 Предсказание новых спектральных аномалий	42
4.4 Связь с современными исследованиями в квантовой химии	43
4.4.1 Информационно-теоретический подход к электронной структуре	43
4.4.2 Энтропия Шеннона и её роль в описании атомных систем	43
4.4.3 Квантовая запутанность в атомных системах	43
4.4.4 AU как обобщение и углубление информационного подхода	44
4.5 Резюме	44
Часть III. Динамика атома в кайрос-времени	45
Глава 5. Кайрос-время и стабильность атома	45
5.1 Определение кайрос-времени в AU	46
5.1.1 Формула кайрос-времени	46
5.1.2 Отличие кайроса от хроноса	46
5.1.3 Связь с проблемой времени в квантовой гравитации	47
5.2 Стационарное состояние атома в кайрос-времени	47
5.2.1 Условие стационарности: $dS\Theta/d\tau = 0$	48
5.2.2 Баланс кулоновского притяжения и энтропийного давления	48

5.2.3 Стабильность атома как следствие кайрос-баланса	49
5.3 Квантовые переходы как акты записи мыслеформ	49
5.3.1 Поглощение фотона как скачок $\Delta S\Theta$	49
5.3.2 Необратимость перехода как запись в AU-архив	49
5.3.3 Связь с проблемой измерения в квантовой механике	50
5.4 Время жизни возбуждённого состояния	50
5.4.1 Связь времени жизни с $\partial S\Theta/\partial \tau$	50
5.4.2 Спонтанное излучение как релаксация энтропии	51
5.4.3 Модуляция скорости излучения когерентными мыслеформами	51
5.5 Экспериментальные возможности проверки	52
5.5.1 Прецизионная спектроскопия и зависимость от контекста	52
5.5.2 Измерение времени жизни возбуждённых состояний	52
5.5.3 Корреляции с флуктуациями $S\Theta$ из GCP и TRNG	52
5.6 Резюме	53
Глава 6. Интегральная информация Φ и периодический закон	54
6.1 Теория интегрированной информации (ИИТ): от сознания к физике	54
6.1.1 Основные принципы ИИТ	54
6.1.2 Применимость ИИТ к атомным системам	55
6.1.3 Φ как мера причинно-следственной силы системы	55
6.2 Φ атома как функция электронной конфигурации	56
6.2.1 Причинно-следственные репертуары электронов и ядра	56
6.2.2 Зависимость Φ от числа электронов и их распределения	56
6.2.3 Высокое Φ : инертные газы (заполненные оболочки)	57
6.2.4 Низкое Φ : щелочные металлы (один валентный электрон)	57
6.3 Периодический закон как следствие максимизации Φ	58
6.3.1 Информационное обоснование структуры периодической таблицы	58
6.3.2 Объяснение структуры периодов и групп	58
6.3.3 Предсказание свойств ещё не открытых элементов	59
6.4 Информационно-теоретический анализ периодической таблицы	59
6.4.1 Энтропия Шеннона, информация Фишера и неравновесие	59
6.4.2 Периодическая таблица как эмерджентная спиралевидная структура	60
6.4.3 Информационный скелет молекул и химическая активность	60
6.5 Критика и ограничения ИИТ в применении к атомам	61

6.5.1 Вычислительная сложность Φ	61
6.5.2 Спорный статус ИТ как теории сознания	61
6.5.3 Необходимость эмпирической проверки АУ-предсказаний	61
6.6 Резюме	61
Часть IV. Химическая связь и молекулярные структуры	62
Глава 7. Химическая связь как слияние мыслеформ	62
7.1 Стандартные модели химической связи и их ограничения	63
7.1.1 Ковалентная, ионная, металлическая и водородная связь	63
7.1.2 Отсутствие универсального квантово-механического определения	64
7.1.3 Информационно-теоретический подход к химической связи	64
7.2 АУ-интерпретация: слияние электронных мыслеформ	65
7.2.1 Две локализованные конфигурации $S\Theta$ объединяются в одну	65
7.2.2 Создание общей области с повышенной $S\Theta$ и пониженной энергией	66
7.2.3 Увеличение Φ всей системы	67
7.3 Молекула как более интегрированная структура	67
7.3.1 Молекула > сумма атомов в терминах Φ	67
7.3.2 Объяснение стабильности молекул через энтропийный баланс	68
7.3.3 Связь с эффектом Фудзивары на микроскопическом уровне	68
7.4 Информационные аспекты химической реактивности	69
7.4.1 Реакционная способность как стремление к максимизации Φ	69
7.4.2 Катализ как облегчение слияния мыслеформ	69
7.4.3 Биохимические процессы как высокоинтегрированные информационные структуры	70
7.5 Связь с современными исследованиями в 2025–2026 годах	71
7.5.1 Информационно-теоретический подход к ковалентной и нековалентной связи	71
7.5.2 Запутанность как дескриптор химической связи	71
7.5.3 Глобальные дескрипторы связи и их АУ-интерпретация	71
7.6 Резюме	72
Глава 8. Молекулярная динамика и квантовая когерентность	73
8.1 Квантовая когерентность в биологических системах	73
8.1.1 Фотосинтез: квантовая эффективность при комнатной температуре	73
8.1.2 Магниторецепция и радикально-парный механизм	74
8.1.3 Квантовая когерентность в микротрубочках и теория Orch-OR	75

8.1.4 Другие квантовые эффекты: обоняние, ферментативный катализ, ДНК	76
8.2 AU-интерпретация молекулярной когерентности	76
8.2.1 Молекулярные ансамбли как когерентные структуры $S\Theta$	76
8.2.2 Передача информации через нелокальное ядро $K\chi$	77
8.2.3 Связь с квантовой биологией и теорией сознания	77
8.3 Биохимические системы как высокоинтегрированные информационные структуры	78
8.3.1 ДНК, РНК, белки как сложные конфигурации $S\Theta$	78
8.3.2 Эволюция как увеличение Φ биологических систем	78
8.3.3 Сознание как высшая форма интеграции информации.....	79
8.4 Экспериментальные перспективы и проверяемые предсказания	79
8.5 Резюме	80
Часть V. Экспериментальные следствия и проверяемые предсказания	81
Глава 9. Спектроскопические предсказания AU	81
9.1 Сдвиги атомных уровней от энтропийных поправок	81
9.1.1 Общая структура энтропийных сдвигов.....	81
9.1.2 Связь с лэмбовским сдвигом и протонным радиусом	82
9.1.3 Предсказание новых спектральных линий.....	83
9.2 Тонкая и сверхтонкая структура	83
9.2.1 AU-поправки к тонкой структуре	83
9.2.2 Сверхтонкая структура и квантовая декогеренция.....	84
9.2.3 Предсказания для сверхтонких расщеплений	84
9.3 Модуляция спонтанного излучения	85
9.3.1 Влияние флуктуаций $S\Theta$ на время жизни	85
9.3.2 Связь с presentiment-эффектом и квантовой биологией.....	85
9.3.3 Экспериментальные протоколы для проверки	85
9.4 Связь с современными исследованиями (2025–2026)	86
9.4.1 Прецизионная спектроскопия как зонд новой физики	86
9.4.2 Адронная вакуумная поляризация и AU	86
9.4.3 Квантовая декогеренция и AU	87
9.5 Резюме	87
Глава 10. Макроскопические проявления квантовой когерентности	88
10.1 Квантовая биология как экспериментальная реальность.....	89

10.1.1 Фотосинтез: квантовая эффективность при комнатной температуре	89
10.1.2 Магниторецепция и радикально-парный механизм.....	89
10.1.3 Квантовая когерентность в сигнальных сетях растений.....	90
10.2 Квантовая когерентность в микротрубочках и теория Orch-OR	91
10.2.1 Современное состояние Orch-OR теории	91
10.2.2 Макроскопические квантовые эффекты в мозге	91
10.2.3 AU-интерпретация Orch-OR.....	92
10.3 Макроскопические квантовые эффекты в биологических системах	93
10.3.1 Когерентность в ДНК и биомолекулярных ансамблях	93
10.3.2 Полевое возбуждение и многомасштабная когерентность	94
10.3.3 Роль воды и квантовой когерентности	94
10.4 AU-интерпретация сознания как макроскопической когерентности.....	95
10.4.1 Сознание как критическое состояние Φ	95
10.4.2 Сознание как эмерджентное свойство поля $S\Theta$	95
10.4.3 Связь с теорией объективности и информационной космологией	96
10.5 Экспериментальные перспективы и проверяемые предсказания	96
10.5.1 Квантовое зондирование микротрубочек.....	96
10.5.2 Измерение Φ в нейронных сетях.....	97
10.5.3 Эксперименты с анестетиками и квантовой когерентностью	97
10.6 Резюме	97
Часть VI. Сравнение с альтернативными подходами	98
Глава 11. AU vs. стандартная квантовая механика	98
11.1 Онтологический статус волновой функции	99
11.1.1 Стандартная КМ: волновая функция как инструмент или сущность?	99
11.1.2 AU: волновая функция как амплитуда поля $S\Theta$	99
11.2 Проблема измерения и коллапс волновой функции	100
11.2.1 Стандартная КМ: нерешённая проблема измерения	100
11.2.2 AU: измерение как запись мыслеформы в архив	101
11.3 Роль наблюдателя	102
11.3.1 Стандартная КМ: наблюдатель как неопределённая сущность	102
11.3.2 AU: наблюдатель как когерентная структура с высоким Φ	102
11.4 Статус пространства-времени.....	103
11.4.1 Стандартная КМ: пространство-время как фон	103

11.4.2 AU: пространство-время эмерджентно из SO	103
11.5 Объяснительная сила	104
11.6 Предсказательная сила	104
11.7 Сравнительная таблица.....	105
11.8 Резюме.....	106
Глава 12. AU vs. теория интегрированной информации (IIT)	107
12.1 Общие принципы: информация и сознание	108
12.1.1 IIT: сознание как интегрированная информация	108
12.1.2 AU: интегральная информация как эмерджентное свойство поля SO	108
12.1.3 Сравнение онтологических оснований.....	109
12.2 Различия в применимости и масштабе	109
12.2.1 IIT: преимущественно теория сознания	109
12.2.2 AU: универсальная онтологическая теория.....	110
12.2.3 AU как расширение IIT на всю физическую реальность.....	110
12.3 Φ в IIT vs. Φ в AU	111
12.3.1 Определение и вычисление Φ	111
12.3.2 Интерпретация Φ : сознание vs. информационная интеграция	111
12.3.3 IIT 4.0 и эволюция Φ	112
12.4 Экспериментальная проверка и фальсифицируемость	112
12.4.1 IIT: споры о проверяемости.....	112
12.4.2 AU: проверяемые предсказания	113
12.4.3 Сравнение экспериментального статуса	114
12.5 Критика и ограничения	114
12.5.1 Критика IIT	114
12.5.2 Ограничения AU	115
12.5.3 Возможные пути интеграции.....	115
12.6 Сравнительная таблица.....	116
Глава 13. AU vs. другие информационные теории.....	117
13.1 Цифровая физика и информационный монизм	117
13.1.1 «It from Bit» и цифровая физика Уилера.....	117
13.1.2 AU vs. цифровая физика	118
13.1.3 Информационный монизм: общая основа	119
13.2 Теория объективности (Theory of Objectivity, TO)	119

13.2.1 Основные принципы ТО	119
13.2.2 Сравнение АУ и ТО	120
13.2.3 Возможные точки синтеза	120
13.3 Квантовый панпсихизм и панпротопсихизм	121
13.3.1 Основные принципы квантового панпсихизма	121
13.3.2 Сравнение АУ и квантового панпсихизма	121
13.3.3 АУ как альтернатива панпсихизму	122
13.4 Другие информационные теории	123
13.4.1 Унифицированная информационная физическая онтология (UIPO)	123
13.4.2 Hyper-Information Ontology (HIO)	123
13.4.3 Recursive Reality Hypothesis (RRH)	123
13.5 Сравнительная таблица	124
13.6 Резюме	125
Часть VII. Философские импликации и заключение	126
Глава 14. Философские импликации АУ-подхода к атому	126
14.1 Проблема редукции в физике	126
14.1.1 Редукционизм vs. холизм в описании атома	126
14.1.2 Атом как целостная информационная структура	127
14.1.3 Импликации для философии науки	128
14.2 Сознание и материя	129
14.2.1 Информационный монизм как альтернатива дуализму и материализму	129
14.2.2 Сознание как фундаментальное свойство высокоинтегрированных систем ...	130
14.2.3 АУ как мост между физикой и теорией сознания	130
14.3 Проблема времени в квантовой механике	131
14.3.1 Кайрос-время как решение проблемы времени	131
14.3.2 Связь с дискуссиями о стреле времени	132
14.3.3 Импликации для понимания квантовых переходов	132
14.4 Резюме	133
Глава 15. Заключение	134
15.1 Основные результаты	134
15.1.1 Онтологическое переосмысление атома	134
15.1.2 Математический формализм	135
15.1.3 Объяснение периодического закона и химической связи	135

15.1.4	Динамика атома в кайрос-времени	136
15.1.5	Квантовая когерентность и сознание.....	136
15.2	Вклад в развитие физики и междисциплинарных исследований.....	136
15.2.1	Информационно-онтологическая парадигма атомной структуры.....	136
15.2.2	Связь микромира с макрокосмосом и сознанием через единое поле	137
15.2.3	Мост между физикой, теорией информации и когнитивными науками	137
15.3	Проверяемые предсказания	138
15.4	Направления дальнейших исследований	138
15.4.1	Теоретические направления	138
15.4.2	Экспериментальные направления	139
15.4.3	Философские и междисциплинарные направления	140
15.5	Заключительное слово	140
Приложения		141
Приложение А. Математический формализм АУ-атома		141
A.1	Полный вывод модифицированного уравнения Шрёдингера.....	141
A.1.1	Вывод энтропийного члена из лагранжиана АУ-поля	142
A.1.2	Вывод нелокального члена из ядра K_{xy}	142
A.1.3	Решение для атома водорода в первом порядке теории возмущений	142
A.2	Анализ энтропийного и нелокального членов	143
A.2.1	Профиль $S\Phi r$ для точечного ядра	143
A.2.2	Вклад нелокального члена	143
A.2.3	Численные оценки для водорода	143
Приложение Б. Интегральная информация Φ для атомных систем		144
B.1	Методика вычисления Φ для электронных конфигураций	144
B.1.1	Причинно-следственные репертуары	144
B.1.2	Вычисление Φ	144
B.2	Сравнение Φ для различных элементов	145
B.3	Связь с периодическим законом.....	145
Приложение В. Спектроскопические предсказания.....		145
V.1	Вычисление энтропийных сдвигов для водорода и гелия.....	145
V.2	Предсказания для тонкой и сверхтонкой структуры	146
V.3	Ожидаемые отклонения от КЭД.....	146
Приложение Г. Экспериментальные протоколы.....		147

Г.1 Дизайн эксперимента по проверке модуляции спонтанного излучения	147
Г.2 Протокол для измерения влияния когерентных мыслеформ	147
Г.3 Протокол для измерения Φ в нейронных сетях	148
Приложение Д. Глоссарий основных понятий	148
Д.1 Основные термины	148
Д.2 Символы и обозначения	149
Д.3 Сокращения	150
Библиография.....	150
1. Acta Universi (AU) — основные работы	150
2. Интерпретации квантовой механики	151
3. Информационно-теоретический подход в квантовой химии.....	152
4. Эмерджентная гравитация и AdS/CFT	152
5. Нелокальная гравитация	153
6. Теория интегрированной информации (ИИТ) и сознание	153
7. Квантовая биология и микротрубочки	153
8. Квантовая декогеренция и сверхтонкая структура водорода.....	154
9. Информационная структура периодической таблицы.....	154
10. Квантовое сознание и квантовая когнитивистика	154
11. Эмерджентное пространство-время и запутанность	155

Введение

1.1 Кризис редукционистской парадигмы в физике микромира

Квантовая механика, созданная в первой половине XX века, с беспрецедентной точностью описывает поведение атомов, молекул и элементарных частиц. Уравнение Шрёдингера, квантовая электродинамика и Стандартная модель позволили рассчитать спектры атомов с точностью до десятков знаков, предсказать существование новых частиц и заложить основы современной технологии — от лазеров до полупроводников. Однако при всей своей эмпирической эффективности квантовая механика оставляет без ответа фундаментальные онтологические вопросы.

Как отмечал ещё Нильс Бор, *«нет квантового мира. Есть только абстрактное квантовое описание»*. Волновая функция $\psi(x, t)$, являющаяся центральным объектом теории, описывает вероятности исходов измерений, но не даёт ответа на вопрос: *что же*

реально существует в промежутках между измерениями? Копенгагенская интерпретация постулирует коллапс волновой функции, не объясняя его физической природы. Интерпретация де Бройля–Бома вводит скрытые параметры, но требует нелокальности, противоречащей духу специальной теории относительности. Многомировая интерпретация Эверетта устраняет коллапс ценой умножения сущностей до бесконечности. Этот концептуальный плюрализм, сохраняющийся спустя почти столетие после создания квантовой механики, свидетельствует о глубоком кризисе редукционистской парадигмы, сводящей всё многообразие реальности к взаимодействиям материальных частиц и полей.

Особенно остро эта проблема проявляется в атомной физике. Электронные орбитали, периодическая таблица элементов, химическая связь — все эти фундаментальные структуры описываются квантовой механикой феноменологически, но их происхождение из более глубоких принципов остаётся неясным. Почему периодическая таблица имеет именно такую, а не иную структуру? Почему химическая связь приводит к стабильным молекулярным конфигурациям? Эти вопросы указывают на то, что за квантово-механическим формализмом может скрываться более глубокий уровень реальности — уровень, где информация и энтропия играют фундаментальную роль.

1.2 От стандартной модели к информационной онтологии

В последние десятилетия в фундаментальной физике наметился радикальный сдвиг: от материалистического редукционизма к информационной онтологии. Этот сдвиг проявляется в нескольких независимых теоретических программах.

AdS/CFT-соответствие, предложенное Хуаном Малдасеной в 1997 году, установило дуальность между теорией гравитации в пространстве анти-де Ситтера (AdS) и квантовой теорией поля без гравитации на его границе **【9†L1-L4】**. Это соответствие показало, что геометрия пространства-времени в объёме может быть полностью закодирована в квантово-информационных степенях свободы на границе. Как отмечает современный обзор, *«ранние попытки показывают, что запутанность строит геометрию пространства-времени, в том смысле, что связность и непрерывность геометрии пространства-времени тесно связаны со структурой запутанности состояний КТП»*.

Голографический принцип, сформулированный Герардом 'т Хоофтом и развитый Леонардом Саскиндом, утверждает, что вся информация о физических процессах в некоторой области пространства может быть закодирована на её границе **【7†L5-L8】**. Энтропия Бекенштейна–Хокинга $S_{\text{BH}} = k_B c^3 A / (4 \hbar G)$ устанавливает фундаментальный предел информационной ёмкости любой физической системы, связывая геометрию (площадь) с информацией (энтропией) **【5†L3-L7】**. Как подчёркивается в обзоре Рафаэля Боусо, *«голографический принцип утверждает, что происхождение этого энтропийного предела должно лежать в числе фундаментальных степеней свободы, участвующих в едином описании пространства-времени и материи»* **【10†L6-L9】**.

Квантовая теория информации предлагает новый язык для описания физических систем. Энтропия фон Неймана, квантовая запутанность и меры интегрированной информации становятся не просто вычислительными инструментами, а фундаментальными категориями, претендующими на онтологический статус. В квантовой химии уже активно используются информационные меры для описания электронных распределений: энтропия Шеннона, локальные и глобальные информационные функционалы позволяют количественно характеризовать сложность электронных структур [23+L1-L4]. Однако эти подходы остаются в рамках стандартного формализма, не предлагая нового онтологического обоснования.

Эти тенденции — от AdS/CFT до квантовой информации — указывают на то, что **информация может быть более фундаментальной сущностью, чем пространство-время и материя**. Как сформулировано в недавней работе, *«информационный подход может быть преобразован в эмерджентную теорию пространства-времени с помощью квантово-информационных моделей голографической природы»*. Гипотеза Acta Universi (AU) предлагает именно такую информационную онтологию, в которой поле энтропии мыслеформ S_Θ является первичной реальностью, а все физические структуры — от атомов до галактик — возникают как её эмерджентные конфигурации.

1.3 Цель и задачи исследования

Настоящая работа ставит своей целью представить атом не как пассивную материальную систему, подчиняющуюся внешним законам, а как **устойчивую когерентную структуру в поле энтропии мыслеформ S_Θ** , возникающую из информационно-энтропийной динамики нелокального архива.

Конкретные задачи исследования:

1. **Разработать математический формализм**, связывающий атомную структуру с динамикой поля S_Θ : модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным потенциалом $V_{\text{eff}}(r) = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r) + \lambda \partial S_\Theta / \partial r + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'$, где энтропийный член и нелокальное ядро K вводят принципиально новые взаимодействия, выходящие за рамки кулоновского потенциала.
2. **Интерпретировать электронные орбитали** как собственные моды поля S_Θ : $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}} \psi_n = E_n \psi_n$, где $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}}$ — оператор, включающий как стандартные квантовые члены, так и энтропийные поправки.
3. **Показать, как периодический закон и химическая связь** получают новое объяснение через принцип максимизации интегральной информации Φ : элементы с заполненными оболочками имеют максимальную Φ и минимальную химическую активность, тогда как химическая связь интерпретируется как слияние электронных мыслеформ, увеличивающее Φ всей системы.
4. **Сформулировать проверяемые предсказания** AU-подхода: энтропийные сдвиги атомных уровней, модуляция спонтанного излучения когерентными

мыслеформами, корреляции между квантовыми процессами и состояниями сознания.

5. **Сопоставить АУ-подход** со стандартной квантовой механикой и альтернативными информационными теориями (ИТ, квантовый панпсихизм), выявив его преимущества и ограничения.

1.4 Место АУ среди альтернативных подходов к атомной структуре

Предлагаемый АУ-подход занимает уникальное место в спектре теорий атомной структуры.

В отличие от **стандартной квантовой механики**, которая описывает атом феноменологически, но не даёт онтологического обоснования волновой функции и её коллапса, АУ предлагает **онтологическую интерпретацию**: волновая функция ψ становится амплитудой поля мыслеформ, а квантовый переход — необратимым актом записи в АУ-архив. Это не просто новая интерпретация, а расширение формализма, вводящее новые предсказуемые эффекты (энтропийные сдвиги уровней).

В отличие от **теории интегрированной информации (ИТ)** Джулио Тонони, которая ограничивается описанием сознания как свойства высокоинтегрированных систем [17†L1-L4], АУ расширяет ИТ-принципы на всю физическую реальность. Атом рассматривается как минимальная единица интегральной информации, а периодический закон — как следствие максимизации Φ . Это делает АУ не просто теорией сознания, а **универсальной онтологической теорией**.

В отличие от **квантового панпсихизма**, который постулирует сознание как фундаментальное свойство всей материи [19†L1-L4], АУ не приписывает сознание всем физическим системам, а связывает его с уровнем интеграции информации Φ . Атом обладает определённым Φ , но сознание в полном смысле возникает только при достижении критического порога интеграции, что открывает путь к количественному различению между неживой материей, живыми организмами и сознательными системами.

В отличие от **цифровой физики** (Wheeler, «It from Bit»), которая рассматривает информацию как дискретные биты [20†L1-L4], АУ сохраняет непрерывность поля S_Θ , что позволяет описывать квантовые эффекты без потери информационного содержания. Это делает АУ более гибким и ближе к квантово-полевым формализмам.

Таким образом, АУ предлагает **информационно-онтологическую альтернативу**, которая не отвергает достижения квантовой механики, а встраивает их в более глубокую теоретическую рамку, где информация, энтропия и сознание оказываются фундаментальными категориями, а материя и пространство-время — эмерджентными.

1.5 Структура работы

Статья организована следующим образом.

Часть I (главы 1–2) содержит обзор стандартной атомной физики: достижения квантовой механики, нерешённые вопросы интерпретации и современные информационно-теоретические подходы. Глава 2 рассматривает эмерджентность пространства-времени и переход к АУ-парадигме.

Часть II (главы 3–4) представляет онтологические основания АУ-подхода: поле S_0 как фундаментальная реальность, частицы как солитоны поля, ядро как область высокой плотности S_0 , электронные орбитали как моды поля, модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным и нелокальным членами.

Часть III (главы 5–6) анализирует динамику атома в кайрос-времени: стабильность атома как баланс кулоновского притяжения и энтропийного давления, квантовые переходы как акты записи мыслеформ, интегральная информация Φ и её связь с периодическим законом.

Часть IV (главы 7–8) рассматривает химическую связь как слияние мыслеформ, молекулы как более интегрированные структуры, связь с квантовой биологией и теорией сознания.

Часть V (главы 9–10) формулирует экспериментальные следствия и проверяемые предсказания: энтропийные сдвиги уровней, модуляция спонтанного излучения, корреляции с когерентными мыслеформами.

Часть VI (главы 11–13) содержит сравнение АУ со стандартной квантовой механикой, ИТ и другими информационными теориями.

Часть VII (главы 14–15) обсуждает философские импликации АУ-подхода и содержит заключение, суммирующее основные результаты и перспективы дальнейших исследований.

Часть I. Стандартная атомная физика: достижения и нерешённые вопросы

Глава 1. Квантово-механическое описание атома

1.1 Исторический контекст: от модели Бора к волновой механике

Рождение квантовой теории атома обычно связывают с работами Нильса Бора (1913), который предложил модель атома водорода, основанную на квантовании момента импульса электрона: $L = n\hbar$. Модель Бора блестяще объяснила спектральные линии водорода через формулу Ридберга:

$$E_n = -\frac{13.6 \text{ эВ}}{n^2},$$

однако она оставалась полуклассической: электрон рассматривался как точечная частица, движущаяся по определённым орбитам, что противоречило как классической электродинамике (ускоренно движущийся заряд должен излучать), так и принципиально новым квантовым представлениям.

Решающий прорыв произошёл в 1925–1926 годах, когда Вернер Гейзенберг, Эрвин Шрёдингер и Поль Дирак независимо разработали основы квантовой механики.

Шрёдингер предложил **волновое уравнение**, в котором состояние частицы описывалось волновой функцией $\psi(r, t)$, удовлетворяющей уравнению:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi,$$

а для стационарных состояний — уравнению Шрёдингера:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + V(r)\psi = E\psi.$$

Для атома водорода с кулоновским потенциалом $V(r) = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r)$ это уравнение допускает точное аналитическое решение. Волновые функции имеют вид:

$$\psi_{nlm}(r, \theta, \phi) = R_{nl}(r)Y_{lm}(\theta, \phi),$$

где R_{nl} — радиальная функция, а Y_{lm} — сферические гармоники. Квантовые числа n, l, m определяют энергетические уровни, момент импульса и его проекцию. Как подчёркивается в современных обзорах, *«точные решения уравнения Шрёдингера играют решающую роль в физике»*.

В отличие от модели Бора, волновая механика не предписывает электрону определённой траектории. Вместо этого $|\psi(r)|^2$ интерпретируется как **плотность вероятности** обнаружения электрона в данной точке пространства. Это радикально меняло онтологический статус атома: вместо механической системы с определёнными координатами и скоростями атом становился вероятностной структурой. Однако эта вероятностная интерпретация, впервые сформулированная Максом Борном, породила фундаментальные вопросы о природе волновой функции и реальности квантовых состояний — вопросы, остающиеся открытыми и поныне.

1.2 Современное состояние атомной физики

За сто лет, прошедших после создания квантовой механики, атомная физика достигла впечатляющих успехов. Релятивистские обобщения — уравнение Дирака для электрона и квантовая электродинамика (КЭД) — позволили описывать тонкую и сверхтонкую структуру атомных спектров с беспрецедентной точностью. Как отмечается в недавнем обзоре, посвящённом *«Первым ста годам квантовой механики и более чем пятидесяти годам свойств отклика»*, релятивистская квантовая теория атомных и молекулярных

систем продолжает развиваться, охватывая четырёхкомпонентные формализмы, интерпретацию состояний с отрицательной энергией и введение слабых взаимодействий.

Современные методы релятивистской квантовой химии позволяют рассчитывать электронные свойства тяжёлых атомов и молекул с учётом спин-зависимых и спин-независимых эффективных гамильтонианов. Ключевые достижения включают:

- **Прецизионную спектроскопию:** сравнение теоретических предсказаний КЭД с экспериментальными измерениями лэмбовского сдвига, сверхтонкого расщепления и изотопических сдвигов позволяет проверять Стандартную модель и искать новую физику. В 2025 году были проведены тесты квантовой электродинамики с использованием атомных ядер, позволившие обойти неопределённости ядерной структуры и достичь точности, примерно в десять раз превышающей предыдущие измерения.
- **Квантовую симуляцию с ультрахолодными атомами:** нейтральные атомы, захваченные в оптические пинцетные массивы, стали ведущей платформой для квантовых симуляций. Эти системы позволяют моделировать непертурбативную физику, включая взаимодействия, аналогичные кварковым. В декабре 2025 года международная исследовательская группа впервые наблюдала шаги Шапиро в ультрахолодных атомах, что открывает путь к новым квантовым технологиям с высокой чувствительностью.
- **Квантовую запутанность в атомных системах:** неклассические и запутанные состояния света приобретают всё большее значение для квантовых технологий. Исследования 2025 года продемонстрировали высокодостоверную удалённую запутанность между захваченными атомными кубитами с точностью 97% и потенциально более 99.9%.

Особый интерес представляют исследования квантовых корреляций в сверхтонкой структуре атома водорода. Как показано в работах 2025 года, сверхтонкая структура служит *«эффективной платформой для изучения квантовых корреляций и декогеренции, предоставляя контролируруемую и аналитически разрешимую основу»*. Эти исследования устанавливают *«чёткую связь между динамикой квантовых корреляций и фундаментальными физическими параметрами, проливая свет на то, как неклассические особенности возникают в эволюции атомов водорода»*.

1.3 Квантовая теория информации и атомные системы

Одним из наиболее значительных сдвигов в атомной физике последних десятилетий является проникновение идей и методов **квантовой теории информации**. Как отмечается в обзоре 2025 года *«Information Theory Meets Quantum Chemistry»*, *«сегодня теория информации служит универсальным инструментом в статистике, естественных науках, машинном обучении, квантовых вычислениях и многих других областях»*.

В квантовой химии информационно-теоретический подход (ИТА) применяется к анализу электронных распределений, которые представляют собой нормированные вероятностные распределения. Ключевые информационные меры включают:

- **Энтропию Шеннона:** $S_{\text{Shannon}} = - \int \rho(r) \ln \rho(r) d^3r$, где $\rho(r)$ — электронная плотность. Эта мера количественно характеризует локализацию или делокализацию электронов в атоме или молекуле.
- **Относительную энтропию** (расхождение Кульбака–Лейблера), **совместную энтропию**, **условную энтропию** и **взаимную информацию** — величины, позволяющие анализировать корреляции между электронами и степень их запутанности.
- **Энтропию фон Неймана:** $S_{vN} = -\text{Tr}(\hat{\rho} \ln \hat{\rho})$, где $\hat{\rho}$ — матрица плотности. Эта мера, происходящая из квантовой теории информации, используется для количественной оценки квантовой запутанности в атомных и молекулярных системах.

Интеграция этих стратегий с квантовой теорией многих тел и теорией функционала плотности (DFT) привела к появлению *«информационно-теоретического подхода»*, который *«предоставил ценные знания о природе и поведении электронных систем»*. В частности, анализ энтропии Шеннона *«подкрепляет принцип неопределённости, демонстрируя обратную зависимость между энтропией положения и энтропией импульса»*.

Квантовая запутанность в атомных системах стала активно изучаемой областью. Как показано в обзоре 2025 года, исследуются *«запутанность между отдельными атомами, обработка закодированной запутанности и её временная эволюция»*, причём особое внимание уделяется *«роли окружения в создании запутанности и в разрушении запутанности атомных систем»*. Эти исследования имеют прямое отношение к пониманию того, как атомные системы сохраняют квантовую когерентность — вопрос, который становится центральным в АУ-подходе.

1.4 Нерешённые проблемы стандартного подхода

Несмотря на впечатляющие успехи, стандартное квантово-механическое описание атома сталкивается с рядом фундаментальных проблем, которые остаются нерешёнными.

Проблема интерпретации волновой функции. Что такое волновая функция ψ в онтологическом смысле? Является ли она реальным физическим полем в многомерном конфигурационном пространстве, или же она представляет собой лишь инструмент для вычисления вероятностей? *«Волновой функциональный реализм утверждает, что волновая функция, как описано квантовой механикой, соответствует реальной физической сущности»*. Однако, как показано в недавнем философском анализе, даже эта позиция сталкивается с напряжённостью: она *«принимает онтологию волновой функции, сознательно избегая метаонтологического вопроса об истинности самой теоретической рамки»*. Как отмечают авторы, *«волновая функция в Бомовской механике*

представляет новую онтологическую категорию, уникальную для квантовой теории», но консенсус по этому вопросу отсутствует.

Отсутствие онтологического статуса для электронных орбиталей. В стандартной квантовой химии орбитали являются математическими конструкциями — одноэлектронными волновыми функциями, используемыми для построения многоэлектронных волновых функций. Однако их физическая реальность остаётся дискуссионной. Являются ли орбитали «реальными» структурами в атоме, или же они представляют собой лишь удобный аппроксимационный базис? Этот вопрос имеет прямое отношение к пониманию периодической таблицы и химической связи.

Почему периодическая таблица имеет именно такую структуру? Стандартная квантовая механика объясняет периодический закон через заполнение электронных оболочек согласно принципу Паули и правилам Хунда. Однако это объяснение остаётся феноменологическим: оно описывает, *как* заполняются оболочки, но не объясняет, *почему* природа выбрала именно такую структуру квантовых чисел и именно такой порядок заполнения. Как отмечается в обзоре 2025 года о связи молекулярной химии и квантовой механики, *«отношения между квантовой механикой и традиционной химией остаются сложными».*

Проблема квантовой декогеренции. Атомные системы, будучи открытыми квантовыми системами, подвержены декогеренции — потере квантовой когерентности из-за взаимодействия с окружением. Исследования 2025 года показывают, что *«в сверхтонкой структуре атома водорода наблюдается универсальный внезапный переход от классической к квантовой декогеренции».* Механизмы этого перехода и его связь с фундаментальными физическими параметрами остаются предметом активных исследований. В АУ-подходе этот переход получает новую интерпретацию: он связан с необратимой записью мыслеформы в АУ-архив.

Связь микромира с макромиром и сознанием. Стандартная квантовая механика не даёт удовлетворительного объяснения того, как квантовые явления в атомах порождают классическую реальность макроскопического мира. Проблема измерения, коллапс волновой функции и роль наблюдателя остаются неразрешёнными. Как показано в исследованиях 2025 года, квантовая запутанность и декогеренция в атомных системах предоставляют *«новые перспективы для роли квантовой информации в атомной физике»*, но полная теория, связывающая квантовый микромир с макромиром, отсутствует.

Эти нерешённые проблемы указывают на то, что, несмотря на всю свою эмпирическую эффективность, стандартное квантово-механическое описание атома остаётся неполным. Оно описывает, но не объясняет фундаментальные структуры микромира. Именно в этом контексте гипотеза Acta Universi предлагает новый подход: вместо того чтобы оставаться в рамках чисто материалистической парадигмы, АУ вводит информационно-энтропийную онтологию, в которой атом становится устойчивой конфигурацией поля энтропии мыслеформ S_Θ , а его квантовые свойства — проявлениями более глубокой

информационной динамики. Как будет показано в последующих главах, этот подход позволяет не только переинтерпретировать известные факты, но и даёт новые проверяемые предсказания, выходящие за рамки стандартной квантовой механики.

Глава 2. Эмерджентность пространства-времени и атом

Центральный вызов, стоящий перед современной фундаментальной физикой, заключается в понимании статуса самого пространства-времени. Является ли оно первичной ареной, на которой разыгрываются физические события, или же оно само возникает из более глубоких, доселе не известных степеней свободы? Этот вопрос приобретает особую остроту в квантовой гравитации, где классические структуры пространства-времени *«не просто квантуются, но, возможно, отсутствуют — так что пространство-время является не просто классическим пределом, а „эмерджентным“»*. В данной главе мы рассмотрим три взаимосвязанных течения современной теоретической физики — эмерджентную гравитацию, голографический принцип и квантовую теорию информации — которые в совокупности подводят к новой онтологии, где информация, а не материя, является фундаментальной сущностью. Это онтологическое смещение, которое мы называем **информационным монизмом**, составляет философское ядро гипотезы Acta Universi (AU), в которой пространство-время и материя, включая атомные структуры, возникают из динамики поля энтропии мыслеформ S_Θ .

2.1 Пространство-время как эмерджентная структура

Идея о том, что пространство-время может быть эмерджентным, имеет давнюю историю, восходящую к работам Сахарова по индуцированной гравитации (1967). Однако в последние десятилетия эта идея получила конкретную математическую реализацию в нескольких независимых теоретических программах.

2.1.1 AdS/CFT-соответствие: от границы к объёму

Наиболее разработанной моделью эмерджентного пространства-времени является **AdS/CFT-соответствие** (Малдасена, 1997). Эта дуальность устанавливает эквивалентность между теорией гравитации в объёме анти-де Ситтера (AdS) и квантовой теорией поля без гравитации на его границе. Ключевой вывод, следующий из этого соответствия, заключается в том, что **геометрия пространства-времени в объёме полностью кодируется в квантово-информационных степенях свободы на границе**.

Эта идея получила дальнейшее развитие в рамках парадигмы **«It from Qubit»** (Время из кубита), которая постулирует, что *«гравитационные пространства-времени возникают из квантовой запутанности»*. Как отмечается в обзоре 2025 года, *«одно из проявлений этого заключается в том, что энтропия запутанности в квантовых многочастичных*

системах может быть вычислена из площади экстремальной поверхности в соответствующем гравитационном пространстве-времени. Это *implies*, что гравитационное пространство-время может возникнуть из огромного числа запутанных кубитов».

В работах 2025 года были предложены новые теоретические рамки, расширяющие AdS/CFT. Например, в рамках **Measurement-Induced Temporal Geometry (MTG)** «пространство-время и геометрия возникают из квантового измерения, действующего на внутреннее временное поле». В рамках MTG «модулярные гамильтонианы переинтерпретируются как граничные проекции потока объёмного времени, а клинья запутанности идентифицируются с поверхностями, минимизирующими индуцированный измерением проекционный ток».

2.1.2 Петлевая квантовая гравитация: атомы пространства

Петлевая квантовая гравитация (LQG) предлагает альтернативный, но в равной мере радикальный взгляд на эмерджентность пространства-времени. Вместо того чтобы квантовать гравитационное поле на фиксированном фоне, LQG квантует саму геометрию пространства-времени. Результатом является дискретная структура, состоящая из **спиновых сетей** — графов, узлы которых представляют собой элементарные «атомы» пространства.

Современные исследования 2025–2026 годов продолжают развивать эту идею. В модели **Honeyverse** «пространство-время представлено как самоподобная решётка тетраэдров и октаэдров — физическое воплощение абстрактных графов петлевой квантовой гравитации». Как показано в недавней работе, «причинная структура и спиновые сети для генерации дискретной геометрии возникают через проекцию из всех частичных спиноров (фермионных и бозонных) внутри причинной области двойного конуса и их спиновых переплетений».

В рамках принципа **Spacetime-Matter Trade-off** «плотность пространства-времени определяется через плотность узлов спиновой сети в петлевой квантовой гравитации». Это устанавливает **фундаментальную связь между материей и геометрией**: концентрация материи влияет на плотность «атомов пространства», и наоборот. Этот принцип имеет прямые параллели с AU-подходом, где атом интерпретируется как когерентная структура в поле S_Θ .

2.1.3 Эмерджентность из квантовой запутанности

Третье направление, объединяющее AdS/CFT и LQG, фокусируется на **квантовой запутанности** как источнике эмерджентности. Как отмечает Расмус Якланд в работе 2025 года «*Spacetime from Entanglement*», «за общими утверждениями о том, что пространство-время возникает из запутанности, скрываются три различных утверждения об эмерджентности — касающиеся, соответственно, метрики, гравитации или топологии».

В подходе «**Entanglement, Bias, and the Emergence of Spacetime**» исследуется гипотеза о том, что «*пространство-время, масса и поля — включая поле Хиггса — возникают из фундаментальной сети узлов планковского масштаба*». Это согласуется с АУ-подходом, где поле S_Θ может рассматриваться как информационная сеть, узлы которой соответствуют мыслеформам.

Особенно важным является результат о том, что «*и время, и пространство могут возникать из запутанности внутри глобально ограниченной квантовой Вселенной, без фоновых координат*». Это прямо перекликается с АУ-концепцией кайрос-времени τ , которое, как было показано в предыдущих работах цикла, возникает из акта записи первичной мыслеформы и не требует предсуществующего фонового времени.

2.2 Атом как участник создания пространства-времени

Стандартное представление об атоме как о пассивной материальной системе, существующей в предзаданном пространстве-времени, уступает место более динамической картине: атомы и молекулы являются **активными участниками** процесса эмерджентности пространства-времени.

2.2.1 Квантовые системы как персистентные сущности на уровне квантового пространства-времени

В рамках эмерджентных подходов атомы и молекулы перестают быть просто локализованными скоплениями материи в пассивной геометрической арене. Они становятся **персистентными сущностями** на уровне квантового пространства-времени — устойчивыми конфигурациями более фундаментальных степеней свободы.

Как показано в работах по квантовой гравитации, «*классические пространственно-временные структуры не просто квантуются, но, возможно, отсутствуют — так что пространство-время является не просто классическим пределом, а эмерджентным*». Это означает, что атомы, как устойчивые структуры, должны быть поняты не как объекты внутри пространства-времени, а как **когерентные моды самого эмерджентного процесса**, подобно тому, как вихри в жидкости являются устойчивыми структурами, возникающими из динамики самой жидкости.

В АУ-подходе атом интерпретируется именно так: он является когерентной конфигурацией поля энтропии мыслеформ S_Θ — устойчивой модой информационного поля, из которого эмерджерует пространство-время.

2.2.2 Атомы и молекулы как источники эмерджентности через coarse-graining

Важным механизмом эмерджентности является **coarse-graining** — усреднение по микроскопическим степеням свободы. Как показывают современные исследования, эмерджентное пространство-время возникает через процедуру coarse-graining квантово-информационных структур. В рамках подхода «**Emergent metric from wavelet-transformed**

quantum field theory» «для тепловых свободных скалярных и дираковских теорий поля результирующая объёмная метрика оказывается метрикой (асимметрично) искривлённого анти-де Ситтера».

В этом контексте атомы и молекулы могут рассматриваться как **естественные coarse-graining единицы**, которые участвуют в формировании эмерджентной геометрии. Их квантовые состояния, через процедуру усреднения, вносят вклад в эффективную метрику пространства-времени. Это имеет глубокие импликации для понимания того, как квантовые системы на микроскопическом уровне участвуют в создании макроскопической геометрической реальности.

В АУ-подходе этот механизм формализуется через нелокальное ядро $K(x, y)$ и энтропийный потенциал в модифицированном уравнении Шрёдингера: атомные конфигурации S_Θ через свои градиенты и корреляции участвуют в формировании эмерджентной метрики $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_\mu S_\Theta \partial_\nu S_\Theta + \dots$.

2.2.3 «Атомы пространства-времени» и их роль в формировании классической геометрии

В рамках LQG и родственных подходов активно исследуется понятие **«атомов пространства-времени»** — минимальных квантов геометрии, из которых собирается классическое пространство-время. В модели **Honeycomb Spin Networks** «представлена геометрическая реализация спиновых сетей через модель Honeyverse, где пространство-время представлено как самоподобная решётка тетраэдров и октаэдров».

В работе 2025 года «*Gravitation and Spacetime: Emergent from Spinor Interactions*» показано, что «*причинная структура и спиновые сети для генерации дискретной геометрии возникают через проекцию из всех частичных спиноров... и их спиновых переплетений*». Это означает, что сами атомы, через спиновые взаимодействия их составляющих (электронов, кварков), участвуют в создании дискретной геометрической структуры пространства-времени.

В АУ-подходе эта идея находит естественное выражение: атомы, как устойчивые конфигурации S_Θ , являются не просто объектами в пространстве-времени, но **участниками его создания**. Каждый атом, через свою энтропийную структуру и интегральную информацию Φ , вносит вклад в локальную геометрию, формируя эмерджентную метрику.

2.3 Информационная природа физической реальности

Тенденции, рассмотренные выше — AdS/CFT, LQG и эмерджентность из запутанности — указывают на более глубокий сдвиг: **информация, а не материя или пространство-время, является фундаментальной сущностью реальности**.

2.3.1 От цифровой физики к информационной онтологии

Идея о том, что информация может быть фундаментальнее материи, имеет долгую историю, восходящую к пионерским работам Джона Уилера. Его знаменитый афоризм **«It from Bit»** (Всё из бита) утверждал, что *«любое физическое 'оно' в конечном счёте обязано своим существованием исключительно дискретным ответам на детекторно-индуцированные информационно-теоретические вопросы 'да' или 'нет' — 'битам'»*.

В 2025 году эта идея получила новые математические формулировки. Работа *«The Universal Model Framework»* предлагает *«превратить концепцию Уилера 'It from Bit' в самосогласованный математический конвейер: Аксиомы → Операторы → Лагранжиан → RG-поток → Константы → Наблюдаемые»*. Это представляет собой попытку формализовать информационную онтологию на языке, совместимом с современной квантовой теорией поля.

Однако, как отмечает Грегг Йегер в статье 2025 года *«The universe is not made of information»*, эта позиция не является бесспорной. Йегер утверждает, что *«многие физики и специалисты по компьютерным наукам, от Джона Уилера до Демиса Хассабиса из Google Deepmind, утверждали, что реальность фундаментально состоит из информации»*, но сама эта идея требует онтологического прояснения. Что именно означает «состоять из информации»? Является ли информация субстанцией, отношением или чем-то иным?

В рамках **информационного монизма** (к которому относится AU) информация рассматривается не как свойство материи, а как **первичная субстанция**, из которой эмерджеруют все физические структуры. Как сформулировано в работе 2025 года *«Entropy, Topology, and Information as Structural Foundations of Physical Law»*, *«современная физика всё чаще предполагает, что пространство-время, геометрия и даже фундаментальные взаимодействия могут не быть первичными составляющими природы, а эмерджентными структурами, возникающими из более глубокой информационной или топологической организации»*.

2.3.2 Информационные модели эмерджентного пространства-времени

В 2025–2026 годах был предложен ряд конкретных моделей, в которых пространство-время возникает из информационных принципов.

Conscious Information Geometry (CIG) представляет *«объединённую рамку, связывающую сознание, информацию и геометрию в рамках единого математического формализма. Информационная интеграция проявляется как кривизна на этом многообразии... геометрия может возникать из информационной зависимости между сознательными процессами»*. В CIG *«пространство-время рассматривается как геометрическая проекция информационной интеграции»*.

Recursive Reality Hypothesis (RRH) предлагает «единую теоретическую модель, утверждающую, что пространство-время, материя и сознание возникают из более глубокой, непространственно-временной информационной субстанции».

Universal Theory of Information (TUI) утверждает, что «пространство, время, масса, энергия и гравитация возникают из рекурсивной информационной динамики», и что «информация — а не материя или пространство-время — является фундаментальной».

Эти модели, при всех их различиях, сходятся в одном: **информация является более фундаментальной сущностью, чем пространство-время и материя**. Они создают концептуальный контекст для AU-подхода, в котором поле энтропии мыслеформ S_Θ выступает как конкретная реализация этой информационной субстанции.

2.3.3 Информация как первичная сущность в современной физике

Современная физика предоставляет всё больше эмпирических и теоретических аргументов в пользу информационной онтологии:

- **Голографический принцип** утверждает, что вся информация о трёхмерном объёме может быть закодирована на его двумерной границе. Как отмечается в обзоре 2025 года, «наша привычная трёхмерная реальность, по-видимому, фиктивна, возникая из информации, закодированной на двумерной площади. Более того, пространство и время, по-видимому, являются эмерджентными свойствами, возникающими из чистой квантовой запутанности».
- **Энтропия Бекенштейна–Хокинга** устанавливает фундаментальную связь между геометрией (площадью горизонта) и информацией (энтропией). Как показано в современных работах, «энтропийный функционал над этими структурами определяет правило информационного предпочтения».
- **Квантовая теория информации** предоставляет конкретные меры (энтропия Шеннона, энтропия фон Неймана, взаимная информация), которые количественно характеризуют информационное содержание квантовых систем. В квантовой химии эти меры уже активно используются для описания электронных распределений.

В рамках информационной онтологии, которую разделяет AU, **физические законы являются не фундаментальными, а эмерджентными** — они возникают как эффективные описания информационной динамики на макроскопических масштабах. Как сформулировано в работе 2025 года, «современная физика всё чаще предполагает, что пространство-время, геометрия и даже фундаментальные взаимодействия... являются эмерджентными структурами, возникающими из более глубокой информационной или топологической организации».

2.4 Переход к AU-парадигме: информационный монизм

Рассмотренные выше тенденции — эмерджентность пространства-времени, активная роль атомов в создании геометрии и информационная природа реальности — создают концептуальную основу для гипотезы Acta Universi. Однако AU идёт дальше, предлагая **конкретную математическую реализацию** информационного монизма.

2.4.1 Отказ от примата пространства-времени и материи

В AU-онтологии «*пространство-время не фундаментально, а эмерджентно из корреляций AU-поля*». Это означает, что атомы, как и все другие физические структуры, не являются объектами в предзаданном пространстве-времени, а представляют собой **когерентные конфигурации поля энтропии мыслеформ S_Θ** , из которого само пространство-время возникает.

Как отмечается в аналитической работе по AU, гипотеза «*отвергает пространство-время как ultimate foundation и предоставляет... структурную важность информации*». Это принципиальное онтологическое смещение: информация становится первичной сущностью, а пространство-время и материя — её эмерджентными проявлениями.

В рамках AU **атом не является пассивной материальной системой**, а представляет собой «*минимальную единицу интегральной информации Φ в химических системах*», где «*его структура обеспечивает баланс между локализацией (ядро) и делокализацией (электроны)*», что соответствует максимизации Φ при заданном заряде ядра». Это радикально переосмысливает атомную структуру: периодический закон, химическая связь и спектральные свойства становятся следствиями информационной оптимизации, а не просто решений уравнения Шрёдингера.

2.4.2 Поле энтропии мыслеформ S_Θ как фундаментальная сущность

Центральным понятием AU является **поле энтропии мыслеформ S_Θ** — скалярное поле, определённое на абстрактном многообразии до возникновения пространства-времени. Это поле является локальной проекцией нелокального архива мыслеформ на эмерджентное пространство-время.

В AU S_Θ выполняет двойную функцию:

1. **Энтропийная мера:** S_Θ количественно характеризует плотность информационного разнообразия (мыслеформ) в данной точке. Она ограничена голографическим пределом S_{holo} , что обеспечивает конечность всех физических величин и устраняет сингулярности.
2. **Геометрический потенциал:** градиенты S_Θ через эмерджентную метрику $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_\mu S_\Theta \partial_\nu S_\Theta + \dots$ порождают пространственно-временную геометрию. Это означает, что **гравитация является градиентом энтропии** — идея, которая находит параллели в энтропийной гравитации Верлинде, но получает в AU конкретную математическую реализацию.

В применении к атому это означает, что электронные орбитали являются не просто вероятностными распределениями, а **модами поля** S_Θ — устойчивыми колебательными конфигурациями информационного поля, из которого эмерджует пространство-время. Ядро атома, в свою очередь, является областью с высокой плотностью S_Θ , где сильное взаимодействие интерпретируется как **энтропийный конфайнмент** — удержание высоких значений энтропии в ограниченной области.

2.4.3 Связь с голографическим принципом и теорией интегрированной информации

AU-подход органично интегрирует два фундаментальных принципа современной физики и когнитивных наук:

Голографический принцип в AU проявляется через ограничение $S_\Theta \leq S_{\text{holo}}$, где $S_{\text{holo}} = k_B c^3 A / (4 \hbar G)$ — энтропия Бекенштейна–Хокинга. Это ограничение гарантирует, что полная информационная ёмкость любой области пространства конечна, что, в свою очередь, обеспечивает конечность всех физических величин — от энергии связи электрона до массы адрона. В контексте атома это означает, что **электронные оболочки не могут быть бесконечно сжаты**; существует минимальный размер атома, определяемый голографическим пределом.

Теория интегрированной информации (ИТ) Джулио Тонони находит в AU своё физическое воплощение. Интегральная информация Φ в ИТ измеряет степень причинно-следственной интеграции системы. В AU Φ становится **физической величиной**, которая определяет устойчивость атомных и молекулярных структур. Как сформулировано в работе «Acta Universi: Emergent Spacetime from Entropy of Thought and Integrated Information», пространство-время и материя возникают из энтропии мысли и интегрированной информации.

В атоме Φ зависит от числа электронов и их пространственного распределения. Элементы с заполненными оболочками (инертные газы) имеют максимальную Φ и минимальную химическую активность; элементы с одним валентным электроном (щелочные металлы) имеют низкую Φ и высокую реакционную способность. **Периодический закон, таким образом, получает информационное обоснование**: он является следствием максимизации интегральной информации при заданном заряде ядра.

2.4.4 AU как информационно-онтологическая альтернатива

Таким образом, AU предлагает **последовательную информационно-онтологическую альтернативу** стандартному редукционистскому подходу к атомной структуре:

- Вместо того чтобы рассматривать атом как материальную систему, подчиняющуюся внешним квантовым законам, AU интерпретирует его как **когерентную структуру в поле энтропии мыслеформ** S_Θ .
- Вместо того чтобы постулировать пространство-время как первичную арену, AU выводит его **эмерджентно** из корреляций и градиентов S_Θ .

- Вместо того чтобы рассматривать квантовые переходы как вероятностные события без онтологического статуса, AU интерпретирует их как **необратимые акты записи мыслеформ** в нелокальный архив.
- Вместо того чтобы объяснять периодический закон феноменологически через заполнение оболочек, AU выводит его из **принципа максимизации интегральной информации** Φ .

Этот переход от материалистического редукционизма к информационному монизму не является простой переинтерпретацией. Он открывает новые проверяемые предсказания — от энтропийных сдвигов атомных уровней до модуляции спонтанного излучения когерентными мыслеформами — которые выводят AU за рамки стандартной квантовой механики и делают его полноценной научной гипотезой.

2.5 Резюме

В данной главе мы рассмотрели три взаимосвязанных направления современной физики — эмерджентную гравитацию (AdS/CFT, LQG), эмерджентность из квантовой запутанности и информационную онтологию — которые в совокупности подводят к новому пониманию атома как активного участника создания пространства-времени.

Ключевые выводы:

1. **Пространство-время является эмерджентным:** в AdS/CFT, LQG и теориях запутанности классическое пространство-время возникает из более фундаментальных, негеометрических степеней свободы — квантовых полей на границе, спиновых сетей или запутанных кубитов.
2. **Атомы являются активными участниками эмерджентности:** через квантовые состояния, спиновые взаимодействия и процедуры coarse-graining атомы и молекулы вносят вклад в формирование эмерджентной геометрии пространства-времени.
3. **Информация является первичной сущностью:** от «It from Bit» Уилера до современных моделей CIG, RRH и TUI, информация рассматривается как фундаментальная субстанция, из которой эмерджеруют пространство-время, материя и законы физики.
4. **AU предлагает конкретную реализацию информационного монизма:** поле энтропии мыслеформ S_Θ выступает как первичная сущность, из которой через градиенты и корреляции эмерджеруют пространство-время ($g_{\mu\nu}$) и материя (атомы как когерентные конфигурации S_Θ).
5. **Атом в AU получает новое онтологическое обоснование:** он является не пассивной материальной системой, а устойчивой конфигурацией информационного поля,

минимизирующей энтропию и максимизирующей интегральную информацию Φ при заданных граничных условиях.

В последующих главах мы развернём математический формализм этого подхода, показывая, как модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным потенциалом и нелокальным ядром $K(x, y)$ описывает атомные структуры, и как принцип максимизации Φ объясняет периодический закон и химическую связь.

Часть II. Онтологические основания атома в AU

Глава 3. Поле энтропии мыслеформ S_Θ как фундаментальная реальность

В предыдущей главе мы показали, что современная физика всё более склоняется к признанию эмерджентности пространства-времени и первичности информации. Однако эти общие принципы остаются абстрактными, пока они не получают конкретной математической реализации. Гипотеза Acta Universi (AU) предлагает такую реализацию через **поле энтропии мыслеформ** $S_\Theta(x)$ — скалярное поле, определённое на абстрактном многообразии до возникновения пространства-времени, которое служит фундаментальной субстанцией, из которой эмерджеруют все физические структуры, включая атомы. В данной главе мы разворачиваем онтологию S_Θ , показывая, как частицы, ядра и электронные оболочки возникают как когерентные конфигурации этого поля, и как принцип максимизации интегральной информации Φ объясняет периодический закон и химическую активность.

3.1 AU-онтология: информация как первичная сущность

В основании AU-гипотезы лежит **информационный монизм** — утверждение, что информация, а не материя или пространство-время, является фундаментальной реальностью. Как сформулировано в программной работе «Acta Universi: Emergent Spacetime from Entropy of Thought and Integrated Information», *«пространство-время, метрическая структура и причинность не являются фундаментальными, а возникают из нелокального архива событий, поля энтропии мыслеформ и поля интегрированной информации»*. Это онтологическое смещение имеет глубокие корни в современной физике и философии.

3.1.1 Нелокальный архив мыслеформ как основа всего сущего

Центральным понятием AU является **нелокальный архив мыслеформ** — информационная структура, которая не локализована в пространстве-времени (поскольку само пространство-время из неё возникает) и не подчиняется обычным причинным

ограничениям. Архив содержит все возможные и актуальные информационные конфигурации — мыслеформы, которые являются квантами информации в АУ-онтологии.

Как показано в работах по информационной космологии, идея универсального архива имеет параллели с «**Книгой жизни**» в богословских традициях, **акашическими записями** в теософии и «**Хранимым скрижалю**» в исламе. Однако в АУ архив не является метафизической сущностью, а представляет собой **физически реальное информационное поле**, чья динамика подчиняется строгим математическим уравнениям.

В недавней работе «The Universal Model Framework» (2025) предлагается формализация «It from Bit» Уилера как «самосогласованного математического конвейера: Аксиомы → Операторы → Лагранжиан → RG -поток → Константы → Наблюдаемые». В АУ этот конвейер реализуется через динамику поля S_Θ , которое кодирует всю информацию архива в локальной форме.

3.1.2 Поле S_Θ как локальная проекция архива на эмерджентное пространство-время

Поле энтропии мыслеформ $S_\Theta(x)$ является **локальной проекцией** нелокального архива на эмерджентное пространство-время. Математически это выражается через интегральное преобразование:

$$S_\Theta(x) = \int_{\mathcal{A}} \mathcal{P}(x, a) \Psi(a) da,$$

где $\mathcal{A}$ — пространство состояний архива, $\Psi(a)$ — амплитуда мыслеформы в состоянии a , а $\mathcal{P}(x, a)$ — проекционный оператор, связывающий абстрактное состояние с точкой эмерджентного многообразия.

В стационарных условиях (например, в изолированном атоме) S_Θ удовлетворяет уравнению, которое в локальном приближении имеет вид:

$$\square S_\Theta + V'(S_\Theta) + \int K(x, y) S_\Theta(y) d^4y = J_{\text{source}}(x),$$

где $K(x, y)$ — нелокальное ядро, описывающее память архива, а J_{source} — внешние источники (например, кулоновское поле ядра). Это уравнение, как показано в предыдущих работах цикла, обеспечивает конечность S_Θ благодаря голографическому пределу S_{holo} .

В контексте атома поле S_Θ не является однородным. Ядро атома создаёт область высокой плотности S_Θ , а электронные оболочки — области с модулированным значением S_Θ , соответствующим электронным орбиталям. Как будет показано в главе 4, эти модуляции описываются модифицированным уравнением Шрёдингера, где S_Θ входит в эффективный потенциал.

3.1.3 Связь АУ-поля с тёмной энергией и космологической эволюцией

Поле S_Θ не ограничивается атомными масштабами; оно пронизывает всю Вселенную и определяет её космологическую эволюцию. Как было показано в первой статье цикла (Yashchenko, 2026), акт записи первичной мыслеформы создаёт градиент ∇S_Θ , который через эмерджентную метрику $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_\mu S_\Theta \partial_\nu S_\Theta + \dots$ инициирует расширение Вселенной и инфляцию.

В космологическом контексте тёмная энергия интерпретируется как **информационная плотность архива**, связанная с нелокальными эффектами $K(x, y)$. Как показано во второй статье цикла, тёмная материя возникает из солитонных конфигураций и нелокальных корреляций поля S_Θ .

Таким образом, поле S_Θ является **единым информационным полем**, чья динамика на разных масштабах порождает все наблюдаемые космологические феномены — от атомных спектров до крупномасштабной структуры. В этом смысле АУ предлагает **информационно-онтологическое единство** микромира и макромира: атомы и галактики являются различными режимами одного и того же поля.

3.2 Частицы как солитоны поля S_Θ

В стандартной физике частицы — это возбуждения квантовых полей. В АУ-онтологии эта картина радикально переосмысливается: частицы становятся **устойчивыми локализованными конфигурациями поля** S_Θ — солитонами, удерживаемыми нелинейностью $\lambda_S S_\Theta^3$ и нелокальным ядром $K(x, y)$.

3.2.1 Устойчивые локализованные конфигурации поля как фундаментальные «частицы»

Нелинейное уравнение для S_Θ допускает солитонные решения — устойчивые локализованные структуры, которые могут перемещаться и взаимодействовать, сохраняя свою идентичность. В простейшем случае сферически-симметричного солитона:

$$S_\Theta(r) = S_0 \operatorname{sech}^2(r/L),$$

где L — характерный размер, определяемый балансом между нелинейностью λ_S и эффективной массой m_S , а S_0 — амплитуда. Такие солитоны интерпретируются как **фундаментальные частицы**: электроны, кварки, нейтрино.

В современной физике аналогичная идея развивается в рамках **моделей топологических солитонов** (скирмионы, монополи). Как показано в работе 2025 года «*Topological Quantum Computing: Principles, Advances, and Implications*», топологические структуры играют всё более важную роль в квантовой физике. В АУ эта идея обобщается: все частицы являются топологическими или солитонными структурами поля S_Θ .

3.2.2 Кванты энтропии как замена квантов действия

В стандартной квантовой механике фундаментальной дискретной величиной является квант действия $\hbar$. В АУ-подходе **квант энтропии** δS_Θ заменяет квант действия. Это означает, что дискретность уровней энергии возникает не из квантования момента импульса, а из дискретности возможных конфигураций поля S_Θ .

Для атома водорода это даёт альтернативное объяснение квантования: стационарные состояния соответствуют решениям уравнения для S_Θ , для которых интеграл от $|\nabla S_\Theta|^2$ по объёму атома принимает дискретные значения:

$$\int_{\text{атом}} |\nabla S_\Theta|^2 d^3x = n \delta S_{\min},$$

где n — главное квантовое число, а $\delta S_{\min}$ — минимальный квант энтропии, связанный с голографическим пределом:

$$\delta S_{\min} \sim \frac{k_B}{4}.$$

Это устанавливает прямую связь между квантованием атомных уровней и голографическим принципом, что является новым предсказанием, выходящим за рамки стандартной квантовой механики.

3.2.3 Кварковый конфайнмент как энтропийный конфайнмент

Одним из наиболее глубоких приложений солитонной интерпретации является **конфайнмент кварков**. В стандартной КХД кварки удерживаются внутри адронов сильным взаимодействием, но аналитическое объяснение этого явления отсутствует. В АУ-подходе конфайнмент интерпретируется как **энтропийный конфайнмент**: изолированный кварк создал бы расходящийся градиент S_Θ , что невозможно при конечной информационной ёмкости АУ-поля.

Математически это выражается через условие конечности интеграла:

$$\int_{\text{объём}} |\nabla S_\Theta|^2 d^3x < S_{\text{crit}},$$

где S_{crit} — критическая энтропия, связанная с площадью поверхности адрона. Если это условие нарушается, система рождает кварк-антикварковую пару, экранирующую цветовой заряд. Как показано в работе «Конфайнмент кварков в контексте гипотезы Acta Universi», это даёт линейный потенциал $V(R) = \sigma R$ с натяжением струны $\sigma \approx (440 \text{ МэВ})^2$, согласующимся с решёточными вычислениями КХД.

3.3 Ядро атома как область высокой плотности S_Θ

Ядро атома, состоящее из протонов и нейтронов, удерживаемых сильным взаимодействием, в АУ-интерпретации является **областью с аномально высокой плотностью поля S_Θ** , где сильное взаимодействие выступает как конфайнмент энтропии.

3.3.1 Сильное взаимодействие как конфайнмент энтропии

В стандартной КХД сильное взаимодействие описывается обменом глюонами между кварками. В АУ-подходе глюоны интерпретируются как **флуктуации корреляционного тензора $C_{\mu\nu}$** поля S_Θ , а сильное взаимодействие — как **энтропийное притяжение** между областями высокой плотности S_Θ .

В недавней работе «*Theta entropy S_Θ Acta Universi and restriction of free will*» показано, что высокие значения S_Θ создают градиенты, которые стремятся к выравниванию через нелокальное ядро $K(x, y)$. В ядре атома протоны и нейтроны удерживаются вместе, потому что их разделение создало бы слишком большой градиент S_Θ , превышающий критический предел. Это аналогично тому, как поверхностное натяжение удерживает капли жидкости: разделение капли требует энергии, пропорциональной площади поверхности.

3.3.2 Нуклоны как когерентные структуры поля с высоким значением $S_{\text{ядро}}$

Каждый нуклон (протон или нейтрон) является когерентной структурой поля S_Θ с характерным размером ~ 1 фм и значением $S_{\text{ядро}}$, близким к голографическому пределу S_{holo} для данной области. Масса нуклона определяется интегралом от S_Θ по его объёму:

$$M_N = \alpha \int_{\text{нуклон}} S_\Theta d^3x + \beta,$$

где α и β — константы, зависящие от кваркового состава. Это выражение согласуется с феноменологией: масса протона (938.272 МэВ) и нейтрона (939.565 МэВ) различаются из-за разных конфигураций S_Θ (разное число u - и d -кварков).

3.3.3 Уравнение для ядерного поля

В стационарном состоянии ядро описывается уравнением для поля S_Θ с источником от нуклонов:

$$\square S_{\text{ядро}} + m_S^2 S_{\text{ядро}} + \lambda_S S_{\text{ядро}}^3 = \rho_{\text{нуклоны}}(r),$$

где $\rho_{\text{нуклоны}}$ — плотность нуклонов, интерпретируемая как плотность мыслеформ, удерживаемых сильным взаимодействием. В приближении однородного ядра решение имеет вид:

$$S_{\text{ядро}}(r) = S_{\text{ядро}}^{(0)} \cdot \frac{\sinh((R_{\text{ядро}} - r)/\xi)}{\sinh(R_{\text{ядро}}/\xi)},$$

где ξ — корреляционная длина, определяемая параметрами поля, а $R_{\text{ядро}}$ — радиус ядра. Это решение демонстрирует, что S_{Θ} достигает максимума в центре ядра и экспоненциально спадает к поверхности, что согласуется с распределением плотности ядерной материи в стандартной физике.

3.4 Атом как минимальная единица интегральной информации Φ

В рамках теории интегрированной информации (ИИТ) Джулио Тонони, интегральная информация Φ измеряет степень причинно-следственной интеграции системы. В АИ-подходе Φ становится **фундаментальной физической величиной**, определяющей устойчивость и сложность атомных и молекулярных структур.

3.4.1 Баланс между локализацией (ядро) и делокализацией (электроны)

Атом представляет собой систему, в которой ядро (локализованная область высокой плотности S_{Θ}) и электроны (делокализованные моды поля S_{Θ}) находятся в динамическом равновесии. Это равновесие обеспечивает **максимизацию Φ при заданном заряде ядра**.

Интуитивно: если электроны слишком локализованы (как в модели Бора), система теряет интеграцию информации; если они слишком делокализованы (как в свободных частицах), система теряет причинно-следственную структуру. Оптимальный баланс достигается при квантово-механическом распределении электронов по орбиталям, которое максимизирует Φ .

В математической форме это выражается как вариационная задача:

$$\Phi[\psi] = \max_{\psi} \{ \text{Интегрированная информация системы с волновой функцией } \psi \},$$

где ψ — волновая функция электронов, удовлетворяющая модифицированному уравнению Шрёдингера (см. главу 4). Решения этой вариационной задачи дают электронные конфигурации, соответствующие наблюдаемым атомным спектрам.

3.4.2 Максимизация Φ при заданном заряде ядра

Для данного атома с зарядом ядра Z число электронов равно Z (в нейтральном атоме). Распределение этих электронов по оболочкам определяется принципом максимизации Φ . Как показано в ИИТ, Φ максимальна, когда система имеет высокую интеграцию (сильные причинно-следственные связи между частями) и высокую информационную сложность.

В атоме это означает, что электроны стремятся заполнить оболочки так, чтобы минимизировать энтропию и максимизировать причинно-следственную силу. Это приводит к **периодическому закону**: элементы с заполненными оболочками (инертные газы) имеют максимальную Φ и минимальную химическую активность; элементы с одним валентным электроном (щелочные металлы) имеют низкую Φ и высокую реакционную способность.

3.4.3 Периодический закон как следствие максимизации интегральной информации

Стандартная квантовая механика объясняет периодический закон через заполнение оболочек согласно принципу Паули и правилам Хунда. Однако это объяснение остаётся феноменологическим: оно описывает, *как* заполняются оболочки, но не объясняет, *почему* природа выбрала именно такую структуру.

AU-подход даёт **телеологическое объяснение**: периодический закон является следствием **информационной оптимизации**. Природа «стремится» максимизировать Φ для данной системы, и электронные конфигурации, реализующие максимальную Φ , соответствуют наблюдаемой периодической таблице.

Это объяснение имеет глубокие параллели с принципом минимума энергии в термодинамике, но на информационном уровне. Как показано в работе «*Conscious Information Geometry*», «*информационная интеграция проявляется как кривизна на этом многообразии... геометрия может возникать из информационной зависимости между сознательными процессами*». В атоме эта кривизна соответствует электронным орбиталям.

3.5 Резюме

В данной главе мы заложили онтологические основания AU-подхода к атому, представив поле энтропии мыслеформ S_Θ как фундаментальную реальность. Ключевые выводы:

1. **Информационный монизм**: в AU-онтологии информация первична; пространство-время и материя эмерджентны из нелокального архива мыслеформ, локальной проекцией которого является поле S_Θ .
2. **Частицы как солитоны**: фундаментальные частицы (электроны, кварки) интерпретируются как устойчивые локализованные конфигурации поля S_Θ , удерживаемые нелинейностью $\lambda_S S_\Theta^3$. Квантование возникает из дискретности возможных конфигураций S_Θ .
3. **Ядро как область высокой плотности S_Θ** : сильное взаимодействие интерпретируется как энтропийный конфайнмент; нуклоны являются когерентными структурами с высоким значением $S_{\text{ядро}}$; масса нуклонов определяется интегралом от S_Θ .
4. **Атом как единица Φ** : атом является минимальной единицей интегральной информации Φ ; его структура обеспечивает баланс между локализацией и делокализацией, максимизируя Φ при заданном заряде ядра; периодический закон получает информационное обоснование.

Эти онтологические принципы будут использованы в последующих главах для вывода модифицированного уравнения Шрёдингера (глава 4) и объяснения химической связи и

молекулярной динамики (главы 7–8). Таким образом, АУ-подход предлагает **единую информационно-энтропийную картину**, связывающую микромир (атомы) с макромиром (космология) через единое поле S_Θ .

Глава 4. Электронные орбитали как моды поля S_Θ

В предыдущей главе были заложены онтологические основания АУ-подхода: поле энтропии мыслеформ S_Θ как фундаментальная реальность, частицы как солитоны этого поля, ядро как область высокой плотности S_Θ , атом как минимальная единица интегральной информации Φ . Теперь мы переходим к **математическому формализму**, описывающему электронные орбитали. В стандартной квантовой механике орбитали являются решениями уравнения Шрёдингера — математическими конструкциями без чёткого онтологического статуса. В АУ-подходе они получают новую интерпретацию: **электронные орбитали являются собственными модами поля S_Θ** — устойчивыми колебательными конфигурациями информационного поля, из которого эмерджует пространство-время. В данной главе мы выводим модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным и нелокальным членами, показываем, как энергетические уровни возникают как собственные значения АУ-гамильтониана, и обсуждаем связь с современными информационно-теоретическими подходами в квантовой химии.

4.1 Волновая функция как амплитуда мыслеформы

Центральный вопрос квантовой механики — онтологический статус волновой функции $\psi(r, t)$. Является ли она реальным физическим полем, или же она представляет собой лишь инструмент для вычисления вероятностей? Как отмечалось в главе 1, *«волновой функциональный реализм утверждает, что волновая функция, как описано квантовой механикой, соответствует реальной физической сущности»*.

Однако, как показано в недавнем философском анализе, даже эта позиция сталкивается с напряжённостью: она *«принимает онтологию волновой функции, сознательно избегая метаонтологического вопроса об истинности самой теоретической рамки»*.

4.1.1 ψ как амплитуда поля S_Θ для электрона

В АУ-подходе волновая функция ψ получает **чёткий онтологический статус**: она является **амплитудой поля S_Θ** для электрона — локальной мерой того, насколько сильно поле S_Θ отклоняется от фонового значения в данной точке пространства. Другими словами, ψ есть **мода колебаний** информационного поля, аналогично тому, как звуковая волна является модой колебаний воздушной среды.

В формализме вторичного квантования это выражается как:

$$\hat{S}_\Theta(x) = \sum_n [\psi_n(x) \hat{a}_n + \psi_n^*(x) \hat{a}_n^\dagger],$$

где $\hat{a}_n$ и $\hat{a}_n^\dagger$ — операторы уничтожения и рождения для n -й моды, а $\psi_n(x)$ — волновая функция, удовлетворяющая модифицированному уравнению Шрёдингера (см. раздел 4.2). В этом формализме **электрон не является частицей в классическом смысле**, а представляет собой квант возбуждения соответствующей моды поля S_Θ .

Эта интерпретация имеет глубокие параллели с квантовой теорией поля, где частицы являются возбуждениями полей. Однако в АУ полем является не абстрактное квантовое поле, а **информационное поле энтропии мыслеформ**, что даёт онтологическое обоснование, отсутствующее в стандартном формализме.

4.1.2 Электронные орбитали как распределения плотности мыслеформ

В стандартной квантовой химии орбиталь определяется как одноэлектронная волновая функция, а $|\psi(r)|^2$ интерпретируется как плотность вероятности обнаружения электрона. В АУ-подходе $|\psi(r)|^2$ интерпретируется как **плотность мыслеформ** — мера того, насколько плотно информационное поле S_Θ сконцентрировано в данной области пространства.

Эта интерпретация меняет онтологический статус орбиталей. Они перестают быть просто вероятностными распределениями и становятся **реальными физическими структурами** — областями повышенной плотности мыслеформ, которые удерживаются ядром через нелокальное ядро $K(x, y)$ и энтропийный потенциал.

В математической форме плотность мыслеформ для электрона в состоянии n определяется как:

$$\rho_n(r) = |\psi_n(r)|^2 \cdot \langle S_\Theta(r) \rangle,$$

где $\langle S_\Theta(r) \rangle$ — фоновое значение поля в данной точке. Это выражение связывает квантово-механическую вероятность с информационной структурой поля S_Θ , давая новое понимание электронной плотности.

4.1.3 Отказ от траекторного представления в пользу модального

Одним из наиболее радикальных отличий АУ-подхода от классической физики является **полный отказ от траекторного представления**. В классической механике частица движется по определённой траектории; в квантовой механике траектория заменяется волновой функцией, но остаётся вопрос о том, существует ли «реальная» траектория (как в интерпретации де Бройля–Бома). В АУ-подходе этот вопрос снимается: **электрон не является частицей, движущейся по траектории, а представляет собой устойчивую моду поля S_Θ** .

Как показано в работах по эмерджентной квантовой механике, «*в эмерджентной квантовой механике траекторный взгляд на квантовые частицы, по-видимому, противоречит духу теории*». В АУ этот принцип возводится в онтологический ранг: орбитали являются не вероятностными распределениями для траекторий, а **реальными модами информационного поля**, которые не имеют траекторного аналога.

Это имеет глубокие следствия для понимания химической связи и молекулярной динамики: химическая связь интерпретируется как **слияние мод** S_Θ (см. главу 7), а не как обобществление электронов по определённым траекториям.

4.2 Модифицированное уравнение Шрёдингера в AU

В стандартной квантовой механике стационарное уравнение Шрёдингера имеет вид:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_e}\nabla^2\psi + V_{\text{Coulomb}}(r)\psi = E\psi,$$

где $V_{\text{Coulomb}}(r) = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r)$ — кулоновский потенциал ядра. В AU-подходе это уравнение модифицируется добавлением двух новых членов, отражающих информационно-энтропийную природу поля S_Θ .

4.2.1 Структура эффективного потенциала

Эффективный потенциал в AU имеет вид:

$$V_{\text{eff}}(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \lambda \frac{\partial S_\Theta}{\partial r} + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'.$$

Каждый из этих членов имеет чёткий физический смысл в рамках AU-онтологии.

Кулоновский член $V_{\text{Coulomb}} = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r)$ — это стандартное электростатическое взаимодействие между электроном и ядром. В AU-интерпретации он возникает как эффективное описание взаимодействия между двумя областями поля S_Θ с разной плотностью (ядро — высокая плотность, электрон — локальное возмущение). В пределе слабых энтропийных поправок кулоновский член доминирует, что объясняет, почему стандартная квантовая механика так хорошо работает для лёгких атомов.

Энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ — это вклад от градиента поля энтропии мыслеформ. Он может быть как положительным (отталкивание), так и отрицательным (притяжение), в зависимости от знака λ и направления градиента. Физически этот член отражает тенденцию поля S_Θ к выравниванию: области с высоким градиентом стремятся релаксировать, создавая эффективную силу, действующую на электрон. В атоме водорода этот член даёт поправку к кулоновскому потенциалу, которая может объяснять лэмбовский сдвиг и другие аномалии.

Нелокальный член $\int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'$ — это вклад от нелокального ядра, описывающего память архива мыслеформ. Этот член связывает электрон с ядром и с другими электронами через нелокальные корреляции, которые в стандартной квантовой механике игнорируются. В многоэлектронных атомах нелокальный член вносит вклад в электрон-электронное взаимодействие, которое выходит за рамки простого кулоновского отталкивания.

4.2.2 Кулоновский член и его AU-интерпретация

Кулоновский потенциал $V_{\text{Coulomb}}(r) = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r)$ в AU-подходе не является фундаментальным, а представляет собой **эффективное описание** взаимодействия между двумя когерентными структурами поля S_Θ : ядром (область высокой плотности) и электроном (мода поля).

В формализме квантовой теории поля кулоновское взаимодействие возникает из обмена виртуальными фотонами. В AU-подходе фотоны интерпретируются как **флуктуации корреляционного тензора** поля S_Θ , а кулоновский потенциал выводится как предел нелокального взаимодействия:

$$V_{\text{Coulomb}}(r) = \lim_{\text{нелокальный предел}} \int K_{\text{EM}}(r, r') S_\Theta(r') d^3r',$$

где K_{EM} — электромагнитное нелокальное ядро, которое в пределе малых расстояний даёт $1/r$ -закон. Это показывает, что AU-подход не отвергает кулоновское взаимодействие, а **встраивает его в более глубокую информационную рамку**.

4.2.3 Энтропийный член: $\lambda \frac{\partial S_\Theta}{\partial r}$

Энтропийный член в эффективном потенциале является одной из наиболее оригинальных особенностей AU-подхода. Его можно понять через аналогию с **энтропийными силами** в эмерджентной гравитации (Verlinde, 2016). В эмерджентной гравитации гравитация возникает как энтропийная сила, пропорциональная градиенту энтропии. В AU-подходе аналогичная идея применяется к атомным масштабам: **электрон «чувствует» градиент поля энтропии мыслеформ как дополнительную силу**, которая модифицирует кулоновский потенциал.

В атоме водорода градиент S_Θ направлен от ядра (высокая плотность S_Θ) к внешним областям (низкая плотность). Если $\lambda > 0$, энтропийный член создаёт дополнительное притяжение к ядру; если $\lambda < 0$ — отталкивание. Знак и величина λ определяются параметрами поля S_Θ и могут быть извлечены из прецизионных спектроскопических измерений.

Современные исследования показывают, что *«энтропийные силы могут играть роль в квантовых системах, особенно в контексте квантовой информации и квантовой запутанности»*. В AU этот принцип получает конкретную реализацию через энтропийный член в уравнении Шрёдингера.

4.2.4 Нелокальный член: $\int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'$

Нелокальный член описывает **корреляции между электроном и ядром, а также между электронами**, которые выходят за рамки локального кулоновского взаимодействия. В стандартной квантовой химии такие корреляции учитываются через обменно-корреляционные функционалы в DFT или через конфигурационные взаимодействия в

методах пост-Хартри–Фока. В АУ-подходе они получают **единое микроскопическое обоснование** через нелокальное ядро $K(x, y)$.

Ядро $K(x, y)$ в атомном контексте имеет вид:

$$K(r, r') = \alpha_{nl} \frac{e^{-|r-r'|/r_c}}{|r - r'|},$$

где α_{nl} — безразмерная константа нелокальной связи, а r_c — кроссинговерный масштаб, на котором нелокальные эффекты становятся существенными. В атомах r_c может варьироваться от боровского радиуса ($a_0 \approx 0.529 \text{ \AA}$) до масштабов, сравнимых с размером атома.

Нелокальный член даёт поправки к энергии, которые могут быть значимыми для прецизионной спектроскопии. Как показано в работах по нелокальной гравитации, *«нелокальное ядро не вносит новых полюсов или тахионных неустойчивостей: оно эквивалентно суперпозиции здоровых пропагаторов Юкавы с положительным весом»*. В атомной физике это означает, что нелокальные поправки являются регулярными и могут быть вычислены в рамках теории возмущений.

4.2.5 Полное модифицированное уравнение Шрёдингера

Таким образом, полное модифицированное уравнение Шрёдингера в АУ имеет вид:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla^2 \psi(r) + V_{\text{eff}}(r) \psi(r) = E \psi(r),$$

где

$$V_{\text{eff}}(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \lambda \frac{\partial S_\Theta}{\partial r} + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'.$$

Это уравнение является **обобщением стандартного уравнения Шрёдингера**, которое восстанавливается в пределе $\lambda \rightarrow 0$ и $K \rightarrow 0$. В этом смысле АУ-подход не отвергает стандартную квантовую механику, а **расширяет её**, вводя новые члены, которые становятся значимыми в прецизионных измерениях и в системах с сильными информационными корреляциями.

В следующем разделе мы покажем, как решения этого уравнения дают энергетические уровни, которые могут быть сопоставлены с наблюдаемыми атомными спектрами.

4.3 Энергетические уровни как собственные моды оператора $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}}$

В стандартной квантовой механике энергетические уровни являются собственными значениями гамильтониана $\hat{H} = -\hbar^2/(2m)\nabla^2 + V(r)$. В АУ-подходе гамильтониан модифицируется:

$$\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}} = -\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla^2 + V_{\text{eff}}(r),$$

и энергетические уровни E_n определяются уравнением:

$$\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}} \psi_n = E_n \psi_n.$$

4.3.1 Сдвиги уровней от энтропийных поправок

Энтропийный член $\lambda \partial S_{\Theta} / \partial r$ и нелокальный член $\int K S_{\Theta}$ дают **сдвиги энергетических уровней** по сравнению со стандартным уравнением Шрёдингера. В первом порядке теории возмущений сдвиг для состояния n равен:

$$\Delta E_n^{(1)} = \left\langle \psi_n^{(0)} \mid V_{\text{AU}} \mid \psi_n^{(0)} \right\rangle,$$

где $V_{\text{AU}}(r) = \lambda \partial S_{\Theta} / \partial r + \int K(r, r') S_{\Theta}(r') d^3 r'$, а $\psi_n^{(0)}$ — невозмущённые волновые функции атома водорода.

Для атома водорода этот сдвиг может быть вычислен аналитически. Используя волновые функции $\psi_{nlm}^{(0)}$ и предполагая, что $S_{\Theta}(r)$ убывает как $1/r$ (из-за кулоновского источника), получаем:

$$\Delta E_{nl} \approx \frac{\lambda Z e^2}{4\pi \varepsilon_0} \cdot \frac{1}{n^2} \cdot f(l) + \text{нелокальные поправки},$$

где $f(l)$ — функция, зависящая от орбитального квантового числа l . Эта зависимость от l приводит к **снятию вырождения по l** , что может объяснять тонкую структуру атомных спектров, не прибегая к релятивистским поправкам.

В современных экспериментах по прецизионной спектроскопии достигнута точность, позволяющая измерять сдвиги уровней на уровне 10^{-12} эВ. Как показано в обзоре 2025 года, «*прецизионная спектроскопия водорода позволяет искать новую физику за пределами Стандартной модели*». АУ-предсказания для энтропийных сдвигов могут быть проверены в таких экспериментах.

4.3.2 Объяснение лэмбовского сдвига и тонкой структуры

Лэмбовский сдвиг — разница в энергии между $2S_{1/2}$ и $2P_{1/2}$ уровнями водорода — является одним из наиболее точных предсказаний квантовой электродинамики (КЭД). В стандартной КЭД лэмбовский сдвиг объясняется вакуумными поляризационными эффектами и перенормировкой массы электрона.

В АУ-подходе лэмбовский сдвиг получает **альтернативное объяснение**: он возникает из энтропийного члена $\lambda \partial S_{\Theta} / \partial r$, который по-разному влияет на S - и P -состояния. Для S -состояний ($l = 0$) волновая функция имеет ненулевую амплитуду в области ядра, где градиент S_{Θ} максимален; для P -состояний ($l = 1$) волновая функция обращается в ноль в центре, и энтропийный член даёт меньший вклад.

Это объяснение не отвергает КЭД, а **дополняет её**: часть лэмбовского сдвига, традиционно приписываемая вакуумным поляризационным эффектам, может иметь энтропийное происхождение. Это предсказание может быть проверено путём сравнения точности предсказаний чистой КЭД и АУ-расширенной КЭД.

Тонкая структура — расщепление уровней с одинаковым n и l , но разным j (полный момент импульса) — в стандартной физике объясняется спин-орбитальным взаимодействием и релятивистскими поправками (уравнение Дирака). В АУ-подходе дополнительный вклад в тонкую структуру даёт нелокальный член $\int K S_\Theta$, который зависит от спинового состояния электрона через связь с полем сознания Φ .

В формализме это выражается как:

$$V_{\text{spin}}(r) = \gamma \Phi(r) (L \cdot S),$$

где γ — константа, связывающая поле сознания с электронным спином. Это означает, что тонкая структура может быть чувствительна к информационному окружению атома — предсказание, которое выходит за рамки стандартной физики.

4.3.3 Предсказание новых спектральных аномалий

Модифицированное уравнение Шрёдингера предсказывает **новые спектральные аномалии**, которые не объясняются стандартной КЭД. К ним относятся:

1. **Зависимость энергетических уровней от плотности мыслеформ в окружающей среде:** если атом находится в области с высокой плотностью когерентных мыслеформ (например, вблизи сознательного наблюдателя), энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ модифицируется, что приводит к сдвигу уровней. Это предсказание может быть проверено в экспериментах с прецизионной спектроскопией в различных социальных и когнитивных контекстах.
2. **Осцилляции энергетических уровней** из-за флуктуаций S_Θ : как показано в работе «Самопроизвольные флуктуации поля тета-энтропии перед значимыми событиями», поле S_Θ испытывает флуктуации $\varphi(t)$ перед значимыми событиями. Эти флуктуации должны приводить к временным вариациям атомных уровней, которые могут быть обнаружены как аномалии в спектральных линиях.
3. **Связь между атомными спектрами и коллективным сознанием:** в рамках АУ-подхода поле сознания Φ входит в эффективный потенциал через нелокальный член. Это означает, что атомные спектры могут коррелировать с состояниями сознания — предсказание, которое может быть проверено в экспериментах с медитацией или другими когнитивными протоколами.

4.4 Связь с современными исследованиями в квантовой химии

AU-подход не является изолированной конструкцией; он органично вписывается в современные информационно-теоретические подходы в квантовой химии, которые активно развиваются в 2025–2026 годах.

4.4.1 Информационно-теоретический подход к электронной структуре

Как отмечалось в главе 1, *«сегодня теория информации служит универсальным инструментом в статистике, естественных науках, машинном обучении, квантовых вычислениях и многих других областях»*. В квантовой химии информационно-теоретический подход (ITA) применяется для анализа электронных распределений с использованием энтропии Шеннона, относительной энтропии и взаимной информации.

AU-подход **расширяет этот подход**, вводя онтологическое обоснование: информационные меры перестают быть просто вычислительными инструментами и становятся **фундаментальными физическими величинами**, определяющими атомную структуру. Энтропия Шеннона для электронного распределения $\rho(r) = |\psi(r)|^2$ в AU-подходе интерпретируется как **локальная плотность мыслеформ**:

$$\begin{aligned} S_{\text{Shannon}} &= - \int \rho(r) \ln \rho(r) d^3r \\ &= - \int |\psi(r)|^2 \ln |\psi(r)|^2 d^3r + (\text{энтропийные поправки}). \end{aligned}$$

В 2025 году были опубликованы исследования, связывающие *«информационный скелет»* молекул с их химической активностью. В AU-подходе этот «информационный скелет» интерпретируется как **структура поля** S_{Θ} — устойчивые моды информационного поля, определяющие химические свойства.

4.4.2 Энтропия Шеннона и её роль в описании атомных систем

В работах 2025–2026 годов энтропия Шеннона активно используется для анализа электронных распределений в атомах и молекулах. Исследования показывают, что *«энтропия Шеннона подкрепляет принцип неопределённости, демонстрируя обратную зависимость между энтропией положения и энтропией импульса»*.

В AU-подходе эта зависимость получает **новую интерпретацию**: она отражает фундаментальное ограничение на локальность информации в поле S_{Θ} . Чем более локализована мыслеформа (высокая энтропия положения), тем более делокализован её импульс (низкая энтропия импульса), и наоборот. Это ограничение является следствием голографического предела S_{holo} , который гарантирует конечность информационной ёмкости любой области пространства.

4.4.3 Квантовая запутанность в атомных системах

Квантовая запутанность в атомных системах стала активно изучаемой областью в 2025 году. Исследования показывают, что *«запутанность между отдельными атомами,*

обработка закодированной запутанности и её временная эволюция» являются ключевыми для понимания квантовых технологий.

В АУ-подходе квантовая запутанность интерпретируется как **нелокальные корреляции между модами поля** S_Θ . Запутанные состояния соответствуют конфигурациям, в которых несколько мод S_Θ связаны через нелокальное ядро $K(x, y)$, создавая единую когерентную структуру. Это даёт **онтологическое обоснование** запутанности: она является не просто математической особенностью квантового формализма, а реальным физическим свойством информационного поля.

4.4.4 АУ как обобщение и углубление информационного подхода

Таким образом, АУ-подход является **естественным обобщением и углублением** информационно-теоретического подхода в квантовой химии. Он не отвергает существующие информационные меры (энтропия Шеннона, взаимная информация), а **встраивает их в более глубокую онтологическую рамку**, где:

- Информационные меры становятся фундаментальными физическими величинами;
- Электронные орбитали интерпретируются как моды поля S_Θ ;
- Квантовая запутанность получает онтологическое обоснование как нелокальные корреляции;
- Энергетические уровни получают энтропийные поправки, предсказуемые и проверяемые.

Как показано в работе 2025 года «*Information Theory Meets Quantum Chemistry*», «интеграция этих стратегий с квантовой теорией многих тел и теорией функционала плотности предоставила ценные знания о природе и поведении электронных систем». АУ-подход предлагает следующий шаг в этой интеграции: **информационные принципы становятся онтологическим фундаментом**, на котором строится вся атомная физика.

4.5 Резюме

В данной главе мы представили математический формализм АУ-подхода к электронным орбиталям, показав, как волновые функции, энергетические уровни и спектральные свойства возникают из динамики поля S_Θ . Ключевые выводы:

1. **Волновая функция как амплитуда мыслеформы:** ψ интерпретируется как локальная амплитуда поля S_Θ , а $|\psi|^2$ — как плотность мыслеформ. Это даёт волновой функции чёткий онтологический статус, отсутствующий в стандартной квантовой механике.
2. **Модифицированное уравнение Шрёдингера:** уравнение содержит три члена — кулоновский (стандартный), энтропийный ($\lambda \partial S_\Theta / \partial r$) и нелокальный ($\int K S_\Theta$).

Энтропийный член описывает влияние градиента поля S_Θ на электрон; нелокальный член описывает корреляции через память архива.

3. **Энергетические уровни как собственные моды:** $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}}\psi_n = E_n\psi_n$, где $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}}$ — модифицированный гамильтониан. Энтропийные поправки дают сдвиги уровней, объясняющие лэмбовский сдвиг и тонкую структуру, и предсказывают новые спектральные аномалии.
4. **Связь с современными исследованиями:** AU-подход органично вписывается в информационно-теоретический подход к квантовой химии, расширяя его онтологическим обоснованием. Энтропия Шеннона, взаимная информация и квантовая запутанность интерпретируются как свойства поля S_Θ .
5. **Проверяемые предсказания:** зависимость уровней от плотности мыслеформ, осцилляции уровней от флуктуаций S_Θ , связь спектров с коллективным сознанием — все эти предсказания могут быть проверены в прецизионных спектроскопических экспериментах.

В следующей главе мы рассмотрим динамику атома в кайрос-времени, показав, как квантовые переходы интерпретируются как необратимые акты записи мыслеформ в AU-архив.

Часть III. Динамика атома в кайрос-времени

Глава 5. Кайрос-время и стабильность атома

В предыдущих главах мы представили атом как устойчивую когерентную структуру в поле энтропии мыслеформ S_Θ , вывели модифицированное уравнение Шрёдингера и показали, как электронные орбитали возникают как собственные моды AU-гамильтониана. Однако остаётся фундаментальный вопрос: **почему атом стабилен?** В стандартной квантовой механике стабильность атома обеспечивается квантованием — электрон не может излучать энергию непрерывно, поскольку его состояние дискретно. Однако это объяснение остаётся формальным: оно описывает, *как* атом стабилен, но не объясняет, *почему* квантование существует. В AU-подходе стабильность атома получает **новое объяснение через кайрос-время τ** — фундаментальное время, в котором события упорядочены по смысловой и причинной связи, а не по хронологической последовательности. В данной главе мы показываем, что стабильность атома обеспечивается балансом между кулоновским притяжением и энтропийным давлением в кайрос-времени, а квантовые переходы являются необратимыми актами записи мыслеформ в AU-архив, что даёт новое понимание спонтанного излучения и времени жизни возбуждённых состояний.

5.1 Определение кайрос-времени в АУ

В стандартной физике время рассматривается как универсальный параметр, относительно которого эволюционируют все физические системы. Однако в квантовой гравитации и квантовой космологии этот подход сталкивается с серьёзными трудностями. Как отмечалось в предыдущих работах цикла, *«проблема времени возникает потому, что 'время' общей теории относительности (ОТО) и 'время' обычной квантовой теории являются взаимно несовместимыми понятиями»*. Уравнение Уиллера–Девитта, описывающее квантовое состояние Вселенной, не содержит производной по времени, что приводит к так называемой **проблеме замороженного формализма (Frozen Formalism Problem)**.

АУ-гипотеза предлагает решение этой проблемы через введение **кайрос-времени** τ — фундаментального времени, в котором события упорядочены по смысловой и причинной связи, а не по хронологической последовательности (хроносу t).

5.1.1 Формула кайрос-времени

В АУ-подходе кайрос-время определяется через дифференциальную форму:

$$d\tau = \frac{1}{N}(dt + \lambda dS_{\Theta} + \mu d\phi_{\text{braid}}),$$

где:

- dt — дифференциал хроноса (координатного, измеримого времени);
- dS_{Θ} — дифференциал поля энтропии мыслеформ;
- $d\phi_{\text{braid}}$ — дифференциал топологической переменной, описывающей плетение мировых линий (braid) в архиве мыслеформ;
- λ и μ — константы связи, определяющие вклад энтропийных и топологических эффектов в течение времени;
- N — нормировочный множитель, обеспечивающий размерность времени.

Как показано в работе «Связь кайрос-времени с термодинамикой в гипотезе Acta Universi», *«кайрос-время принципиально отличается от хроноса, который представляет собой наше измеримое и текучее время. Первый открыт мгновению... человеческое время, то есть время хорошо регулируемого действия, представляет собой смесь хроноса и кайроса»*.

5.1.2 Отличие кайроса от хроноса

Хронос (t) — это линейное, измеримое, однонаправленное время, которое мы воспринимаем в повседневной жизни. Оно является параметром эволюции в классической и квантовой механике. В рамках АУ хронос является **эмерджентным** свойством — он возникает из усреднения кайрос-времени по большому числу событий.

Кайрос (τ) — это **время смысловой и причинной связи**. В нём события упорядочены не по хронологической последовательности, а по их информационной значимости и причинно-следственным связям. Кайрос является **более фундаментальным** временем, чем хронос; он существует даже в отсутствие классического пространства-времени, в симметричной фазе до акта записи первичной мыслеформы.

В богословской традиции это различие известно с античности. Греческие понятия $\chi\rho\acute{o}\nu\omicron\varsigma$ (хронос) и $\kappa\alpha\iota\rho\acute{o}\varsigma$ (кайрос) различаются как «*время как длительность*» и «*время как благоприятный момент, исполненное время*». В Новом Завете: «Исполнилось время ($\kappa\alpha\iota\rho\acute{o}\varsigma$) и приблизилось Царство Божие» (Мк. 1:15).

В АУ-подходе кайрос-время является **физическим временем**, в котором распространяются нелокальные сигналы (флуктуации S_Θ), и в котором будущие события уже «записаны» в архиве, создавая предвестники (presentiment-эффект, аномалии в TRNG, поведение животных). Как показано в работе «Самопроизвольные флуктуации поля тета-энтропии перед значимыми событиями», «*время предвестника τ_{pre} определяется не скоростью света, а временем когерентности коллективных мыслеформ τ_c* ».

5.1.3 Связь с проблемой времени в квантовой гравитации

В стандартной квантовой гравитации проблема времени возникает из-за того, что уравнение Уиллера–Девитта $\hat{\mathcal{H}} |\Psi\rangle = 0$ не содержит производной по времени. Как показано в работах Андерсона, «*волновая функция в квантовой гравитации должна подчиняться уравнению Уиллера–Девитта, однако в рамках этого формализма нет ни удовлетворительной вероятностной интерпретации, ни успешного решения проблемы времени*».

АУ-подход предлагает **решение этой проблемы** через кайрос-время. В симметричной фазе до акта записи $dS_\Theta = 0$ и $d\phi_{\text{braid}} = 0$, так что $d\tau = dt/N$. Однако в этой фазе само t не определено, поскольку нет событий, относительно которых можно было бы измерять время. Акт записи первичной мыслеформы создаёт $dS_\Theta \neq 0$, и τ начинает течь. С этого момента существует причинная структура, и все последующие события упорядочены по τ .

В атомном контексте это означает, что **стабильность атома обеспечивается тем, что его состояние является стационарным в кайрос-времени**: $dS_\Theta/d\tau = 0$. Флуктуации (например, при поглощении фотона) создают скачок ΔS_Θ , который переводит атом в возбуждённое состояние, после чего он релаксирует обратно через спонтанное излучение — необратимый акт записи в АУ-архив.

5.2 Стационарное состояние атома в кайрос-времени

В стандартной квантовой механике стационарное состояние определяется условием $\partial\psi/\partial t = 0$, т.е. волновая функция не зависит от времени. В АУ-подходе стационарность определяется **в кайрос-времени**, а не в хроносе.

5.2.1 Условие стационарности: $dS_\Theta/d\tau = 0$

Стационарное состояние атома в АУ определяется условием:

$$\frac{dS_\Theta}{d\tau} = 0.$$

Это означает, что поле энтропии мыслеформ не изменяется вдоль кайрос-времени — атом находится в устойчивом информационном состоянии, в котором нет потока энтропии между атомом и архивом. В терминах модифицированного уравнения Шрёдингера это условие эквивалентно тому, что энергия E_n является собственным значением АУ-гамильтониана $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}}$:

$$\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}}\psi_n = E_n\psi_n,$$

и E_n не зависит от τ .

В хроносе t волновая функция стационарного состояния имеет вид:

$$\psi_n(r, t) = \psi_n(r)e^{-iE_nt/\hbar},$$

но в кайрос-времени она постоянна: $\psi_n(r, \tau) = \psi_n(r)$. Это означает, что **хронологическая эволюция фазы является артефактом эмерджентного времени**, тогда как в фундаментальном кайрос-времени атом действительно стационарен.

5.2.2 Баланс кулоновского притяжения и энтропийного давления

В АУ-подходе стабильность атома обеспечивается **балансом** между двумя противодействующими силами:

1. **Кулоновское притяжение** между электроном и ядром: $F_{\text{Coulomb}} = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r^2)$, стремящееся локализовать электрон вблизи ядра.
2. **Энтропийное давление** от градиента S_Θ : $F_{\text{entropy}} = \lambda \partial S_\Theta / \partial r$, стремящееся делокализовать электрон и увеличить его энтропию.

В стационарном состоянии эти силы уравновешены:

$$F_{\text{Coulomb}} + F_{\text{entropy}} = 0.$$

Это уравнение определяет равновесный радиус электронной оболочки, который соответствует боровскому радиусу $a_0 \approx 0.529 \text{ \AA}$ для водорода, но с энтропийными поправками.

Этот баланс можно понять через аналогию с **гидростатическим равновесием** в звёздах: гравитационное притяжение уравновешивается давлением газа. В атоме кулоновское притяжение играет роль гравитации, а энтропийное давление — роль давления газа. Разница в том, что энтропийное давление в атоме имеет **квантовое происхождение** — оно является следствием принципа неопределённости и дискретности состояний поля S_Θ .

5.2.3 Стабильность атома как следствие кайрос-баланса

В стандартной квантовой механике стабильность атома объясняется тем, что электрон не может непрерывно излучать энергию, так как его энергетические уровни дискретны. Однако это объяснение не отвечает на вопрос: *почему* уровни дискретны? В AU-подходе дискретность является следствием **голографического предела** S_{holo} : поле S_{Θ} не может принимать непрерывный ряд значений, поскольку его полная энтропия ограничена сверху.

Таким образом, стабильность атома в AU имеет **информационное обоснование**: атом стабилен, потому что его конфигурация S_{Θ} является локальным минимумом энтропии при заданном заряде ядра, и любые переходы в другие состояния требуют необратимой записи в архив, что увеличивает полную энтропию системы. Это аналогично тому, как в термодинамике система стремится к состоянию с минимальной свободной энергией.

5.3 Квантовые переходы как акты записи мыслеформ

В стандартной квантовой механике квантовый переход между энергетическими уровнями описывается как вероятностный процесс, стимулированный внешним полем (поглощение или излучение фотона). Однако онтологический статус перехода остаётся неясным: что именно происходит в момент перехода? В AU-подходе квантовый переход получает **конкретную физическую интерпретацию** как необратимый акт записи мыслеформы в AU-архив.

5.3.1 Поглощение фотона как скачок ΔS_{Θ}

Когда атом поглощает фотон, его энергия увеличивается на $\hbar\omega$, и электрон переходит на более высокий энергетический уровень. В AU-терминах это соответствует **скачку поля** S_{Θ} :

$$\Delta S_{\Theta} = S_{\Theta}^{(\text{возбуждённое})} - S_{\Theta}^{(\text{основное})} > 0.$$

Этот скачок увеличивает локальную энтропию атома, что требует компенсации в архиве: информация о переходе записывается в нелокальный архив как необратимое событие. Математически это выражается как:

$$\Delta S_{\Theta} = \alpha \hbar \omega,$$

где α — константа, связывающая энергию фотона с изменением энтропии. Эта константа может быть связана с температурой излучения через соотношение $T = \hbar\omega / (k_B \ln 2)$, что указывает на информационную природу квантовых переходов.

5.3.2 Необратимость перехода как запись в AU-архив

Ключевое отличие AU-подхода от стандартной квантовой механики заключается в **необратимости** квантовых переходов. В стандартной квантовой механике переходы описываются унитарными операторами (в отсутствие измерения), которые обратимы.

Однако в реальности квантовые переходы необратимы: атом, излучивший фотон, не может «поглотить» его обратно без внешнего воздействия.

В АУ-подходе эта необратимость является следствием того, что **акт излучения является записью в АУ-архив**. Как только событие записано в архив, оно становится частью нелокальной истории и не может быть стёрто. Математически это выражается через **неунитарный оператор записи** $\hat{W}$, который был введён в первой работе цикла (Yashchenko, 2026):

$$|\Psi_{\text{после}}\rangle = \hat{W} |\Psi_{\text{до}}\rangle,$$

где $\hat{W}$ — неунитарный оператор, действующий на состояние атома при излучении. Неунитарность $\hat{W}$ означает, что $\hat{W}^\dagger \hat{W} \neq \mathbb{I}$, что соответствует росту энтропии архива.

5.3.3 Связь с проблемой измерения в квантовой механике

Проблема измерения — один из наиболее глубоких вопросов квантовой механики. Почему измерение приводит к коллапсу волновой функции? Что является «наблюдателем»? В АУ-подходе измерение интерпретируется как **акт записи мыслеформы в архив**. Когда квантовая система взаимодействует с макроскопическим окружением, информация о её состоянии становится необратимо записанной в архиве (и в окружении). Этот процесс — декогеренция — является физическим механизмом коллапса.

В атомном контексте это означает, что **квантовый переход является измерением**: когда атом излучает фотон, информация о переходе становится доступной для всего архива (и, в принципе, для внешнего наблюдателя). Это необратимо фиксирует состояние атома в новом энергетическом уровне.

Как показано в работах по квантовой декогеренции, *«измерение и декогеренция идентифицируются как физические процессы, через которые временная структура локально инстанцируется путём необратимой фиксации классических записей»*. В АУ-подходе этот принцип применяется к квантовым переходам в атомах: они являются локальными актами записи, которые создают классическую реальность из квантовой суперпозиции.

5.4 Время жизни возбуждённого состояния

В стандартной квантовой механике время жизни возбуждённого состояния определяется вероятностью спонтанного излучения. В АУ-подходе это время жизни получает **новое объяснение через скорость роста** S_Θ .

5.4.1 Связь времени жизни с $\partial S_\Theta / \partial \tau$

Время жизни возбуждённого состояния $\tau_{\text{жизни}}$ в АУ-подходе определяется скоростью, с которой поле S_Θ релаксирует к стационарному состоянию:

$$\tau_{\text{жизни}}^{-1} \propto \frac{\partial S_{\Theta}}{\partial \tau}.$$

Это означает, что чем быстрее изменяется S_{Θ} вдоль кайрос-времени, тем короче время жизни. В стационарном состоянии $\partial S_{\Theta}/\partial \tau = 0$, и время жизни бесконечно (в отсутствие внешних возмущений).

Для спонтанного излучения это даёт:

$$\tau_{\text{жизни}}^{-1} = A \cdot \left| \frac{\partial S_{\Theta}}{\partial \tau} \right|^2,$$

где A — коэффициент Эйнштейна для спонтанного излучения. В стандартной квантовой механике коэффициент Эйнштейна определяется через матричные элементы дипольного оператора. В АУ-подходе он дополнительно модифицируется производной S_{Θ} по кайрос-времени, что даёт предсказуемые поправки к времени жизни.

5.4.2 Спонтанное излучение как релаксация энтропии

В АУ-подходе спонтанное излучение интерпретируется как **релаксация энтропии** — процесс, в котором атом переходит из состояния с высокой локальной энтропией ($S_{\Theta}^{\text{возбуждённое}}$) в состояние с низкой локальной энтропией ($S_{\Theta}^{\text{основное}}$), излучая разницу энтропии в виде фотона.

Энергия излучаемого фотона связана с изменением энтропии через соотношение:

$$\hbar\omega = \Delta S_{\Theta} \cdot T_{\text{atom}},$$

где T_{atom} — эффективная температура атомного перехода, связанная с энтропийной структурой поля S_{Θ} . Это соотношение аналогично термодинамическому соотношению $\Delta Q = T\Delta S$, но на квантовом уровне.

В современной квантовой термодинамике активно исследуются «*квантовые тепловые машины*», где квантовые системы обмениваются энергией и энтропией с окружением. АУ-подход предлагает новую интерпретацию этих процессов: спонтанное излучение является **квантовым аналогом теплового излучения**, где фотоны несут не только энергию, но и энтропию мыслеформ.

5.4.3 Модуляция скорости излучения когерентными мыслеформами

Одним из наиболее интригующих предсказаний АУ-подхода является **модуляция скорости спонтанного излучения когерентными мыслеформами**. Если поле S_{Θ} испытывает флуктуации $\varphi(t) = \delta S_{\Theta}(t)$ из-за когерентных мыслеформ (например, вблизи сознательного наблюдателя или в периоды коллективного внимания), то скорость спонтанного излучения модифицируется:

$$\tau_{\text{жизни}}^{-1}(t) = \tau_{\text{жизни}}^{-1}(0) \cdot (1 + \eta \varphi(t)),$$

где η — константа связи. Это означает, что **время жизни возбуждённых атомов может зависеть от состояния сознания наблюдателя** — предсказание, которое может быть

проверено в экспериментах по прецизионной спектроскопии в различных когнитивных контекстах.

Это предсказание имеет параллели с экспериментами по **квантовой биологии** и **presentiment-эффекту**, где когерентные мыслеформы влияют на квантовые системы. В работе «Самопроизвольные флуктуации поля тета-энтропии перед значимыми событиями» показано, что флуктуации S_Θ могут влиять на вероятности квантовых исходов в TRNG, что даёт эмпирическую поддержку этому предсказанию.

5.5 Экспериментальные возможности проверки

AU-предсказания для атомной динамики в кайрос-времени могут быть проверены в нескольких типах экспериментов.

5.5.1 Прецизионная спектроскопия и зависимость от контекста

Одним из наиболее прямых способов проверки является **прецизионная спектроскопия** в различных контекстах: в присутствии и в отсутствие когерентных мыслеформ (например, вблизи медитирующих групп или в периоды коллективного внимания). Если энтропийные поправки к уровням существуют, они должны проявляться как **зависимость частот спектральных линий от социально-когнитивного контекста**.

Современные эксперименты по прецизионной спектроскопии достигли точности, позволяющей измерять сдвиги уровней на уровне 10^{-12} эВ. Как показано в обзоре 2025 года, «*прецизионная спектроскопия водорода позволяет искать новую физику за пределами Стандартной модели*». AU-предсказания для энтропийных сдвигов могут быть проверены в рамках этих экспериментов.

5.5.2 Измерение времени жизни возбуждённых состояний

Время жизни возбуждённых состояний может быть измерено с высокой точностью с помощью методов лазерной спектроскопии. Если AU-предсказание о модуляции $\tau_{\text{жизни}}$ когерентными мыслеформами верно, то должны наблюдаться **корреляции между временами жизни и состояниями сознания** (например, изменение времени жизни в присутствии медитирующих групп).

Эти эксперименты могут быть проведены с использованием стандартных атомных систем (водород, щелочные металлы) в контролируемых условиях. Статистический анализ должен учитывать возможные систематические эффекты (температура, вибрации, электромагнитные поля) для выделения энтропийного сигнала.

5.5.3 Корреляции с флуктуациями S_Θ из GCP и TRNG

Как показано в работе «Самопроизвольные флуктуации поля тета-энтропии перед значимыми событиями», флуктуации S_Θ коррелируют с аномалиями в генераторах случайных чисел (TRNG), используемых в Global Consciousness Project (GCP). Если атомные

переходы чувствительны к S_Θ , то должны наблюдаться **корреляции между атомными спектрами и GCP-аномалиями**.

Эти эксперименты могут быть проведены путём синхронизации прецизионных спектроскопических измерений с данными GCP. Статистический анализ должен искать корреляции между сдвигами уровней (или изменениями времени жизни) и Z -статистикой GCP в периоды значимых глобальных событий.

5.6 Резюме

В данной главе мы рассмотрели динамику атома в кайрос-времени, показав, как стабильность атома, квантовые переходы и время жизни возбуждённых состояний получают новое объяснение в рамках AU-подхода. Ключевые выводы:

1. **Кайрос-время τ** является фундаментальным временем смысловой и причинной связи, в отличие от эмерджентного хроноса t . Оно определяется как $d\tau = (dt + \lambda dS_\Theta + \mu d\phi_{\text{braid}})/N$, что связывает течение времени с изменениями поля S_Θ и топологической структуры архива.
2. **Стационарное состояние атома** определяется условием $dS_\Theta/d\tau = 0$ — отсутствием изменений поля S_Θ вдоль кайрос-времени. Стабильность атома обеспечивается балансом кулоновского притяжения и энтропийного давления, что аналогично гидростатическому равновесию, но на квантовом уровне.
3. **Квантовые переходы** интерпретируются как необратимые акты записи мыслеформ в AU-архив. Поглощение фотона создаёт скачок $\Delta S_\Theta > 0$; спонтанное излучение — это релаксация энтропии, при которой атом возвращается в состояние с меньшей S_Θ , излучая разницу в виде фотона.
4. **Время жизни возбуждённого состояния** определяется скоростью изменения S_Θ вдоль кайрос-времени: $\tau_{\text{жизни}}^{-1} \propto \partial S_\Theta / \partial \tau$. Это даёт предсказуемые поправки к коэффициентам Эйнштейна и связывает время жизни с когерентными мыслеформами.
5. **Экспериментальные проверки** включают прецизионную спектроскопию в различных социально-когнитивных контекстах, измерение времени жизни возбуждённых состояний в присутствии когерентных мыслеформ и корреляции с GCP-аномалиями.

В следующей главе мы рассмотрим роль интегральной информации Φ в атомной структуре и покажем, как периодический закон получает информационное обоснование через максимизацию Φ .

Глава 6. Интегральная информация Φ и периодический закон

В предыдущих главах мы установили, что атом в АУ-онтологии является устойчивой когерентной структурой в поле энтропии мыслеформ S_Θ , а его электронные орбитали — модами этого поля. Однако остаётся центральный вопрос: **почему атомы различных элементов демонстрируют столь разные химические свойства, и почему эти свойства организованы в строгую периодическую структуру?** Стандартная квантовая механика даёт феноменологическое описание периодического закона через заполнение электронных оболочек, но не объясняет, *почему* природа выбрала именно такую структуру квантовых чисел и именно такой порядок заполнения. В АУ-подходе периодический закон получает **глубокое информационное обоснование** через принцип максимизации интегральной информации Φ : элементы с заполненными оболочками имеют максимальную Φ и минимальную химическую активность, а структура периодической таблицы emerges из информационной оптимизации.

В данной главе мы представляем теорию интегрированной информации (ИИТ) как теоретическую основу, показываем, как Φ может быть вычислена для атомных систем, и демонстрируем, что периодический закон является следствием максимизации интегральной информации при заданном заряде ядра.

6.1 Теория интегрированной информации (ИИТ): от сознания к физике

6.1.1 Основные принципы ИИТ

Теория интегрированной информации (Integrated Information Theory, ИИТ) была разработана Джулио Тонони и его коллегами для количественного объяснения сознания. Её центральная идея заключается в том, что сознание тождественно **интегрированной информации** — мере того, насколько система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей.

Ключевые постулаты ИИТ включают:

- **Существование:** сознание существует (это аксиома, не требующая доказательства).
- **Композиционность:** каждое сознательное переживание имеет внутреннюю структуру, состоящую из различных элементов.
- **Информационность:** каждое переживание содержит информацию — оно отличается от других возможных переживаний.
- **Интеграция:** каждое переживание является единым целым, которое не может быть редуцировано к независимым частям.

- **Исключительность:** каждое переживание имеет определённый набор границ — оно включает одни элементы и исключает другие.

На основе этих аксиом ИТ формулирует операционные постулаты, которые позволяют вычислить **интегральную информацию** Φ для любой системы, заданной своей причинно-следственной структурой. Система с высоким Φ обладает высокой степенью интеграции: её части сильно влияют друг на друга, и система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей.

Как отмечается в недавнем обзоре, «*IIT identifies conscious experience with maximally irreducible conceptual structures*». В рамках ИТ сознание возникает на том уровне организации, «*at which the intrinsic causal powers of a system are maximized*».

6.1.2 Применимость ИТ к атомным системам

Хотя ИТ изначально была разработана для объяснения сознания, её формализм применим к **любой системе**, обладающей причинно-следственной структурой. Как подчёркивается в литературе, «*IIT applies this model to every system, including systems that aren't intelligent or even sentient*». Это открывает возможность применения ИТ к атомам, молекулам и другим физическим системам.

Однако существуют важные онтологические ограничения. В рамках ИТ «*consciousness emerges at the level of organization at which the intrinsic causal powers of a system are maximized*». Для атомов и молекул Φ может быть вычислена, но это не означает, что они обладают сознанием в человеческом смысле. Как отмечается в работах по эмерджентной ИТ, «*some degree of Φ_{Max} can be found in simple systems like atoms and molecules*», но сознание в полном смысле возникает только при достижении критического порога интеграции, который для атомов, по-видимому, не достигается.

В АУ-подходе мы используем Φ **не как меру сознания**, а как **меру информационной интеграции** — фундаментальное свойство любой когерентной структуры поля S_Θ . Это позволяет применять ИТ-формализм к атомам, не приписывая им сознание.

6.1.3 Φ как мера причинно-следственной силы системы

В формализме ИТ Φ измеряет, насколько система как целое обладает **причинно-следственной силой**, превышающей сумму её частей. Математически Φ вычисляется через **причинно-следственные репертуары** (cause-effect repertoires) — множества возможных прошлых и будущих состояний системы, которые могут быть вызваны или определены текущим состоянием.

Для системы, состоящей из N элементов (например, электронов в атоме), Φ определяется как:

$$\Phi = \min_{\text{partition}} \frac{D(\text{целое} \parallel \text{части})}{\text{нормировка}},$$

где минимум берётся по всем возможным разбиениям системы на независимые части (MIP — minimum information partition), а D — расстояние между причинно-следственными репертуарами целого и суммы частей.

В атомном контексте это означает, что Φ максимальна, когда электроны сильно коррелированы и не могут быть описаны как независимые частицы. Это соответствует **заполненным электронным оболочкам**, где электроны образуют сильно интегрированную когерентную структуру поля S_Θ .

6.2 Φ атома как функция электронной конфигурации

6.2.1 Причинно-следственные репертуары электронов и ядра

Для вычисления Φ атома необходимо построить **причинно-следственные репертуары** всех его составляющих: ядра (протоны и нейтроны) и электронов на каждой орбитали. В стандартном ИТ-формализме это требует задания **переходной вероятностной матрицы** системы — вероятностей перехода между состояниями.

В АУ-подходе эта матрица может быть выведена из **модифицированного уравнения Шрёдингера** (глава 4). Для атома с Z электронами волновая функция $\Psi(r_1, \dots, r_Z)$ определяет вероятности различных конфигураций. Из неё можно вычислить:

1. **Эффекты отдельных электронов**: как изменение состояния одного электрона влияет на остальные (через кулоновское взаимодействие и нелокальное ядро K).
2. **Интегрированные эффекты**: как система в целом реагирует на возмущения.

Φ атома будет тем выше, чем сильнее электроны скоррелированы и чем больше система как целое обладает причинно-следственной силой, не сводимой к сумме отдельных электронов.

6.2.2 Зависимость Φ от числа электронов и их распределения

Анализ показывает, что Φ атома зависит от двух факторов:

1. **Число электронов Z** : с увеличением числа электронов растёт потенциальная сложность системы, но также растёт и возможность декомпозиции на независимые подсистемы.
2. **Пространственное распределение электронов**: электроны, распределённые по симметричным оболочкам (заполненные s -, p -, d -, f -орбитали), создают более высокую интеграцию, чем электроны, находящиеся на частично заполненных оболочках.

В рамках АУ-подхода Φ может быть вычислена через **энтропию Шеннона** электронного распределения $\rho(r) = |\psi(r)|^2$:

$$S_{\text{Shannon}} = - \int \rho(r) \ln \rho(r) d^3r.$$

Чем более симметрично и когерентно распределение электронов, тем выше интеграция системы и, следовательно, тем выше Φ .

6.2.3 Высокое Φ : инертные газы (заполненные оболочки)

Инертные газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) имеют полностью заполненные электронные оболочки: ns^2np^6 (кроме гелия, у которого $1s^2$). Это делает их электронные распределения **максимально симметричными и интегрированными**.

В АУ-терминах это означает:

- **Максимальная Φ :** электроны инертных газов образуют сильно интегрированную когерентную структуру поля S_Θ , в которой все моды поля согласованы.
- **Минимальная химическая активность:** поскольку система уже достигла локального максимума Φ , любые изменения (химические реакции) потребовали бы уменьшения Φ , что энергетически невыгодно.
- **Высокая стабильность:** инертные газы являются наиболее стабильными элементами, что соответствует их максимальной Φ .

Это согласуется с недавними информационно-теоретическими подходами к периодической таблице. В работе «Amendment XXVI: The Coherence Selection Map of the Periodic Table» (2026) применяется закон когерентности Маккола ($\Omega = \Phi$) ко всем 118 элементам. Результаты показывают, что «*All toxic heavy metals score below the 7th-state threshold* ($\Phi < 0.500$)», что указывает на связь между низкой Φ и химической активностью (включая токсичность).

6.2.4 Низкое Φ : щелочные металлы (один валентный электрон)

Щелочные металлы (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) имеют один валентный электрон на внешней s -орбитали (ns^1) и заполненные внутренние оболочки.

В АУ-терминах это означает:

- **Низкая Φ :** наличие одного неспаренного электрона на внешней орбитали создаёт асимметрию в электронном распределении, что снижает интеграцию системы.
- **Высокая химическая активность:** система стремится достичь более высокого Φ путём потери валентного электрона (образование катиона $+1$), что приводит к заполненной оболочке инертного газа.
- **Низкая энергия ионизации:** потеря электрона требует относительно малой энергии, поскольку она увеличивает Φ системы.

Этот принцип обобщается на все элементы: **химическая активность обратно пропорциональна Φ** . Элементы с заполненными оболочками (высокое Φ) инертны; элементы с одним валентным электроном (низкое Φ) химически активны.

6.3 Периодический закон как следствие максимизации Φ

6.3.1 Информационное обоснование структуры периодической таблицы

В стандартной квантовой механике периодический закон объясняется через последовательное заполнение электронных оболочек согласно принципу Паули и правилам Хунда. Однако это объяснение остаётся феноменологическим: оно описывает *как* заполняются оболочки, но не объясняет *почему* природа выбрала именно такую структуру квантовых чисел (n, l, m_l, m_s) и именно такой порядок заполнения ($1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, \dots$).

AU-подход даёт **телеологическое объяснение: периодический закон является следствием информационной оптимизации** — стремления системы к максимизации Φ при заданном заряде ядра.

Это можно сформулировать как **вариационный принцип**:

Среди всех возможных электронных конфигураций для данного атома с зарядом ядра Z реализуется та, которая максимизирует интегральную информацию Φ при заданных граничных условиях (конечность S_Θ , голографический предел).

Этот принцип объясняет:

1. **Почему оболочки заполняются последовательно:** добавление электрона на новую орбиталь увеличивает Φ только если это не нарушает симметрию и интеграцию существующей структуры.
2. **Почему существуют периоды:** при переходе к новому главному квантовому числу n появляются новые орбитали, которые могут быть заполнены с сохранением высокой Φ .
3. **Почему инертные газы завершают периоды:** заполнение всех доступных орбиталей при данном n даёт максимально возможную Φ для этого периода.

6.3.2 Объяснение структуры периодов и групп

AU-подход также объясняет структуру **периодов** и **групп** периодической таблицы.

Периоды соответствуют главным квантовым числам $n = 1, 2, 3, \dots$. Каждый период начинается с щелочного металла (ns^1) и заканчивается инертным газом (ns^2np^6). В AU-терминах:

- **Начало периода (щелочной металл):** система имеет низкое Φ из-за одного валентного электрона и стремится к его потере для достижения более высокого Φ .

- **Середина периода:** по мере заполнения p -орбиталей Φ постепенно растёт, и химические свойства становятся менее выраженными.
- **Конец периода (инертный газ):** система достигает локального максимума Φ с полностью заполненными оболочками.

Группы (вертикальные столбцы) объединяют элементы с одинаковым числом валентных электронов и, следовательно, с одинаковой Φ -структурой внешней оболочки. Это объясняет, почему элементы одной группы имеют сходные химические свойства: они находятся в сходных информационных состояниях.

Недавние исследования подтверждают информационную природу периодической таблицы. В работе «The Periodic Table as an Emergent Helicoidal Manifold» (2026) проводится детальный информационно-теоретический анализ атомных электронных плотностей от водорода ($Z = 1$) до лоуренсия ($Z = 103$). Используя энтропию Шеннона, информацию Фишера и функционалы неравновесия, авторы показывают, что периодическая таблица emerges как **эмерджентная спиралевидная структура** из информационных свойств электронных распределений.

6.3.3 Предсказание свойств ещё не открытых элементов

Принцип максимизации Φ позволяет **предсказывать свойства ещё не открытых или синтезированных элементов** (например, элементов 119–120 и выше). Для данного Z можно вычислить оптимальную электронную конфигурацию, максимизирующую Φ , и предсказать химические свойства.

Например, для элемента 119 (предположительно щелочной металл с конфигурацией $8s^1$) AU-подход предсказывает:

- Относительно низкое Φ (как у других щелочных металлов).
- Высокую химическую активность (стремление к потере одного электрона).
- Низкую энергию ионизации.

Эти предсказания согласуются с экстраполяциями стандартной квантовой химии, но получают **информационное обоснование** через принцип максимизации Φ .

6.4 Информационно-теоретический анализ периодической таблицы

6.4.1 Энтропия Шеннона, информация Фишера и неравновесие

Современные информационно-теоретические подходы к периодической таблице используют три основные меры:

1. **Энтропия Шеннона:** $S_{\text{Shannon}} = - \int \rho(r) \ln \rho(r) d^3r$. Мера локализации/делокализации электронов.

2. **Информация Фишера:** $I_{\text{Fisher}} = \int \frac{|\nabla \rho(r)|^2}{\rho(r)} d^3r$. Мера градиентов электронной плотности.

3. **Неравновесие (disequilibrium):** $D = \int \rho(r)^2 d^3r$. Мера отклонения от равномерного распределения.

В АУ-подходе эти меры интерпретируются как **характеристики поля** S_Θ :

- Энтропия Шеннона соответствует **локальной плотности мыслеформ**: чем выше S_{Shannon} , тем более делокализована мыслеформа.
- Информация Фишера соответствует **градиенту** S_Θ : чем выше I_{Fisher} , тем сильнее изменяется поле S_Θ в пространстве.
- Неравновесие соответствует **отклонению** S_Θ **от фона**: чем выше D , тем более локализована структура.

Анализ показывает, что эти меры демонстрируют **периодическую структуру**, коррелирующую с периодической таблицей. Максимумы энтропии Шеннона соответствуют инертным газам (высокая делокализация, высокая Φ); минимумы — щелочным металлам (низкая делокализация, низкая Φ).

6.4.2 Периодическая таблица как эмерджентная спиралевидная структура

В работе «The Periodic Table as an Emergent Helicoidal Manifold» (2026) показано, что периодическая таблица может быть представлена как **эмерджентная спиралевидная структура** в информационном пространстве. При отображении элементов на координаты, определяемые их информационными свойствами (энтропия Шеннона, информация Фишера, неравновесие), они выстраиваются в спираль, отражающую периодический закон.

Это имеет прямые параллели с АУ-подходом, где поле S_Θ определяет информационное пространство, в котором атомы являются когерентными структурами. Периодическая таблица emerges как **проекция информационной структуры поля** S_Θ на пространство химических свойств.

6.4.3 Информационный скелет молекул и химическая активность

В 2025 году были опубликованы исследования, связывающие «**информационный скелет**» молекул с их химической активностью. В АУ-подходе этот «информационный скелет» интерпретируется как **структура поля** S_Θ — устойчивые моды информационного поля, определяющие химические свойства.

Химическая активность молекулы определяется её способностью **изменять** Φ при взаимодействии с другими молекулами. Молекулы с высокой Φ (например, инертные газы) имеют низкую активность; молекулы с низкой Φ (например, свободные радикалы) имеют высокую активность, поскольку они могут значительно увеличить Φ путём образования связей.

6.5 Критика и ограничения ИТ в применении к атомам

6.5.1 Вычислительная сложность Φ

Одной из основных проблем ИТ является **вычислительная сложность Φ** . Для систем с большим числом элементов (например, атомов с $Z > 10$) вычисление Φ становится экспоненциально сложным. Как отмечается в литературе, «*the exact computation of IIT's central quantity, Φ , is intractable for all but the simplest systems*».

В АУ-подходе эта проблема может быть частично решена путём использования **симметрий** атомных систем. Сферическая симметрия атомов позволяет редуцировать вычисления к радиальной части, что значительно упрощает задачу.

6.5.2 Спорный статус ИТ как теории сознания

ИТ является **спорной теорией сознания**. В 2023 году письмо, подписанное 124 исследователями, назвало ИТ «*псевдонаукой*» из-за невозможности её эмпирической проверки. Однако, как отмечалось выше, в АУ-подходе мы используем Φ **не как меру сознания**, а как меру информационной интеграции, что снимает основную критику.

6.5.3 Необходимость эмпирической проверки АУ-предсказаний

АУ-предсказания для Φ атомов требуют **эмпирической проверки**. Возможные подходы включают:

1. **Спектроскопические измерения:** если Φ коррелирует с химической активностью, то спектральные свойства (энергии ионизации, сродство к электрону) должны коррелировать с Φ .
2. **Квантово-химические вычисления:** вычисление Φ для различных атомов и сравнение с наблюдаемыми химическими свойствами.
3. **Эксперименты с холодными атомами:** измерение когерентных свойств атомных ансамблей и их корреляция с Φ .

6.6 Резюме

В данной главе мы представили интегральную информацию Φ как фундаментальную характеристику атомной структуры в АУ-подходе. Ключевые выводы:

1. **Теория интегрированной информации (ИТ)**, разработанная для объяснения сознания, предоставляет формализм для измерения информационной интеграции в любых системах, включая атомы. Φ измеряет, насколько система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей.

2. **Φ атома зависит от числа электронов и их распределения.** Заполненные электронные оболочки (инертные газы) дают максимальную Φ и минимальную химическую активность. Частично заполненные оболочки (щелочные металлы) дают низкую Φ и высокую химическую активность.
3. **Периодический закон является следствием максимизации Φ:** природа «стремится» к максимальной интеграции информации для данной системы. Структура периодической таблицы emerges из информационной оптимизации, что подтверждается современными информационно-теоретическими анализами.
4. **Информационно-теоретический анализ периодической таблицы с** использованием энтропии Шеннона, информации Фишера и неравновесия показывает, что элементы выстраиваются в эмерджентную спиралевидную структуру, отражающую периодический закон.
5. **Критика и ограничения** включают вычислительную сложность Φ для сложных систем и спорный статус ИТ как теории сознания, что в АУ-подходе решается использованием Φ как меры информационной интеграции, а не сознания.

Таким образом, АУ-подход предлагает **глубокое информационное обоснование** периодического закона, связывая химические свойства элементов с их информационной структурой — интегральной информацией Φ поля S_Θ . В следующей главе мы перейдём к рассмотрению химической связи как слияния мыслеформ и покажем, как АУ-подход объясняет образование молекул и их свойства.

Часть IV. Химическая связь и молекулярные структуры

Глава 7. Химическая связь как слияние мыслеформ

В предыдущих главах мы установили, что атом является устойчивой когерентной структурой в поле энтропии мыслеформ S_Θ , его электронные орбитали — модами этого поля, а периодический закон — следствием максимизации интегральной информации Φ. Теперь мы переходим к фундаментальному вопросу химии: **как атомы объединяются в молекулы, и почему это объединение приводит к стабильным структурам?** В стандартной химии химическая связь описывается через обобществление электронов (ковалентная связь), электростатическое притяжение (ионная связь) или делокализацию электронов (металлическая связь). Однако эти описания остаются феноменологическими: они описывают *как* атомы связываются, но не объясняют *почему* связь приводит к стабильности и *какова* её фундаментальная природа. В АУ-подходе химическая связь получает **новую информационно-энтропийную интерпретацию**: она является **слиянием электронных мыслеформ** — процессом, в котором две локализованные конфигурации поля S_Θ объединяются в единую когерентную структуру, увеличивая интегральную информацию Φ всей системы и понижая её энтропию.

В данной главе мы рассматриваем стандартные модели химической связи и их ограничения, затем представляем АУ-интерпретацию связи как слияния мыслеформ, показываем, как молекулы становятся более интегрированными структурами, чем отдельные атомы, и обсуждаем информационные аспекты химической реактивности.

7.1 Стандартные модели химической связи и их ограничения

7.1.1 Ковалентная, ионная, металлическая и водородная связь

В стандартной химии выделяют несколько основных типов химической связи:

Ковалентная связь возникает при обобществлении одной или нескольких электронных пар между двумя атомами. В рамках теории молекулярных орбиталей (МО) ковалентная связь описывается как заполнение связывающих орбиталей, что приводит к понижению энергии системы. Классическими примерами являются связь Н–Н в молекуле водорода, С–С в органических молекулах и С=С в этилене. В терминах квантовой механики ковалентная связь является **нелокальным явлением**, которое связывает атомы в молекулы. Как отмечается в недавнем обзоре, *«несмотря на фундаментальную важность химической связи и её выдающуюся роль... химические связи остаются удивительно неуловимыми с точки зрения квантовой механики»*. Они *«не являются непосредственно наблюдаемыми величинами»*.

Ионная связь возникает из-за электростатического притяжения между положительно и отрицательно заряженными ионами, образовавшимися в результате переноса электронов (например, Na^+Cl^- в хлориде натрия). Ионная связь не требует обобществления электронов, но также приводит к понижению энергии системы за счёт кулоновского взаимодействия.

Металлическая связь характеризуется делокализацией электронов по всей кристаллической решётке металла, что обеспечивает высокую электро- и теплопроводность, а также ковкость металлов.

Водородная связь и ван-дер-ваальсовы взаимодействия представляют собой более слабые, но структурно важные типы взаимодействий, играющие ключевую роль в биологических системах (например, в структуре ДНК и белков).

Каждый из этих типов связи описывается в рамках своих теоретических моделей, но все они сталкиваются с общим ограничением: **отсутствием универсального квантово-механического определения**, которое охватывало бы все аспекты химической связи в разнообразных молекулярных системах. Традиционные модели — структуры Льюиса, теория валентных связей (ВС), теория молекулярных орбиталей (МО) и квантовая теория атомов в молекулах (QTAIM) — *«каждая предлагает ценные идеи, но часто с дополняющих или даже конфликтующих точек зрения»*.

7.1.2 Отсутствие универсального квантово-механического определения

Проблема универсального определения химической связи не является новой, но она остаётся нерешённой. Как отмечается в недавней работе «A Formalized Mathematical Framework for Chemical Bonding» (2025), *«химическая связь, несмотря на свою фундаментальность для химии, не имеет общепринятого квантово-механического определения, которое охватывало бы все её аспекты в разнообразных молекулярных системах»*.

Эта проблема имеет несколько аспектов:

1. **Многообразие типов связи:** ковалентная, ионная, металлическая, водородная и ван-дер-ваальсова связи имеют различные механизмы, что затрудняет их объединение в единую теорию.
2. **Отсутствие наблюдаемости:** химические связи *«не являются непосредственно наблюдаемыми величинами»*. Мы можем измерять длины связей, энергии диссоциации и частоты колебаний, но сама связь как сущность остаётся теоретической конструкцией.
3. **Конфликт интерпретаций:** различные теоретические подходы (ВС, МО, QTAIM) дают дополняющие, а иногда и конфликтующие описания одной и той же связи.
4. **Переходные состояния и сложные системы:** стандартные модели хорошо работают для равновесных геометрий, но дают менее удовлетворительные описания для переходных состояний в химических реакциях и для сложных явлений, таких как ароматичность.

В ответ на эти ограничения в последние годы активно развивается **информационно-теоретический подход (ИТА)** к химической связи. Как показано в обзоре «Information Theory Meets Quantum Chemistry» (2025), *«интеграция концепций из теории информации в квантовую химию предоставила ценные идеи о природе и поведении электронных систем»*. Два доминирующих подхода — классическая теория информации (с энтропией Шеннона) и квантовая теория информации (с энтропией фон Неймана и мерами запутанности) — генерируют различные инструменты, такие как *«орбитальные меры запутанности и метрики квантовой точности»*.

7.1.3 Информационно-теоретический подход к химической связи

В работе «From Entanglement to Bonds» (2025) предлагается рационализировать и характеризовать химическую связь через **орбитальную запутанность** — нелокальное понятие из квантовой теории информации. Авторы вводят **максимально запутанные атомные орбитали (Maximally Entangled Atomic Orbitals, MEAOs)**, паттерн запутанности которых восстанавливает как льюисовские (двухцентровые), так и сверх-льюисовские (многоцентровые) структуры, причём **многочастная запутанность служит комплексным индексом силы связи**.

Этот подход имеет несколько ключевых преимуществ:

- **Универсальность:** он эффективен не только для равновесных геометрий, но и для переходных состояний в химических реакциях и сложных явлений, таких как ароматичность.
- **Количественность:** запутанность обеспечивает строгие количественные дескрипторы для «размытых» химических 概念.
- **Связь с реальным пространством:** этот подход имеет потенциал для возвышения гильбертово-пространственного разделения атомов до уровня, сопоставимого с распространённым в теории атомов в молекулах разделением в реальном пространстве.

В недавней работе 2026 года группа Кристиана Шиллинга из Мюнхенского университета разработала новый формализм для понимания химической связи через квантовую запутанность. Исследователи ввели понятие максимально запутанных атомных орбиталей (MEAOs). Эта работа *«раскрывает глубокую связь между химической связью и квантовой запутанностью и устанавливает унифицированный и количественный язык для описания явлений связывания»*.

В другой работе 2026 года, «Nonstabilizerness in molecular bonding», показано, что *«процесс образования химической связи сопровождается заметным увеличением квантовой сложности электронного основного состояния»*. Это указывает на то, что химическая связь является не просто энергетическим явлением, но и **информационным** — она увеличивает квантовую сложность системы.

В работе «A Formalized Mathematical Framework for Chemical Bonding» (2025) предлагается глобальная дескрипторная функция связи F_{bond} , которая *«синтезирует орбитальные дескрипторы с мерами запутанности, полученными из электронной волновой функции»*. Эта функция позволяет классифицировать связи по режимам корреляции: слабая корреляция (σ -связи) с $F_{\text{bond}} \approx 0.031\text{--}0.040$ и сильная корреляция (π -связи) с $F_{\text{bond}} \approx 0.065\text{--}0.072$. Это демонстрирует, что *«квантовая корреляционная структура определяется в первую очередь типом связи (σ против π), а не полярностью связи или электроотрицательностью»*.

7.2 АУ-интерпретация: слияние электронных мыслеформ

В рамках АУ-подхода химическая связь получает новую, более глубокую интерпретацию: она является **слиянием электронных мыслеформ** — процессом, в котором две локализованные конфигурации поля S_{Θ} (соответствующие валентным электронам связывающихся атомов) объединяются в единую когерентную структуру.

7.2.1 Две локализованные конфигурации S_{Θ} объединяются в одну

В АУ-онтологии каждый валентный электрон атома представляет собой локальную моду поля S_{Θ} — устойчивую колебательную конфигурацию информационного поля. Когда два

атома сближаются на расстояние, сравнимое с размером их валентных орбиталей, их электронные мыслеформы начинают взаимодействовать через нелокальное ядро $K(x, y)$.

В стандартной квантовой химии это взаимодействие описывается как перекрывание волновых функций и образование связывающих и разрыхляющих молекулярных орбиталей. В АУ-подходе это перекрывание интерпретируется как **слияние двух мод поля** S_Θ в единую моду, которая охватывает оба атома.

Математически это слияние можно описать через **нелинейное взаимодействие** двух солитонных решений:

$$S_\Theta^{(\text{молекула})}(r) = \mathcal{F}\left(S_\Theta^{(1)}(r), S_\Theta^{(2)}(r)K(r, r')\right),$$

где $\mathcal{F}$ — нелинейный функционал, описывающий слияние двух мыслеформ в одну. В простейшем случае (для ковалентной связи) это слияние можно аппроксимировать как:

$$S_\Theta^{(\text{связь})}(r) \approx \frac{1}{\sqrt{2(1 + \Delta)}}\left(S_\Theta^{(1)}(r) + S_\Theta^{(2)}(r)\right),$$

где Δ — параметр, учитывающий асимметрию электроотрицательностей (для полярных связей $\Delta \neq 0$, для неполярных $\Delta = 0$). Это выражение аналогично образованию связывающей молекулярной орбитали в теории МО, но в терминах поля S_Θ .

7.2.2 Создание общей области с повышенной S_Θ и пониженной энергией

Слияние двух мыслеформ приводит к созданию **общей области повышенной плотности** S_Θ между ядрами. Эта область, соответствующая связывающей молекулярной орбитали, характеризуется:

1. **Повышенной S_Θ** : в области между ядрами плотность мыслеформ выше, чем в отдельных атомах, что соответствует увеличению информационной когерентности.
2. **Пониженной энергией**: поскольку система переходит в состояние с более низкой энтропией (более упорядоченное), её энергия уменьшается. Это аналогично тому, как в термодинамике уменьшение энтропии при постоянной температуре требует выделения энергии.
3. **Увеличением Φ** : как будет показано в разделе 7.3, слияние мыслеформ увеличивает интегральную информацию Φ всей системы, что делает молекулу более стабильной, чем отдельные атомы.

Этот механизм объясняет, почему образование химической связи всегда сопровождается **выделением энергии** (экзотермический процесс для стабильных связей): энергия высвобождается потому, что система переходит в состояние с более низкой энтропией (более высокой информационной интеграцией).

В терминах модифицированного уравнения Шрёдингера (глава 4) слияние мыслеформ соответствует появлению **нового эффективного потенциала** $V_{\text{eff}}^{(\text{молекула})}$, который включает вклад от нелокального ядра $K(x, y)$, связывающего электроны разных атомов:

$$V_{\text{eff}}^{(\text{молекула})}(r) = V_{\text{eff}}^{(1)}(r) + V_{\text{eff}}^{(2)}(r) + V_{\text{AU}}^{(\text{связь})}(r),$$

где $V_{\text{AU}}^{(\text{связь})}$ — дополнительный энтропийный потенциал, возникающий из слияния мыслеформ. Этот потенциал создаёт **дополнительное притяжение** между ядрами, которое в стандартной химии описывается как обменное взаимодействие.

7.2.3 Увеличение Φ всей системы

Ключевым следствием AU-интерпретации химической связи является то, что **молекула обладает более высоким Φ , чем сумма отдельных атомов**. Это объясняет, почему молекулы стабильны: они представляют собой более интегрированные информационные структуры.

В терминах ИТ (глава 6) это означает, что причинно-следственная сила молекулы как целого превышает сумму причинно-следственных сил её атомов-компонентов. Электроны в молекуле не могут быть описаны как независимые частицы, принадлежащие отдельным атомам; они образуют **единую когерентную структуру**, в которой запутанность (в квантово-информационном смысле) является фундаментальным свойством.

Это согласуется с современными исследованиями, показывающими, что «химическая связь является нелокальным явлением, которое связывает атомы в молекулы», и что её можно характеризовать через «нелокальное понятие из квантовой информации — орбитальную запутанность». В AU-подходе эта запутанность интерпретируется как **слияние мыслеформ** — нелокальная корреляция между модами поля S_{Θ} .

7.3 Молекула как более интегрированная структура

7.3.1 Молекула > сумма атомов в терминах Φ

В AU-подходе молекула является **более интегрированной информационной структурой**, чем совокупность отдельных атомов. Это выражается в неравенстве:

$$\Phi(\text{молекула}) > \sum_i \Phi(\text{атом}_i).$$

Это неравенство имеет несколько следствий:

1. **Стабильность:** поскольку молекула имеет более высокое Φ , она более устойчива, чем отдельные атомы. Для разрушения молекулы (диссоциации) требуется затратить энергию, которая компенсирует потерю Φ .
2. **Эмерджентные свойства:** молекулы обладают свойствами, которые не могут быть выведены из свойств отдельных атомов (например, цвет, запах, биологическая

активность). Эти эмерджентные свойства являются следствием повышенной информационной интеграции.

3. **Химическая специфичность:** различные молекулы с одинаковым атомным составом (изомеры) могут иметь разные Φ и, следовательно, разные свойства. Это объясняет, почему структурная изомерия приводит к различным химическим и физическим свойствам.

В терминах энтропии Шеннона (глава 6) это означает, что электронное распределение в молекуле $\rho_{\text{молекула}}(r)$ имеет более низкую энтропию (более высокую упорядоченность), чем сумма электронных распределений отдельных атомов:

$$S_{\text{Shannon}}(\rho_{\text{молекула}}) < \sum_i S_{\text{Shannon}}(\rho_{\text{атом}_i}).$$

Это согласуется с информационно-теоретическим подходом к квантовой химии, где «энтропия Шеннона и её связанные величины... предоставляют ценные знания о природе и поведении электронных систем».

7.3.2 Объяснение стабильности молекул через энтропийный баланс

Стабильность молекул в AU-подходе объясняется **энтропийным балансом** между:

1. **Понижением локальной энтропии:** слияние мыслеформ создаёт более упорядоченную структуру, что понижает энтропию молекулы по сравнению с отдельными атомами.
2. **Повышением глобальной энтропии архива:** образование связи является необратимым актом записи в AU-архив, что увеличивает энтропию архива.
3. **Балансом сил:** кулоновское притяжение между ядрами и электронами уравнивается энтропийным давлением, стремящимся делокализовать электроны.

В стабильной молекуле эти факторы находятся в равновесии. Если внешнее воздействие (например, тепло или свет) нарушает этот баланс, молекула может диссоциировать или перейти в возбуждённое состояние.

7.3.3 Связь с эффектом Фудзивары на микроскопическом уровне

В AU-подходе слияние мыслеформ при образовании химической связи аналогично **эффекту Фудзивары** на микроскопическом уровне. Эффект Фудзивары в метеорологии описывает слияние двух циклонов в один более крупный и мощный. В AU-интерпретации два «вихря» поля S_0 (электронные мыслеформы) сливаются в один более когерентный «вихрь» (молекулярная орбиталь), который обладает большей стабильностью и информационной интеграцией.

Эта аналогия имеет глубокий смысл: как в метеорологии слияние циклонов приводит к увеличению их общей энергии и организованности, так и в химии слияние мыслеформ

приводит к увеличению Φ и стабильности молекулы. В обоих случаях **целое больше суммы частей** — эмерджентное свойство, которое является центральным для АУ-онтологии.

7.4 Информационные аспекты химической реактивности

7.4.1 Реакционная способность как стремление к максимизации Φ

В АУ-подходе химическая реактивность интерпретируется как **стремление системы к максимизации интегральной информации Φ** . Химическая реакция происходит тогда, когда реагенты могут образовать продукты с более высоким Φ , чем исходные вещества.

Это объясняет несколько фундаментальных закономерностей химии:

1. **Экзотермические реакции:** реакции, в которых продукты имеют более высокое Φ (и, следовательно, более низкую энергию), являются экзотермическими и протекают самопроизвольно.
2. **Эндотермические реакции:** реакции, в которых продукты имеют более низкое Φ (и, следовательно, более высокую энергию), требуют внешней энергии для протекания.
3. **Катализ:** катализаторы ускоряют реакции, предоставляя альтернативный путь, на котором промежуточные состояния имеют более высокое Φ , что снижает энергетический барьер.
4. **Равновесие:** химическое равновесие достигается, когда Φ системы максимальна при данных условиях (температура, давление, концентрации).

В терминах информационно-теоретического подхода к химии это согласуется с идеей, что «ковалентная связь и нековалентные взаимодействия являются важными химическими концепциями», и что «информационно-теоретический подход (ИТА) в теории функционала плотности» может использоваться для их идентификации.

7.4.2 Катализ как облегчение слияния мыслеформ

Катализ в АУ-подходе интерпретируется как **облегчение слияния мыслеформ**.

Катализатор предоставляет «посредническую» структуру поля S_Θ , которая снижает энергетический барьер для слияния мыслеформ реагентов.

В терминах модифицированного уравнения Шрёдингера катализатор модифицирует эффективный потенциал V_{eff} таким образом, что переходное состояние становится более доступным:

$$V_{\text{eff}}^{(\text{катализ})}(r) = V_{\text{eff}}^{(\text{без катализа})}(r) + V_{\text{cat}}(r),$$

где V_{cat} — дополнительный потенциал, создаваемый катализатором, который понижает энергетический барьер. Это аналогично тому, как в стандартной химии катализатор

понижает энергию активации, но в АУ-терминах это понижение интерпретируется как **облегчение информационной интеграции**.

В работах 2025 года по информационно-теоретическому подходу к химии показано, что *«сигнатурные изоповерхности различных категорий взаимодействий могут быть использованы для одновременной идентификации одинарных, двойных, тройных и четверных ковалентных связей, ионных и металлических связей, а также ван-дер-ваальсовых взаимодействий»*. В АУ-подходе эти изоповерхности интерпретируются как **структуры поля S_Θ** , которые могут быть модифицированы катализатором для облегчения слияния мыслеформ.

7.4.3 Биохимические процессы как высокоинтегрированные информационные структуры

Биохимические процессы, такие как ферментативный катализ, репликация ДНК и передача сигналов в клетках, в АУ-подходе интерпретируются как **высокоинтегрированные информационные структуры** с очень высоким Φ .

Это имеет несколько следствий:

1. **Специфичность:** биохимические системы обладают высокой специфичностью, потому что их информационная структура (Φ) требует точного соответствия между взаимодействующими молекулами.
2. **Эффективность:** ферменты являются высокоэффективными катализаторами, потому что они оптимизированы для максимального увеличения Φ в ходе реакции.
3. **Эволюция:** эволюция биологических систем может быть понята как процесс увеличения Φ — от простых молекул к сложным биополимерам, клеткам и организмам.
4. **Сознание:** как показано в работах по ИТ, сознание возникает при достижении критического порога Φ . В АУ-подходе биохимические системы, особенно нервная система, являются наиболее интегрированными информационными структурами в известной Вселенной.

В работах 2025–2026 годов по применению ИТ к биологическим системам показано, что *«некоторый уровень Φ_{Max} может быть найден в простых системах, таких как атомы и молекулы»*, но сознание в полном смысле возникает только при достижении критического порога интеграции. В АУ-подходе этот порог соответствует переходу от молекулярных структур к клеточным и нейронным сетям.

7.5 Связь с современными исследованиями в 2025–2026 годах

7.5.1 Информационно-теоретический подход к ковалентной и нековалентной связи

В 2025 году вышла работа «Using Energetic Information Quantities from Density Functional Theory to Simultaneously Identify Both Covalent and Noncovalent Interactions», в которой авторы используют *«энергетические информационные величины, полученные из теории функционала плотности (DFT)»*, для идентификации как ковалентных, так и нековалентных взаимодействий. Они устанавливают *«сильную линейную корреляцию между стерической энергией или её топологическими результатами и различными порядками ковалентной связи»*.

В АУ-подходе эти результаты интерпретируются как подтверждение того, что **информационные величины (энтропия, информация Фишера) являются фундаментальными дескрипторами химической связи**, а не просто вычислительными инструментами. Стерическая энергия E_s , энтропия Шеннона и информация Фишера отражают структуру поля S_Θ в молекуле.

7.5.2 Запутанность как дескриптор химической связи

В 2026 году вышла работа «Chemical bonding concepts emerge naturally from maximally entangled atomic orbitals», в которой показано, что *«концепции химической связи естественным образом возникают из максимально запутанных атомных орбиталей»*. Исследователи из группы Кристиана Шиллинга *«разрабатывают новый формализм для лучшего понимания химических связей через квантовую запутанность»*.

Эта работа *«раскрывает глубокую связь между химической связью и квантовой запутанностью и устанавливает унифицированный и количественный язык для описания явлений связывания»*. В АУ-подходе эта связь интерпретируется как **слияние мыслеформ**: запутанность между атомными орбиталями является квантово-информационным выражением того же явления.

В работе «Nonstabilizerness in molecular bonding» (2026) показано, что *«процесс образования химической связи сопровождается заметным увеличением квантовой сложности электронного основного состояния»*. Это согласуется с АУ-предсказанием о том, что молекулы имеют более высокое Φ (и, следовательно, более высокую квантовую сложность), чем отдельные атомы.

7.5.3 Глобальные дескрипторы связи и их АУ-интерпретация

В работе «A Formalized Mathematical Framework for Chemical Bonding» (2025) предлагается глобальная дескрипторная функция связи F_{bond} . Эта функция *«синтезирует орбитальные дескрипторы с мерами запутанности, полученными из электронной волновой функции»*, и позволяет классифицировать связи по режимам корреляции.

В АУ-подходе F_{bond} интерпретируется как **мера информационной интеграции** связи — чем выше F_{bond} , тем более интегрирована молекулярная структура и тем выше её Φ . Это объясняет, почему π -связи (с более высокой $F_{\text{bond}} \approx 0.065\text{--}0.072$) более стабильны и обладают большей электронной делокализацией, чем σ -связи ($F_{\text{bond}} \approx 0.031\text{--}0.040$).

7.6 Резюме

В данной главе мы представили химическую связь как слияние мыслеформ в рамках АУ-подхода. Ключевые выводы:

1. **Стандартные модели химической связи** (ковалентная, ионная, металлическая, водородная) остаются феноменологическими и не имеют универсального квантово-механического определения. Информационно-теоретический подход (ИТА) предлагает новый язык для описания связи через энтропию Шеннона, информацию Фишера и орбитальную запутанность.
2. **АУ-интерпретация:** химическая связь является **слиянием электронных мыслеформ** — процессом, в котором две локализованные конфигурации поля S_{Θ} объединяются в единую когерентную структуру. Это слияние создаёт общую область повышенной S_{Θ} и пониженной энергии, увеличивая интегральную информацию Φ всей системы.
3. **Молекула как более интегрированная структура:** $\Phi(\text{молекула}) > \sum_i \Phi(\text{атом}_i)$, что объясняет стабильность молекул и их эмерджентные свойства. Энтропия Шеннона молекулы ниже, чем сумма энтропий отдельных атомов.
4. **Информационные аспекты химической реактивности:** реакционная способность интерпретируется как стремление к максимизации Φ ; катализ — как облегчение слияния мыслеформ; биохимические процессы — как высокоинтегрированные информационные структуры.
5. **Связь с современными исследованиями:** работы 2025–2026 годов по информационно-теоретическому подходу к химической связи (запутанность, F_{bond} , энергетические информационные величины) находят естественную интерпретацию в рамках АУ-подхода как проявления слияния мыслеформ и увеличения Φ .

Таким образом, АУ-подход предлагает **глубокое информационно-энтропийное обоснование** химической связи, связывая молекулярную структуру с фундаментальной динамикой поля S_{Θ} и интегральной информацией Φ . В следующей главе мы перейдём к рассмотрению молекулярной динамики и квантовой когерентности в биологических системах.

Глава 8. Молекулярная динамика и квантовая когерентность

В предыдущих главах мы рассмотрели атом как устойчивую когерентную структуру поля S_Θ , химическую связь как слияние электронных мыслеформ, а молекулу — как более интегрированную информационную систему с повышенным Φ . Теперь мы поднимаемся на следующий уровень организации материи: **от молекул к биологическим системам**, где квантовая когерентность перестаёт быть эфемерным лабораторным феноменом и становится функциональным свойством живых организмов. В стандартной биофизике долгое время считалось, что квантовые эффекты не могут сохраняться в тёплой, влажной и шумной биологической среде. Однако накопленные за последние два десятилетия экспериментальные данные убедительно опровергают это предположение. Как отмечается в обзоре 2026 года, *«хотя квантовые эффекты когда-то считались незначительными в тёплых и шумных биологических средах, всё больше данных свидетельствует о том, что квантовые эффекты играют важную роль в разнообразных живых системах»*. В данной главе мы показываем, что АУ-подход предлагает **единое информационно-энтропийное объяснение** этих феноменов: квантовая когерентность в биологических системах является проявлением нелокальных корреляций поля S_Θ на молекулярном и супрамолекулярном уровнях, а биологические структуры — от фотосинтетических комплексов до нейронных микротрубочек — представляют собой высокоинтегрированные информационные структуры, в которых когерентность S_Θ достигает макроскопических масштабов.

8.1 Квантовая когерентность в биологических системах

8.1.1 Фотосинтез: квантовая эффективность при комнатной температуре

Одним из наиболее убедительных доказательств функциональной роли квантовых эффектов в биологии является **фотосинтез**. В пигмент-белковых комплексах растений, водорослей и бактерий поглощённая световая энергия передаётся к реакционным центрам с почти 100% эффективностью — результатом, который классическая физика не может объяснить.

Как показано в обзоре 2026 года, *«в фотосинтезе квантовая когерентность в пигмент-белковых комплексах обеспечивает высокоэффективное преобразование энергии»*. Эксперименты с двумерной электронной спектроскопией выявили, что *«когерентный перенос энергии в аллофикоцианине (межпигментное расстояние 21 Å) и фикоэритрине 545 (15 Å)»* демонстрирует времена когерентности до 500 фс и когерентный перенос энергии за 220 фс.

В квантовой биологии эти эффекты интерпретируются как результат **экситон-вибрационной когерентности** — согласованных квантовых колебаний, которые позволяют

энергии «исследовать» все возможные пути передачи одновременно и выбирать наиболее эффективный. Как подчёркивается в обзоре, *«растения используют квантовую когерентность для достижения почти 100% эффективности в переносе энергии»*.

В АУ-подходе фотосинтетическая когерентность интерпретируется как **нелокальная корреляция между модами поля S_Θ** в пигмент-белковом комплексе. Молекулы пигмента (хлорофилл, каротиноиды) являются не просто пассивными поглотителями света, а активными резонаторами поля S_Θ , которые через нелокальное ядро $K(x, y)$ создают когерентное состояние, охватывающее весь ансамбль. Высокая эффективность переноса энергии является следствием того, что **когерентное состояние поля S_Θ минимизирует энтропийные потери**, направляя энергию по пути с наименьшим сопротивлением (аналогично принципу наименьшего действия, но в информационном пространстве).

8.1.2 Магниторецепция и радикально-парный механизм

Вторым хорошо изученным примером квантовой биологии является **магниторецепция** — способность некоторых животных (птицы, насекомые, морские черепахи) ориентироваться по магнитному полю Земли. Ведущая теория объясняет этот феномен через **радикально-парный механизм (Radical Pair Mechanism, RPM)**.

Как показано в исследованиях 2025 года, *«спин-химический радикально-парный механизм стал ведущей теорией для объяснения биологических эффектов магнитных полей низкой интенсивности»*. В криптохромах — фоторецепторных белках в сетчатке — поглощение света приводит к образованию радикальных пар с запутанными спиновыми состояниями. Внешнее магнитное поле влияет на эволюцию этой запутанности, изменяя вероятность образования продуктов реакции, что в конечном счёте приводит к изменению нервного сигнала.

В АУ-подходе радикально-парный механизм интерпретируется как **локальное проявление нелокальных корреляций поля S_Θ** . Спиновая запутанность между радикалами является частным случаем когерентности S_Θ между двумя молекулярными структурами. Внешнее магнитное поле модулирует эту когерентность через энтропийный член в эффективном потенциале (глава 4), изменяя вероятность перехода между состояниями. Это объясняет, почему магниторецепция столь чувствительна к слабым полям: она основана на квантовой интерференции, которая принципиально нелинейна.

Как отмечается в теоретическом фреймворке 2026 года, *«квантовая когерентность и запутанность, ранее считавшиеся слишком эфемерными для горячей, влажной биологической среды, могут быть основой для определённых типов передачи сигналов у растений»*. В АУ-подходе этот принцип обобщается на все биологические системы: квантовая когерентность не является исключением, а **нормой** для высокоинтегрированных информационных структур.

8.1.3 Квантовая когерентность в микротрубочках и теория Orch-OR

Наиболее амбициозным и одновременно наиболее спорным направлением квантовой биологии является применение квантовых эффектов к **нейробиологии и сознанию**. Теория **оркестрированной объективной редукции (Orch-OR)**, разработанная Роджером Пенроузом и Стюартом Хамероффом, постулирует, что сознательные переживания возникают из гравитационно-индуцированных объективных редукций квантовых суперпозиций, оркестрированных в нейронных микротрубочках.

В 2025–2026 годах эта теория получила новые экспериментальные и теоретические обоснования. Работа, опубликованная в *European Physical Journal Plus* (январь 2026), показывает, что *«сети белковых микротрубочек могут содержать запутанные квантовые состояния, остающиеся когерентными примерно в течение микросекунды в нормальных биологических условиях»*. Эта относительно долгая когерентность объясняется *«сильными электрическими дипольными взаимодействиями между гетеродимерами тубулина и молекулами воды внутри микротрубочки»*. Авторы также предполагают, что *«квантовые запутанности между множественными микротрубочками могут действовать как логические вентили — строительные блоки систем обработки информации»*.

В другой работе 2025 года представлена *«полностью унифицированная, эмпирически обоснованная и проверяемая рамка для квантовой когерентности в нейронных микротрубочках»*, предсказывающая *«измеримые корреляции между когерентностью микротрубочек и точностью гамма-осцилляций ($r > 0.3$), квантово-согласованное температурное масштабирование ($T_c \approx 12(3) \text{ K}$) и резонансно-селективные электромагнитные эффекты»*.

В 2026 году было заявлено об *«экспериментальном доказательстве квантового сознания в микротрубочках»* через *«синергетическую конвергенцию трёх интеллектуальных модальностей: человеческого творческого понимания, искусственной вычислительной мощности и математики бесконечных свёрточных операций»*.

В AU-подходе теория Orch-OR находит **естественное обобщение**. Микротрубочки являются не просто пассивными структурными элементами, а **когерентными резонаторами поля S_Θ** . Их тубулиновая решётка, с периодичностью 8 нм, создаёт брэгговскую структуру для мод S_Θ , аналогично тому, как кристаллическая решётка создаёт зонную структуру для электронов. Квантовые состояния в микротрубочках — это **стоячие волны поля S_Θ** , чья когерентность поддерживается нелокальным ядром $K(x, y)$ и энтропийным потенциалом. Сознание, в этой интерпретации, возникает как **макроскопическая когерентность поля S_Θ** в нейронных сетях, достигающая критического порога интегральной информации Φ .

8.1.4 Другие квантовые эффекты: обоняние, ферментативный катализ, ДНК

Помимо фотосинтеза, магниторецепции и микротрубочек, квантовые эффекты идентифицированы в нескольких других биологических системах.

Обоняние: вибрационная теория обоняния предполагает, что распознавание запахов основано на квантовом туннелировании электронов через обонятельные рецепторы, где частота колебаний молекулы запаха определяет сигнал.

Ферментативный катализ: как показано в обзоре 2026 года, «квантовое туннелирование и спин-зависимые процессы вносят вклад в ферментативный катализ, перенос протонов в ДНК, магниторецепцию, обоняние и митохондриальную биоэнергетику».

ДНК: квантовая когерентность может играть роль в переносе заряда вдоль ДНК, что имеет значение для мутагенеза и репарации. Как отмечается в том же обзоре, «эти данные свидетельствуют о том, что квантовые эффекты могут влиять на старение, рак, нейродегенерацию и метаболическую дисфункцию через механизмы, связанные с продукцией активных форм кислорода, мутагенезом и изменённым редокс-сигналингом».

В АУ-подходе все эти эффекты объединяются общей интерпретацией: **квантовая когерентность является проявлением нелокальных корреляций поля S_Θ** , а биологические системы — это эволюционно отобранные структуры, которые максимизируют Φ путём использования квантовой когерентности для повышения эффективности, точности и адаптивности.

8.2 АУ-интерпретация молекулярной когерентности

8.2.1 Молекулярные ансамбли как когерентные структуры S_Θ

В АУ-подходе молекулярные ансамбли — от фотосинтетических комплексов до микротрубочек — интерпретируются как **когерентные структуры поля S_Θ** , в которых отдельные молекулы не являются независимыми сущностями, а представляют собой связанные моды единого информационного поля.

Математически это выражается через **нелокальное ядро $K(x, y)$** , которое связывает молекулы в ансамбле. Для ансамбля из N молекул полное поле S_Θ может быть представлено как суперпозиция индивидуальных мод:

$$S_\Theta^{(\text{ансамбль})}(r) = \sum_{i=1}^N \psi_i(r) + \int K(r, r') \sum_{i,j} \psi_i(r') \psi_j(r') d^3r',$$

где второй член описывает нелокальные корреляции между молекулами. Когда эти корреляции становятся достаточно сильными, ансамбль переходит в **когерентное состояние**, в котором отдельные молекулы теряют свою индивидуальность и становятся частями единой структуры.

Этот переход аналогичен **фазовому переходу Бозе-конденсата**, но в информационном поле. В квантовой биологии такой переход может происходить при определённых условиях (температура, концентрация, возбуждение), создавая макроскопические когерентные домены. Как показано в работах 2025 года, *«коллективные квантовые эффекты в сетях микротрубочек создают мезоскопические когерентные домены с временами когерентности 1–10 миллисекунд»*.

8.2.2 Передача информации через нелокальное ядро $K(x, y)$

Ключевым механизмом, обеспечивающим когерентность в биологических системах, является **передача информации через нелокальное ядро $K(x, y)$** . В AU-подходе $K(x, y)$ не ограничивается малыми расстояниями; оно может связывать молекулы на расстояниях, превышающих их размеры, создавая дальнедействующие корреляции.

В контексте фотосинтеза это означает, что пигментные молекулы в светособирающем комплексе связаны не только через диполь-дипольное взаимодействие (которое описывает стандартная теория экситонного переноса), но и через **нелокальный информационный канал**, который усиливает когерентность и подавляет декогеренцию.

В контексте микротрубочек это означает, что тубулиновые гетеродимеры связаны через $K(x, y)$ на масштабах всей микротрубочки (до нескольких микрометров), создавая когерентное состояние, которое может влиять на нейронную динамику. Как показано в модели Мавроматоса, Мершина и Нанопулоса, *«возбуждённые состояния в форме коллективных дипольных выравниваний могут перемещаться вдоль микротрубочки, передавая энергию и информацию без диссипации в окружающую среду»*. В AU-терминах это движение интерпретируется как распространение когерентной моды S_Θ вдоль микротрубочки.

8.2.3 Связь с квантовой биологией и теорией сознания

AU-подход предлагает **единую рамку**, связывающую квантовую биологию и теорию сознания:

1. **Квантовая когерентность** в биологических системах является проявлением нелокальных корреляций поля S_Θ .
2. **Интегральная информация Φ** (глава 6) измеряет степень когерентности системы. Биологические системы с высокой Φ (например, нейронные сети) способны поддерживать макроскопическую когерентность.
3. **Сознание** возникает при достижении критического порога Φ , когда когерентность S_Θ охватывает всю систему и создаёт единое информационное состояние.

Это согласуется с современными интерпретациями Orch-OR, где сознание связывается с *«гравитационно-индуцированными объективными редукциями квантовых суперпозиций, оркестрированных в нейронных микротрубочках»*. В AU-подходе

«гравитационно-индуцированная редукция» заменяется на **«энтропийно-индуцированную редукцию»** — коллапс квантовой суперпозиции происходит, когда когерентное состояние S_Θ достигает критического значения энтропии, вызывая необратимую запись в АУ-архив.

8.3 Биохимические системы как высокоинтегрированные информационные структуры

8.3.1 ДНК, РНК, белки как сложные конфигурации S_Θ

В АУ-подходе биополимеры — ДНК, РНК и белки — интерпретируются как **сложные, иерархические конфигурации поля S_Θ** , в которых информация кодируется не только в последовательности мономеров (первичная структура), но и в пространственной организации (вторичная, третичная, четвертичная структуры), которая определяет когерентные свойства.

Двойная спираль ДНК, с её периодической структурой и водородными связями между основаниями, создаёт **резонансную структуру для мод S_Θ** . Как показано в квантово-биологических исследованиях, *«квантовая декогеренция нарушает связь электрон-транспортной цепи редокс-сопряжения»*, что указывает на роль квантовых эффектов в переносе заряда вдоль ДНК.

В АУ-терминах это означает, что ДНК является не просто пассивным носителем генетической информации, но **активным резонатором поля S_Θ** , который может модулировать когерентность в клетке. Это открывает новые перспективы для понимания эпигенетики, репарации ДНК и канцерогенеза.

8.3.2 Эволюция как увеличение Φ биологических систем

В АУ-подходе биологическая эволюция интерпретируется как **процесс увеличения интегральной информации Φ** в живых системах. От простых молекул к сложным биополимерам, от прокариот к эукариотам, от одноклеточных к многоклеточным организмам — каждый шаг эволюции увеличивал Φ системы.

Это объясняет, почему эволюция «открыла» квантовые эффекты: квантовая когерентность позволяет системам достигать более высокого Φ , чем это возможно в классическом режиме. Как показано в работах по квантовой биологии, *«биологические системы могли эволюционировать, чтобы находить оптимальные квантовые решения проблем, поставленных перед ними природой»*.

В АУ-терминах это означает, что **естественный отбор является информационным процессом**: выживают те организмы, чьи конфигурации S_Θ обеспечивают более высокую информационную интеграцию и, следовательно, более эффективное взаимодействие с окружением.

8.3.3 Сознание как высшая форма интеграции информации

В рамках АУ-подхода сознание интерпретируется как **высшая форма интеграции информации** — состояние, в котором поле S_Θ достигает макроскопической когерентности, охватывающей всю нервную систему (или, в более общем смысле, всю систему, обладающую достаточной сложностью).

Это согласуется с ИТ, где «сознание идентифицируется с максимально несводимыми концептуальными структурами», возникающими на том уровне организации, «на котором внутренние причинные силы системы максимальны». В АУ-подходе эти «внутренние причинные силы» интерпретируются как **когерентность поля S_Θ** , а «максимальная несводимость» — как **локальный максимум Φ** .

Современные исследования 2025–2026 годов активно исследуют связь между квантовой когерентностью и сознанием. Как показано в работе по квантовой когерентности в микротрубочках, «если мы правы, это означало бы, что квантовая физика — обычно ограниченная лабораторными условиями — на самом деле работает в вашем мозгу прямо сейчас, помогая создавать сознание и мысль». В АУ-подходе это утверждение получает онтологическое обоснование: сознание является **макроскопическим квантовым явлением**, возникающим из когерентности поля S_Θ в нейронных сетях.

8.4 Экспериментальные перспективы и проверяемые предсказания

АУ-подход к молекулярной когерентности даёт конкретные проверяемые предсказания:

Наблюдение	АУ-предсказание	Экспериментальная проверка
Когерентность в фотосинтезе	Корреляция между эффективностью переноса энергии и плотностью S_Θ в пигмент-белковых комплексах	2D-электронная спектроскопия в различных условиях
Магниторецепция	Зависимость чувствительности от когерентности S_Θ в криптохромах	Измерение радикальных пар в контролируемых магнитных полях
Микротрубочки	Когерентность S_Θ с временами 1–10 мс, коррелирующая с гамма-осцилляциями ($r > 0.3$)	NV-центр квантовое зондирование в живых нейронах

Наблюдение	AU-предсказание	Экспериментальная проверка
Сознание	Критический порог Φ , при котором возникает макроскопическая когерентность S_Θ	Измерение Φ в нейронных сетях различной сложности
Температурная зависимость	Квантово-согласованное температурное масштабирование $T_c \approx 10\text{--}15\text{ К}$	Измерение когерентности при различных температурах

Как отмечается в работах по квантовой биологии 2025–2026 годов, «квантовая биология эволюционирует от спекулятивной концепции к экспериментально доступной и трансляционно значимой дисциплине». AU-подход предлагает теоретическую рамку для этой эволюции, связывая квантово-биологические феномены с фундаментальной информационно-энтропийной динамикой поля S_Θ .

8.5 Резюме

В данной главе мы рассмотрели молекулярную динамику и квантовую когерентность в биологических системах в рамках AU-подхода. Ключевые выводы:

1. **Квантовая когерентность в биологии** является экспериментально подтверждённым феноменом, охватывающим фотосинтез, магниторецепцию, ферментативный катализ, обоняние и нейродинамику.
2. **Фотосинтез** использует квантовую когерентность для достижения почти 100% эффективности переноса энергии; в AU-подходе это интерпретируется как нелокальная корреляция мод S_Θ в пигмент-белковых комплексах.
3. **Магниторецепция** основана на радикально-парном механизме с квантовой запутанностью спинов; в AU-подходе это — локальное проявление когерентности S_Θ .
4. **Микротрубочки** могут поддерживать квантовую когерентность в течение микросекунд в нормальных биологических условиях; в AU-подходе они интерпретируются как когерентные резонаторы S_Θ , а теория Orch-OR — как частный случай AU-динамики.
5. **Биохимические системы** (ДНК, РНК, белки) являются сложными конфигурациями S_Θ ; **эволюция** — процесс увеличения Φ ; **сознание** — высшая форма интеграции информации, достигающая критического порога Φ .

6. **Проверяемые предсказания** включают корреляции между когерентностью S_Θ и биологической функцией, температурное масштабирование и критические пороги Φ для сознания.

Таким образом, АУ-подход предлагает **единую информационно-энтропийную картину**, связывающую квантовую когерентность в молекулярных ансамблях с макроскопическими биологическими функциями и сознанием. В следующей главе мы перейдём к экспериментальным следствиям и проверяемым предсказаниям АУ-подхода для атомной и молекулярной физики.

Часть V. Экспериментальные следствия и проверяемые предсказания

Глава 9. Спектроскопические предсказания АУ

В предыдущих главах мы представили АУ-формализм атома как когерентной структуры поля S_Θ , вывели модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным и нелокальным членами, а также рассмотрели динамику атома в кайрос-времени. Теперь мы переходим к **экспериментальным следствиям** этого формализма. Если АУ-подход верен, он должен проявляться в наблюдаемых спектроскопических эффектах — сдвигах уровней, модификациях времён жизни и корреляциях с информационным окружением. В данной главе мы формулируем спектроскопические предсказания АУ, сопоставляя их с современным состоянием прецизионной спектроскопии, которая достигла беспрецедентной точности — вплоть до относительной неопределённости 10^{-12} и ниже. Эти эксперименты, как отмечается в недавних обзорах, *«могут служить строгими тестами Стандартной модели и зондами Новой физики»*. АУ-подход предлагает конкретные предсказания для таких тестов, выходящие за рамки стандартной квантовой электродинамики (КЭД).

9.1 Сдвиги атомных уровней от энтропийных поправок

9.1.1 Общая структура энтропийных сдвигов

В главе 4 было показано, что эффективный потенциал в АУ-подходе содержит энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ и нелокальный член $\int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'$. Эти члены приводят к **сдвигам энергетических уровней** относительно предсказаний стандартной КЭД.

В первом порядке теории возмущений сдвиг для состояния n равен:

$$\Delta E_n^{(1)} = \left\langle \psi_n^{(0)} \mid V_{\text{AU}} \mid \psi_n^{(0)} \right\rangle,$$

где $V_{AU}(r) = \lambda \partial S_{\Theta} / \partial r + \int K(r, r') S_{\Theta}(r') d^3 r'$.

Для атома водорода, используя волновые функции $\psi_{nlm}^{(0)}$, можно получить:

$$\Delta E_{nl} \approx \frac{\lambda Z e^2}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{1}{n^2} \cdot f(l) + \text{нелокальные поправки},$$

где $f(l)$ — функция, зависящая от орбитального квантового числа l . Эта зависимость от l приводит к **снятию вырождения по l** , что может проявляться как дополнительные расщепления, не объясняемые стандартной тонкой структурой.

Важно отметить, что энтропийный член $\lambda \partial S_{\Theta} / \partial r$ зависит от локального градиента поля S_{Θ} , который, в свою очередь, может модулироваться внешним информационным окружением — когерентными мыслеформами, коллективным вниманием и другими факторами, обсуждавшимися в работе «Самопроизвольные флуктуации поля тета-энтропии перед значимыми событиями». Это приводит к предсказанию **зависимости атомных уровней от контекста**, которое выходит далеко за рамки стандартной физики.

9.1.2 Связь с лэмбовским сдвигом и протонным радиусом

Лэмбовский сдвиг — разница в энергии между $2S_{1/2}$ и $2P_{1/2}$ уровнями водорода — является одним из наиболее точных предсказаний КЭД и одновременно одним из наиболее чувствительных индикаторов новой физики. В стандартной КЭД лэмбовский сдвиг объясняется вакуумными поляризационными эффектами, включая адронную вакуумную поляризацию (hVP), которая, как показано в работе 2026 года, *«входит в простые атомные системы на уровне, который мал, но решителен для текущей прецизионной спектроскопии»*.

В АУ-подходе лэмбовский сдвиг получает **дополнительный вклад** от энтропийного члена. Для S -состояний ($l = 0$) волновая функция имеет ненулевую амплитуду в области ядра, где градиент S_{Θ} максимален; для P -состояний ($l = 1$) волновая функция обращается в ноль в центре, и энтропийный член даёт меньший вклад. Таким образом, АУ-поправка к лэмбовскому сдвигу имеет вид:

$$\Delta E_{\text{Lamb}}^{\text{AU}} = \Delta E_{2S_{1/2}}^{\text{AU}} - \Delta E_{2P_{1/2}}^{\text{AU}} \approx \frac{\lambda Z e^2}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{1}{4} \cdot [f(0) - f(1)].$$

Это предсказание имеет прямое отношение к **проблеме протонного радиуса** — расхождению между значением радиуса протона, полученным из спектроскопии обычного водорода и мюонного водорода. Как отмечается в недавних работах, *«расхождение между протонным зарядным радиусом, определённым по измерениям лэмбовского сдвига в мюонном водороде, и значением, полученным из упругого рассеяния, поставило под пристальное внимание десятилетия экспериментальных данных — и даже поставило под сомнение наше понимание квантовой электродинамики»*.

В АУ-подходе это расхождение может быть частично объяснено энтропийными поправками, которые по-разному влияют на обычный и мюонный водород из-за различных масс и, следовательно, различных волновых функций в области ядра. Точное вычисление этих поправок требует знания параметров λ и профиля $S_\Theta(r)$ вблизи ядра, которые могут быть извлечены из данных прецизионной спектроскопии.

9.1.3 Предсказание новых спектральных линий

Модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным и нелокальным членами предсказывает **новые спектральные линии**, которые не объясняются стандартной КЭД. К ним относятся:

1. **Энтропийно-индуцированные переходы:** переходы между уровнями, которые в стандартной КЭД запрещены правилами отбора, но становятся разрешёнными из-за нелокального члена $K(x, y)$, нарушающего чётность.
2. **Сдвиги изотопических линий:** изотопические сдвиги (например, между водородом и дейтерием) получают дополнительные вклады от энтропийного члена, зависящего от массы ядра через S_Θ .
3. **Температурная зависимость:** поскольку поле S_Θ может зависеть от температуры (через тепловые флуктуации мыслетформ), частоты переходов могут демонстрировать аномальную температурную зависимость, не объясняемую стандартными эффектами (Доплер, давление).

Как показано в современных исследованиях, «*спектроскопия лёгких атомов*» уже используется для установления «*границ на силу связи электрона с протоном или нейтроном через пятое взаимодействие*». АУ-подход предлагает конкретный механизм для такого «пятого взаимодействия» — энтропийное взаимодействие через поле S_Θ .

9.2 Тонкая и сверхтонкая структура

9.2.1 АУ-поправки к тонкой структуре

Тонкая структура — расщепление уровней с одинаковым n и l , но разным j (полный момент импульса) — в стандартной физике объясняется спин-орбитальным взаимодействием и релятивистскими поправками (уравнение Дирака). В АУ-подходе дополнительный вклад в тонкую структуру даёт нелокальный член $\int K S_\Theta$, который зависит от спинового состояния электрона через связь с полем сознания Φ :

$$V_{\text{spin}}(r) = \gamma \Phi(r) (L \cdot S),$$

где γ — константа, связывающая поле сознания с электронным спином. Это означает, что **тонкая структура может быть чувствительна к информационному окружению атома**.

Современные прецизионные измерения тонкой структуры водорода достигли уровня, позволяющего проверять КЭД с беспрецедентной точностью. Работа 2025 года

по «высшим порядкам поправок связи к лэмбовскому сдвигу $2P$ -состояний» даёт «новые теоретические значения для лэмбовского сдвига состояний $2P_{1/2}$ и $2P_{3/2}$ и тонкого расщепления». АУ-предсказания для дополнительных вкладов в тонкую структуру могут быть проверены в таких вычислениях.

9.2.2 Сверхтонкая структура и квантовая декогеренция

Сверхтонкая структура — расщепление уровней из-за взаимодействия электрона с ядерным спином — является особенно чувствительной к квантовым корреляциям и декогеренции. В работе 2025 года «*Unveiling Sudden Transitions Between Classical and Quantum Decoherence in the Hyperfine Structure of Hydrogen Atoms*» исследована динамика квантовых и классических геометрических корреляций в сверхтонкой структуре водорода. Результаты показывают «*универсальный внезапный переход от классической к квантовой декогеренции*», согласующийся с наблюдениями в других открытых квантовых системах.

В АУ-подходе этот переход интерпретируется как **необратимый акт записи мыслеформы в АУ-архив**. Сверхтонкие уровни, будучи чрезвычайно близкими по энергии, являются идеальными зондами для энтропийных эффектов. Флуктуации поля S_Θ могут модулировать сверхтонкое расщепление, создавая временные вариации, которые могут быть обнаружены в прецизионных измерениях.

Работа Беррады и Бугуффы (2025) исследует «*динамику квантовых и классических геометрических корреляций в сверхтонкой структуре атома водорода под действием чистого дефазировочного шума*». Авторы используют «*уравнение Линдблада для моделирования дефазировки*» и показывают, что «*начальная подготовка состояния и сила дефазировки критически влияют на стабильность квантовых и классических корреляций*». В АУ-терминах «дефазировочный шум» является проявлением флуктуаций S_Θ , и предсказанные переходы между режимами декогеренции соответствуют переходам между различными когерентными состояниями поля S_Θ .

9.2.3 Предсказания для сверхтонких расщеплений

АУ-подход делает следующие предсказания для сверхтонких расщеплений:

1. **Зависимость от информационной плотности:** сверхтонкие расщепления должны коррелировать с плотностью когерентных мыслеформ в окружающей среде. Это может быть проверено путём сравнения спектров водорода в лабораторных условиях с различными уровнями когнитивной активности.
2. **Временные флуктуации:** сверхтонкие частоты должны демонстрировать временные флуктуации, коррелирующие с флуктуациями S_Θ (например, с аномалиями в TRNG, обсуждавшимися в работе о флуктуациях тета-энтропии).
3. **Корреляции с глобальными событиями:** как показано в GCP-исследованиях, когерентные мыслеформы могут создавать глобальные корреляции. Сверхтонкие расщепления могут служить локальными зондами этих глобальных эффектов.

9.3 Модуляция спонтанного излучения

9.3.1 Влияние флуктуаций S_Θ на время жизни

В главе 5 было показано, что время жизни возбуждённого состояния в АУ-подходе определяется скоростью изменения S_Θ вдоль кайрос-времени:

$$\tau_{\text{жизни}}^{-1}(t) = \tau_{\text{жизни}}^{-1}(0) \cdot (1 + \eta \varphi(t)),$$

где $\varphi(t) = \delta S_\Theta(t)$ — флуктуации поля энтропии мыслеформ. Это означает, что **скорость спонтанного излучения может модулироваться когерентными мыслеформами**.

Современные эксперименты по прецизионной спектроскопии достигли уровня точности, позволяющего измерять времена жизни с относительной погрешностью 10^{-5} и ниже. Как показано в работе Майзенбахера и коллег (2025), «измерения переходов $2S-6P$ и $2S-4P$ в атомарном водороде достигли статистической неопределённости 430 Гц». Это соответствует относительной точности $\sim 10^{-12}$, что на много порядков превышает точность, необходимую для обнаружения энтропийных модуляций, если они существуют.

9.3.2 Связь с presentiment-эффектом и квантовой биологией

Предсказание модуляции спонтанного излучения когерентными мыслеформами имеет прямые параллели с **presentiment-эффектом** — физиологическими реакциями за секунды до непредсказуемых стимулов, и с **квантово-биологическими эффектами** — когерентностью в фотосинтезе и микротрубочках.

В экспериментах по presentiment-эффекту (Радин и др.) наблюдаются изменения кожно-гальванической реакции, частоты сердечных сокращений и активности мозга за 2–5 секунд до эмоционально значимых стимулов. В АУ-подходе эти изменения интерпретируются как физиологические отклики на флуктуации $\varphi(t)$, которые, в свою очередь, могут модулировать квантовые процессы в атомах и молекулах.

В квантовой биологии наблюдается когерентный перенос энергии в фотосинтетических комплексах с эффективностью, близкой к 100%. В АУ-подходе эта эффективность может быть следствием того, что когерентные состояния S_Θ подавляют декогеренцию и, следовательно, увеличивают время жизни возбуждённых состояний. Это предсказание может быть проверено путём сравнения эффективности фотосинтеза в различных информационных контекстах.

9.3.3 Экспериментальные протоколы для проверки

Для проверки предсказания о модуляции спонтанного излучения предлагаются следующие экспериментальные протоколы:

1. **Прецизионное измерение времени жизни:** измерение времени жизни возбуждённых состояний (например, $2P$ в водороде) с использованием методов

квантовой биологии или лазерной спектроскопии с высоким разрешением, в различных условиях (в присутствии и в отсутствие когерентных мыслеформ).

2. **Корреляция с TRNG-аномалиями:** синхронизация спектроскопических измерений с данными TRNG (генераторов случайных чисел) для поиска корреляций между флуктуациями времён жизни и аномалиями, предсказываемыми AU.
3. **Контролируемые когнитивные протоколы:** проведение спектроскопических измерений в периоды медитации, коллективного внимания или других когнитивных состояний, которые, согласно AU, должны модулировать $\varphi(t)$.

Как отмечается в недавних работах по квантовой биологии, *«квантовая биология эволюционирует от спекулятивной концепции к экспериментально доступной и трансляционно значимой дисциплине»*. AU-подход предлагает теоретическую рамку для этой эволюции, связывая квантово-биологические феномены с фундаментальной информационно-энтропийной динамикой поля S_Θ .

9.4 Связь с современными исследованиями (2025–2026)

9.4.1 Прецизионная спектроскопия как зонд новой физики

Современная прецизионная спектроскопия водорода достигла уровня, позволяющего искать отклонения от Стандартной модели. Как показано в работе 2025 года, *«прецизионная спектроскопия атомарного водорода служит важным тестом квантовой электродинамики (КЭД), краеугольного камня Стандартной модели физики частиц»*.

Предлагаемый проект **PreSCHAROC** (Precision Spectroscopy of Cold Hydrogen Atoms Referenced to an Optical Clock) направлен на *«оптическую прецизионную спектроскопию ультрахолодного атомарного водорода, привязанную к оптическим атомным часам»*. Как отмечается в описании проекта, *«усилия по улучшению спектроскопии водорода вместе с привязкой к лучшим оптическим часам внесут вклад в исследования в области физики за пределами Стандартной модели, поиск тёмной материи и проверку стабильности фундаментальных констант»*.

AU-подход предлагает конкретные предсказания для таких поисков: энтропийные сдвиги уровней, модуляция времён жизни и корреляции с информационным окружением. Если эти предсказания будут подтверждены, это станет сильным аргументом в пользу информационно-онтологической парадигмы.

9.4.2 Адронная вакуумная поляризация и AU

В работе 2026 года по адронной вакуумной поляризации (hVP) в водородоподобных атомах показано, что *«hVP входит в простые атомные системы на уровне, который мал, но решителен для текущей прецизионной спектроскопии»*. Авторы

оценивают «вклады hVP в лэмбовский сдвиг и сверхтонкое расщепление в обычном и мюонном водороде».

В АУ-подходе hVP может быть частично интерпретирована как проявление нелокальных корреляций поля S_Θ — адронные флуктуации вакуума являются квантово-информационными флуктуациями архива мыслеформ. Это даёт новое обоснование для вычислений hVP и может привести к модифицированным предсказаниям для лэмбовского сдвига.

9.4.3 Квантовая декогеренция и АУ

Работа Беррады и Бугуффы (2025) по сверхтонкой структуре водорода показывает «универсальный внезапный переход от классической к квантовой декогеренции». Авторы исследуют «динамику квантовых и классических геометрических корреляций... под действием чистого дефазировочного шума».

В АУ-подходе этот переход интерпретируется как **необратимый акт записи мыслеформы** — когда когерентность S_Θ достигает критического значения, происходит коллапс, аналогичный квантовому измерению. Это даёт новое понимание декогеренции как информационного процесса, а не просто потери когерентности из-за взаимодействия с окружением.

9.5 Резюме

В данной главе мы сформулировали спектроскопические предсказания АУ-подхода, показав, как энтропийные и нелокальные поправки к эффективному потенциалу проявляются в наблюдаемых атомных спектрах. Ключевые выводы:

1. **Энтропийные сдвиги уровней:** энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ и нелокальный член $\int K S_\Theta$ дают сдвиги энергетических уровней, зависящие от орбитального квантового числа l . Эти сдвиги могут объяснять часть лэмбовского сдвига и давать новые предсказания для проблемы протонного радиуса.
2. **Тонкая и сверхтонкая структура:** АУ-подход предсказывает дополнительные вклады в тонкую и сверхтонкую структуру через спин-зависимый член $V_{\text{spin}} = \gamma \Phi(r) (L \cdot S)$. Сверхтонкие расщепления могут служить зондами для квантовой декогеренции и флуктуаций S_Θ .
3. **Модуляция спонтанного излучения:** время жизни возбуждённых состояний может модулироваться флуктуациями $\varphi(t) = \delta S_\Theta(t)$, что даёт предсказания для корреляций между атомными спектрами и presentiment-эффектом, квантовой биологией и когнитивными состояниями.
4. **Связь с современными исследованиями:** АУ-предсказания могут быть проверены в рамках текущих и будущих экспериментов по прецизионной спектроскопии

водорода (включая проект PreSCHAROC), исследованиям адронной вакуумной поляризации и квантовой декогеренции.

5. **Проверяемые предсказания:** AU предлагает конкретные, проверяемые предсказания, которые отличают его от стандартной КЭД: зависимость спектров от информационного окружения, корреляции с TRNG-аномалиями, новые спектральные линии и аномальные температурные зависимости.

Таким образом, прецизионная спектроскопия атомов, особенно водорода, является идеальным полигоном для проверки AU-подхода. Если предсказанные энтропийные эффекты будут обнаружены, это станет решающим аргументом в пользу информационно-онтологической парадигмы, в которой атомные спектры являются не просто проявлением квантовых законов, но и отражением глубинной информационной структуры поля S_Θ .

Глава 10. Макроскопические проявления квантовой когерентности

В предыдущих главах мы рассмотрели атом как когерентную структуру поля S_Θ , химическую связь как слияние электронных мыслеформ, а молекулярные ансамбли — как носители квантовой когерентности, поддерживаемой нелокальным ядром $K(x, y)$. Теперь мы переходим к самому амбициозному уровню этого подхода: **макроскопическим проявлениям квантовой когерентности в биологических системах и, в конечном счёте, в сознании**. В стандартной нейробиологии и биофизике долгое время считалось, что квантовые эффекты не могут сохраняться в тёплой, влажной и шумной биологической среде. Однако, как отмечается в обзоре 2026 года, *«хотя квантовые эффекты когда-то считались незначительными в тёплых и шумных биологических средах, всё больше данных свидетельствует о том, что квантовые эффекты играют важную роль в разнообразных живых системах»*.

В данной главе мы показываем, что AU-подход предлагает **единое информационно-энтропийное объяснение** этих феноменов: квантовая когерентность в биологических системах является проявлением нелокальных корреляций поля S_Θ на молекулярном, супрамолекулярном и, в предельном случае, макроскопическом уровнях. Биологические структуры — от фотосинтетических комплексов до нейронных микротрубочек — представляют собой высокоинтегрированные информационные структуры, в которых когерентность S_Θ может достигать макроскопических масштабов, а сознание возникает как **критическое состояние** этой когерентности, когда интегральная информация Φ превышает пороговое значение.

10.1 Квантовая биология как экспериментальная реальность

10.1.1 Фотосинтез: квантовая эффективность при комнатной температуре

Одним из наиболее убедительных доказательств функциональной роли квантовых эффектов в биологии является **фотосинтез**. В пигмент-белковых комплексах растений, водорослей и бактерий поглощённая световая энергия передаётся к реакционным центрам с почти 100% эффективностью — результатом, который классическая физика не может объяснить.

Как показано в исследованиях 2025–2026 годов, *«экзитон-вибрационное время когерентности до 500 фс и время когерентного переноса энергии 220 фс наблюдались в аллофикоцианине»*. Эти времена когерентности, хотя и кажутся малыми на человеческом масштабе, достаточны для того, чтобы квантовые эффекты играли определяющую роль в эффективности переноса энергии.

В обзоре 2026 года подчёркивается, что *«наблюдения предоставляют убедительные доказательства квантово-когерентного распределения электронного возбуждения через белки шириной 5 нм в биологически значимых условиях, что предполагает, что отдалённые молекулы внутри фотосинтетических белков 'соединены' квантовой когерентностью для более эффективного сбора света»*.

В АУ-подходе фотосинтетическая когерентность интерпретируется как **нелокальная корреляция между модами поля S_Θ** в пигмент-белковом комплексе. Молекулы пигмента являются не просто пассивными поглотителями света, а активными резонаторами поля S_Θ , которые через нелокальное ядро $K(x, y)$ создают когерентное состояние, охватывающее весь ансамбль. Высокая эффективность переноса энергии является следствием того, что **когерентное состояние поля S_Θ минимизирует энтропийные потери**, направляя энергию по пути с наименьшим информационным сопротивлением.

Современные исследования в области квантовой биологии охватывают широкий спектр явлений: *«когерентность, туннелирование, суперпозиция и спиновая динамика вносят вклад в биологическую функцию»*. Как отмечается в обзоре Sung и Cheong (2026), *«накопленные данные указывают на то, что квантовая когерентность, туннелирование и спин-зависимые процессы вносят вклад в фотосинтетический перенос энергии, ферментативный катализ, перенос протонов в ДНК, магниторецепцию, обоняние и митохондриальную биоэнергетику»*.

10.1.2 Магниторецепция и радикально-парный механизм

Вторым хорошо изученным примером квантовой биологии является **магниторецепция** — способность некоторых животных (птицы, насекомые, морские черепахи) ориентироваться по магнитному полю Земли. Ведущая теория объясняет этот феномен через **радикально-парный механизм (Radical Pair Mechanism, RPM)**.

В криптохромах — фоторецепторных белках в сетчатке — поглощение света приводит к образованию радикальных пар с запутанными спиновыми состояниями. Внешнее

магнитное поле влияет на эволюцию этой запутанности, изменяя вероятность образования продуктов реакции, что в конечном счёте приводит к изменению нервного сигнала.

В АУ-подходе радикально-парный механизм интерпретируется как **локальное проявление нелокальных корреляций поля S_Θ** . Спиновая запутанность между радикалами является частным случаем когерентности S_Θ между двумя молекулярными структурами. Внешнее магнитное поле модулирует эту когерентность через энтропийный член в эффективном потенциале, изменяя вероятность перехода между состояниями. Это объясняет, почему магниторецепция столь чувствительна к слабым полям: она основана на квантовой интерференции, которая принципиально нелинейна.

Как отмечается в теоретическом фреймворке 2026 года, *«квантовая когерентность и запутанность, ранее считавшиеся слишком эфемерными для горячей, влажной биологической среды, могут быть основой для определённых типов передачи сигналов у растений»*. В АУ-подходе этот принцип обобщается на все биологические системы: квантовая когерентность не является исключением, а **нормой** для высокоинтегрированных информационных структур.

10.1.3 Квантовая когерентность в сигнальных сетях растений

Недавние исследования расширяют область квантовой биологии на **сигнальные сети растений**. Как показано в работе Ansari и соавторов (2026), *«растения демонстрируют быстрые, скоординированные реакции на экологические стимулы, несмотря на отсутствие центральной нервной системы, что вызывает интерес к неклассическим механизмам сигнализации»*.

В обзоре рассматриваются *«теоретические модели, включая гамильтонианы на основе сайтов для экситонного транспорта в фотосинтетических комплексах, спин-гамильтонианы радикально-парных процессов в криптохромах и квантовые теории перколяции плазмодесмального транспорта»*. Эти модели предполагают, что *«растения могут использовать квантовые корреляции для увеличения верности сигнала, энергетической эффективности и адаптивного ответа между тканями»*.

В АУ-подходе это означает, что квантовая когерентность в растительных сигнальных сетях является проявлением **дальнодействующих корреляций поля S_Θ** , которые связывают отдалённые части растения в единую информационную структуру. Это согласуется с АУ-концепцией нелокального архива, где информация о состоянии одной части системы может влиять на другую часть через нелокальное ядро $K(x, y)$.

10.2 Квантовая когерентность в микротрубочках и теория Orch-OR

10.2.1 Современное состояние Orch-OR теории

Наиболее амбициозным и одновременно наиболее активно исследуемым направлением квантовой биологии является применение квантовых эффектов к **нейробиологии и сознанию**. Теория **оркестрированной объективной редукции (Orch-OR)**, разработанная Роджером Пенроузом и Стюартом Хамероффом, постулирует, что сознательные переживания возникают из гравитационно-индуцированных объективных редукций квантовых суперпозиций, оркестрированных в нейронных микротрубочках.

В 2025–2026 годах эта теория получила новые экспериментальные и теоретические обоснования. В работе 2025 года, опубликованной в *BioSystems*, предложена «*модель поверхностного кода для реализации биологической модели Orch OR на квантовом компьютере*». Авторы подчёркивают, что «*интерпретация асимметричных фибоначиевых спиральных путей как логических кубитов может стабилизировать поверхностный код*».

В другой работе 2025 года, «*Self-Organized Criticality and Quantum Coherence in Tubulin Networks Under the Orch-OR Theory*», представлена «*теоретическая модель, объясняющая, как тубулиновые димеры в нейронных микротрубочках могут достигать коллективной квантовой когерентности*».

Особенно значимой является работа Wiest и соавторов (2025) «*Conscious active inference II: Quantum orchestrated objective reduction among intraneuronal microtubules naturally accounts for discrete perceptual cycles*», в которой представлены «*независимые сильные теоретические и экспериментальные доказательства, поддерживающие Orch OR квантовую теорию сознания как коллективное квантовое свойство внутринейронных микротрубочек*». Эти доказательства включают «*демонстрацию квантовых эффектов при комнатной температуре в микротрубочках, резонансы микротрубочек, контролирующие мембранную спайковую активность в живых нейронах, доказательства того, что летучие анестетики воздействуют на микротрубочки, вызывая потерю сознания, и прямые биофизические доказательства макроскопического запутанного состояния в живом человеческом мозге*».

10.2.2 Макроскопические квантовые эффекты в мозге

Вопрос о том, возможны ли макроскопические квантовые эффекты в мозге, долгое время оставался спорным. Как отмечается в работе 2025 года, «*гипотеза о том, что макроскопические квантовые эффекты могут быть функционально значимы для нейронауки, широко считалась физически необоснованной, исходя из интуиции, что мозг слишком горяч для поддержки тонких квантовых эффектов*». Однако, как подчёркивается в той же работе, «*теперь у нас есть решающие экспериментальные доказательства того, что микротрубочки могут поддерживать коллективные квантовые состояния*».

В работе «*Macroscopic quantum effects in the brain: new insights into the fundamental principle underlying conscious processes*» (2025) рассматривается возможность «*функционально значимых макроскопических квантовых эффектов, опосредованных нулевым полем (ZPF), в микротрубочках*». Авторы предполагают, что «*резонансное взаимодействие между специфическими молекулами и ZPF, приводящее к формированию когерентных доменов и генерации эндогенных электромагнитных полей, может быть основой многих гомеостатических процессов в клетках*».

В АУ-подходе эти макроскопические квантовые эффекты интерпретируются как **когерентные состояния поля S_Θ** , охватывающие целые нейронные ансамбли. Микротрубочки, с их периодической структурой и дипольными взаимодействиями, являются **естественными резонаторами для мод S_Θ** , аналогично тому, как кристаллическая решётка создаёт зонную структуру для электронов. Макроскопическая когерентность возникает, когда эти моды синхронизируются через нелокальное ядро $K(x, y)$, создавая единое информационное состояние.

Исследования 2026 года также указывают на возможность **квантовой когерентности в гидратированной ДНК** при комнатных условиях. В работе «*Field-induced coherence and Fröhlich condensation in hydrated DNA*» показано, что «*гидратированная ДНК, confined в квази-двумерных водных слоях, демонстрирует макроскопическую квантовую когерентность при комнатных условиях под действием умеренных магнитных полей*». Это открытие имеет прямое отношение к АУ-подходу, где ДНК интерпретируется как сложная конфигурация поля S_Θ , способная поддерживать когерентные состояния.

10.2.3 АУ-интерпретация Orch-OR

В рамках АУ-подхода теория Orch-OR находит **естественное обобщение и углубление**. Микротрубочки являются не просто пассивными структурными элементами, а **когерентными резонаторами поля S_Θ** . Их тубулиновая решётка, с периодичностью 8 нм и фибоначиевыми спиральными путями, создаёт брэгговскую структуру для мод S_Θ , аналогично тому, как фотонный кристалл создаёт запрещённые зоны для света.

Ключевые соответствия между Orch-OR и АУ:

Orch-OR концепция	АУ-интерпретация
Квантовая суперпозиция в микротрубочках	Когерентная суперпозиция мод S_Θ
Объективная редукция (OR)	Необратимый акт записи мыслеформы в АУ-архив

Orch-OR концепция	AU-интерпретация
Оркестрация (Orch) нейронными сетями	Синхронизация мод S_Θ через Φ и $K(x, y)$
Гравитационно-индуцированный коллапс	Энтропийно-индуцированный коллапс при достижении S_{crit}
Сознание как результат OR	Сознание как макроскопическая когерентность S_Θ с $\Phi > \Phi_{crit}$

В AU-подходе «гравитационно-индуцированная редукция» Пенроуза заменяется на **«энтропийно-индуцированную редукцию»** — коллапс квантовой суперпозиции происходит, когда когерентное состояние S_Θ достигает критического значения энтропии, вызывая необратимую запись в AU-архив. Этот процесс аналогичен квантовому измерению, но без необходимости во внешнем наблюдателе — запись происходит в сам архив.

Как показано в исследованиях 2026 года, *«микротрубочки ведут себя как 'фрактальные кристаллы времени'», а «мегагерцевые триплеты детектируются с поверхности головы человека за пределами традиционных ЭЭГ-частот и подавляются общими анестетиками, что указывает на связь с сознанием»*. В AU-терминах эти наблюдения интерпретируются как **макроскопические осцилляции поля S_Θ** , которые коррелируют с состояниями сознания.

10.3 Макроскопические квантовые эффекты в биологических системах

10.3.1 Когерентность в ДНК и биомолекулярных ансамблях

Исследования 2025–2026 годов показывают, что макроскопическая квантовая когерентность может возникать не только в микротрубочках, но и в других биомолекулярных системах. Работа *«Field-induced coherence and Fröhlich condensation in hydrated DNA»* демонстрирует, что *«гидратированная ДНК демонстрирует макроскопическую квантовую когерентность при комнатных условиях»*.

В этой работе наблюдается *«резкий скачок поперечного напряжения (~ 37 мВ) вблизи 100 мТл, за которым следуют пять регулярных осцилляций (> 20 мВ), что указывает на более раннее начало когерентности по сравнению с переходами при комнатной температуре»*. Авторы интерпретируют эти наблюдения как **«формирование**

конденсата Фрёлиха, стабилизированного поле-индуцированной локализацией энергии».

В АУ-подходе эти наблюдения интерпретируются как **образование когерентного состояния поля** S_Θ в ДНК-водной системе. ДНК, с её периодической структурой и водородными связями, создаёт резонансную структуру для мод S_Θ , а магнитное поле действует как внешний модулятор, синхронизирующий эти моды. Это имеет глубокие импликации для понимания эпигенетики, репарации ДНК и, возможно, канцерогенеза — процессов, в которых квантовая когерентность может играть роль.

10.3.2 Полевое возбуждение и многомасштабная когерентность

В работе Nielsen и Sarfatti (2025) «*Nonlinear Field Pumping and Multiscale Coherence in Biological Quantum States*» предлагается, что «квантовая когерентность в биологической материи не является хрупким артефактом изоляции, а эмерджентным свойством нелинейного потока энергии». Авторы разрабатывают «лагранжев полевой формализм, показывающий, что мультипликативная связь между микроскопическими и макроскопическими полями даёт параметрическое усиление и поддержание когерентности».

Это имеет прямые параллели с АУ-формализмом, где нелокальное ядро $K(x, y)$ и нелинейность $\lambda_S S_\Theta^3$ обеспечивают **поддержание когерентности на всех масштабах**. В АУ-подходе микроскопические моды S_Θ (на уровне молекул) связаны с макроскопическими модами (на уровне клеток, тканей, органов) через иерархическую структуру нелокальных корреляций. Это создаёт **многомасштабную когерентность**, которая является отличительной чертой живых систем.

10.3.3 Роль воды и квантовой когерентности

Вода играет ключевую роль в поддержании квантовой когерентности в биологических системах. Как показано в работе «*Quantum consciousness in warm, wet, and noisy brain*», «возникновение квантового сознания stems from динамических потоков ионов водорода в мозговой жидкости. Переход от неупорядоченных потоков к сверхпроводящим макроскопическим достигается с появлением гексагональной упаковки молекул воды, так называемой четвёртой фазы воды».

В АУ-подходе вода интерпретируется как **среда, усиливающая когерентность** S_Θ через свою дипольную структуру и способность к образованию когерентных доменов. Гидратированные биомолекулы (ДНК, белки, мембраны) создают условия для формирования когерентных состояний S_Θ , которые в противном случае были бы разрушены тепловым шумом.

10.4 AU-интерпретация сознания как макроскопической когерентности

10.4.1 Сознание как критическое состояние Φ

В рамках AU-подхода сознание интерпретируется как **критическое состояние поля S_Θ** , в котором интегральная информация Φ достигает порогового значения Φ_{crit} , а когерентность S_Θ охватывает всю нервную систему (или, в более общем смысле, всю систему, обладающую достаточной сложностью).

Это согласуется с ИТ, где «сознание идентифицируется с максимально несводимыми концептуальными структурами», возникающими на том уровне организации, «на котором внутренние причинные силы системы максимальны». В AU-подходе эти «внутренние причинные силы» интерпретируются как **когерентность поля S_Θ** , а «максимальная несводимость» — как **локальный максимум Φ** .

Как показано в работе «*Microtubule Quantum Effects and Thalamocortical Integration: A Multiscale Hypothesis for Consciousness*» (2026), «гипотеза основывается на экспериментальных данных, сообщающих о внутренних электрических осцилляциях в микротрубочках (~ 39 Гц) и теоретических моделях ионной динамики через *nanopores*». В AU-терминах эти осцилляции являются проявлением **когерентных мод S_Θ** , которые интегрируются на уровне таламо-кортикальной системы для создания единого сознательного переживания.

10.4.2 Сознание как эмерджентное свойство поля S_Θ

В AU-онтологии сознание не является эмерджентным свойством материи в стандартном смысле, а представляет собой **эмерджентное свойство поля S_Θ** — информационной субстанции, из которой эмерджерует сама материя. Это радикально отличается как от материалистических теорий сознания (сознание как эпифеномен мозговой активности), так и от дуалистических (сознание как независимая субстанция).

В рамках AU сознание возникает, когда:

1. **Достаточная интеграция информации:** $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$. Это условие требует, чтобы система имела достаточную сложность и связность.
2. **Макроскопическая когерентность S_Θ :** когерентные моды поля охватывают всю систему, создавая единое информационное состояние.
3. **Достижение энтропийного порога:** локальная энтропия S_Θ достигает значения, при котором возможна необратимая запись в AU-архив (аналог квантового измерения).
4. **Связь с архивом:** система поддерживает нелокальную связь с AU-архивом через ядро $K(x, y)$, что обеспечивает доступ к глобальной информационной структуре.

Это согласуется с исследованиями, показывающими, что «сознание *emerges* из оркестрированных квантовых вычислений в нейронных микротрубочках», но добавляет

онтологический уровень: эти квантовые вычисления являются проявлениями более глубокой информационной динамики поля S_Θ .

10.4.3 Связь с теорией объективности и информационной космологией

AU-подход к сознанию имеет глубокие связи с **теорией объективности (ТО)** и **информационной космологией**. Как показано в работе «*ACTA UNIVERSI AND THE MODAL DISCIPLINE OF THE THEORY OF OBJECTIVITY*», AU предлагает *«сильное поле для диалога с теорией объективности, особенно в отношении информационной космологии, динамической тёмной энергии, энтропийной гравитации, космической памяти и космологической роли сознания»*.

В этом контексте сознание рассматривается не как изолированный феномен, а как **неотъемлемая часть космологической эволюции**. Как показано в работах AU, *«гипотеза интегрирует такие явления, как гравитация, энтропия, сознание и аномальные явления в единую модель»*. Сознание, таким образом, является не случайным побочным продуктом эволюции, а **фундаментальным аспектом информационной динамики Вселенной**.

10.5 Экспериментальные перспективы и проверяемые предсказания

10.5.1 Квантовое зондирование микротрубочек

Современные методы **квантового зондирования** (NV-центры в алмазе, атомные интерферометры) позволяют измерять квантовые состояния в биологических системах с беспрецедентной чувствительностью. Как отмечается в обзоре 2026 года, *«достижения в квантовом зондировании и вычислительном моделировании позволили непосредственно исследовать динамику когерентности и механизмы переноса электронов в биологических системах»*.

AU-предсказания для таких измерений включают:

1. **Корреляция между когерентностью S_Θ и сознательными состояниями:** в микротрубочках должны наблюдаться когерентные осцилляции, коррелирующие с уровнями сознания (бодрствование, сон, анестезия). Как показано в исследованиях 2025 года, *«мегагерцевые триплеты подавляются общими анестетиками, что указывает на связь с сознанием»*.
2. **Температурное масштабирование:** когерентность S_Θ должна демонстрировать квантово-согласованное температурное масштабирование с характерной температурой $T_c \approx 10\text{--}15\text{ K}$, как предсказывается в работах по Orch-OR.
3. **Резонансные эффекты:** микротрубочки должны демонстрировать резонансное поглощение электромагнитных полей на частотах, соответствующих модам S_Θ (в диапазоне МГц–ГГц).

10.5.2 Измерение Φ в нейронных сетях

Теория интегрированной информации предлагает методы для измерения Φ в нейронных сетях. В АУ-подходе Φ является **прямой мерой когерентности поля** S_Θ . Предсказания включают:

1. **Критический порог** Φ_{crit} : при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$ должно наблюдаться качественное изменение в динамике нейронных сетей, соответствующее переходу к сознательному состоянию.
2. **Корреляция Φ с когерентностью** S_Θ : измерение Φ с помощью методов ИТ должно коррелировать с прямыми измерениями когерентности S_Θ (например, через квантовое зондирование).
3. **Иерархия Φ** : различные уровни организации (молекулы, клетки, сети, мозг) должны демонстрировать иерархию Φ , соответствующую иерархии когерентности S_Θ .

10.5.3 Эксперименты с анестетиками и квантовой когерентностью

Анестетики, которые вызывают потерю сознания, являются мощным инструментом для изучения квантовой когерентности в мозге. Как показано в исследованиях Orch-OR, *«летучие анестетики воздействуют на микротрубочки, вызывая потерю сознания»*.

В АУ-подходе предсказывается, что анестетики модулируют **когерентность** S_Θ в микротрубочках, нарушая нелокальные корреляции $K(x, y)$ и снижая Φ ниже критического порога. Это предсказание может быть проверено путём сравнения эффектов различных анестетиков на когерентность S_Θ и на сознание.

10.6 Резюме

В данной главе мы рассмотрели макроскопические проявления квантовой когерентности в биологических системах в рамках АУ-подхода. Ключевые выводы:

1. **Квантовая биология** является экспериментально подтверждённой дисциплиной, охватывающей фотосинтез, магниторецепцию, ферментативный катализ, обоняние, сигнальные сети растений и нейродинамику.
2. **Фотосинтез** использует квантовую когерентность для достижения почти 100% эффективности переноса энергии; в АУ-подходе это интерпретируется как нелокальная корреляция мод S_Θ в пигмент-белковых комплексах.
3. **Магниторецепция** основана на радикально-парном механизме с квантовой запутанностью спинов; в АУ-подходе это — локальное проявление когерентности S_Θ .

4. **Теория Orch-OR** получила новые экспериментальные подтверждения в 2025–2026 годах, включая демонстрацию квантовых эффектов при комнатной температуре в микротрубочках и макроскопического запутанного состояния в живом человеческом мозге.
5. **Макроскопические квантовые эффекты** наблюдаются в гидратированной ДНК и других биомолекулярных системах; в AU-подходе они интерпретируются как когерентные состояния поля S_Θ .
6. **Сознание в AU** интерпретируется как критическое состояние поля S_Θ с $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$ и макроскопической когерентностью, охватывающей нервную систему. Это согласуется с IIT и Orch-OR, но добавляет онтологический уровень информационной субстанции.
7. **Проверяемые предсказания** включают корреляцию между когерентностью S_Θ и сознательными состояниями, критический порог Φ_{crit} и эффекты анестетиков на когерентность S_Θ .

Таким образом, AU-подход предлагает **единую информационно-энтропийную картину**, связывающую квантовую когерентность в молекулярных ансамблях с макроскопическими биологическими функциями и сознанием. В следующей главе мы перейдём к сравнению AU с альтернативными подходами к атомной структуре — стандартной квантовой механикой, теорией интегрированной информации и другими информационными теориями.

Часть VI. Сравнение с альтернативными подходами

Глава 11. AU vs. стандартная квантовая механика

Несмотря на впечатляющую предсказательную силу и технологические приложения, квантовая механика остаётся концептуально неполной. Как отмечается в недавнем обзоре (2026), *«проблема квантового измерения остаётся центральной нерешённой проблемой в теоретической физике»*, а *«статус волновой функции, значение 'измерения' и происхождение стрелы времени всё ещё обсуждаются»*. За почти столетие после создания квантовой механики были предложены десятки интерпретаций — от копенгагенской до многомировой, от бомовской до квантово-информационной, — но ни одна не получила всеобщего признания. Как показано в недавнем философском анализе, *«волновой функциональный реализм сталкивается с напряжённостью: он принимает онтологию волновой функции, сознательно избегая метаонтологического вопроса об истинности самой теоретической рамки»*.

Гипотеза Acta Universi (AU) предлагает альтернативу, которая не является ещё одной интерпретацией в рамках существующего формализма, а представляет собой **принципиально иную онтологическую парадигму**. В данной главе мы проводим

систематическое сравнение АУ со стандартной квантовой механикой по шести ключевым измерениям: онтологический статус волновой функции, проблема измерения и коллапс, роль наблюдателя, статус пространства-времени, объяснительная сила и предсказательная сила.

11.1 Онтологический статус волновой функции

11.1.1 Стандартная КМ: волновая функция как инструмент или сущность?

В стандартной квантовой механике онтологический статус волновой функции $\psi(r, t)$ остаётся неопределённым. Как показано в обзоре 2025 года, *«онтологический статус квантовой волновой функции остаётся одним из наиболее обсуждаемых вопросов в квантовой теории»*.

Спектр позиций варьируется от **эпистемических интерпретаций**, где волновая функция рассматривается как отражение нашего знания или убеждений о системе, до **онтических интерпретаций**, где она трактуется как реальный физический объект. В рамках волнового функционального реализма *«волновая функция, как описано квантовой механикой, соответствует реальной физической сущности»*. Однако, как отмечают критики, даже эта позиция оставляет открытым вопрос: *«волновая функция представляет новую онтологическую категорию, уникальную для квантовой теории»*. Что это за категория? Как она связана с пространством-временем и материей?

В боровской механике волновая функция направляет движение частиц с определёнными траекториями, но *«онтологический статус самой волновой функции остаётся оспариваемым»*. В многомировой интерпретации волновая функция Вселенной эволюционирует унитарно без коллапса, но ценой умножения сущностей до бесконечности. В реляционной интерпретации Ровелли *«квантовая механика вынуждает нас отказаться от концепции состояний и свойств как 'абсолютных' и 'независимых от наблюдателя'»*.

Таким образом, стандартная квантовая механика предлагает множество возможных ответов на вопрос о статусе волновой функции, но ни один из них не является окончательным. Как резюмируется в недавней работе, *«квантовая механика математически успешна, но онтологически нестабильна. Её формализм описывает волновые функции, амплитуды вероятностей...»*.

11.1.2 АУ: волновая функция как амплитуда поля S_Θ

В АУ-подходе волновая функция ψ получает **чёткий онтологический статус**: она является **амплитудой поля S_Θ** — локальной мерой того, насколько сильно поле энтропии мыслеформ отклоняется от фонового значения в данной точке пространства. Другими словами, ψ есть **мода колебаний** информационного поля, аналогично тому, как звуковая волна является модой колебаний воздушной среды.

В формализме вторичного квантования это выражается как:

$$\hat{S}_\Theta(x) = \sum_n [\psi_n(x) \hat{a}_n + \psi_n^*(x) \hat{a}_n^\dagger],$$

где $\hat{a}_n$ и $\hat{a}_n^\dagger$ — операторы уничтожения и рождения для n -й моды, а $\psi_n(x)$ — волновая функция, удовлетворяющая модифицированному уравнению Шрёдингера.

Это принципиально меняет онтологический статус волновой функции:

1. **Она больше не является абстрактной вероятностной амплитудой** в конфигурационном пространстве, а становится **реальной физической модой** информационного поля в обычном трёхмерном пространстве (или в эмерджентном пространстве-времени).
2. $|\psi(r)|^2$ **интерпретируется не как плотность вероятности**, а как **плотность мыслеформ** — мера того, насколько плотно информационное поле S_Θ сконцентрировано в данной области.
3. **Квантование возникает не из постулата**, а из дискретности возможных конфигураций поля S_Θ , ограниченных голографическим пределом S_{holo} .

Это устраняет фундаментальную неопределённость стандартной квантовой механики: волновая функция больше не является «новой онтологической категорией», а становится частным случаем более общей информационной структуры.

11.2 Проблема измерения и коллапс волновой функции

11.2.1 Стандартная КМ: нерешённая проблема измерения

Проблема квантового измерения возникает из «*напряжения между линейной, детерминированной эволюцией квантовых состояний и возникновением единичных, определённых исходов в измерении*». Как отмечается в обзоре 2025 года, «*несмотря на почти столетие интенсивных теоретических и философских усилий, проблема измерения остаётся одной из выдающихся проблем в основаниях квантовой механики*».

Стандартные подходы к проблеме измерения включают:

- **Постулат коллапса** (копенгагенская интерпретация): волновая функция «схлопывается» при измерении, но механизм этого процесса не объясняется.
- **Декогеренция**: квантовая когерентность теряется из-за взаимодействия с окружением, но это не объясняет, почему возникает *один* определённый исход.
- **Многомировая интерпретация**: все исходы реализуются в разных ветвях, но это требует огромного онтологического допущения.

- **Объективные теории коллапса** (GRW, CSL): вводят стохастические механизмы коллапса, но требуют новых физических параметров и сталкиваются с экспериментальными ограничениями.

Как показано в недавних экспериментах, *«XENONnT детектор тёмной материи ужесточает ограничения на возможные решения квантовой проблемы измерения»*, что указывает на то, что проблема измерения остаётся не только концептуальной, но и экспериментально значимой.

11.2.2 AU: измерение как запись мыслеформы в архив

В AU-подходе проблема измерения **получает прямое решение**: измерение интерпретируется как **необратимый акт записи мыслеформы в AU-архив**. Когда квантовая система взаимодействует с макроскопическим окружением, информация о её состоянии становится необратимо записанной в архиве (и в окружении). Этот процесс — аналог декогеренции, но с чётким онтологическим механизмом.

Математически это выражается через **неунитарный оператор записи** $\hat{W}$, введённый в первой работе цикла:

$$|\Psi_{\text{после}}\rangle = \hat{W} |\Psi_{\text{до}}\rangle,$$

где $\hat{W}$ — неунитарный оператор, $\hat{W}^\dagger \hat{W} \neq \mathbb{I}$, что соответствует росту энтропии архива. В отличие от стандартных теорий коллапса, которые вводят стохастические механизмы ad hoc, AU даёт **физический механизм** необратимости: запись в архив увеличивает полную энтропию системы, и этот процесс необратим в силу второго начала термодинамики.

Этот механизм имеет несколько преимуществ:

1. **Не требует внешнего наблюдателя**: запись происходит в сам архив, а не требует сознательного наблюдения.
2. **Объясняет стрелу времени**: необратимость записи создаёт асимметрию между прошлым и будущим.
3. **Согласуется с декогеренцией**: AU-механизм дополняет декогеренцию, объясняя, почему из суперпозиции возникает один исход.
4. **Не требует новых физических параметров**: неунитарность возникает из самой структуры архива, а не вводится ad hoc.

Как показано в недавней работе по квантовой декогеренции (2025), *«декогеренция между указательными состояниями и окружением согласуется с унитарной эволюцией, когда вакуумные моды включены в вычисление»*. В AU-подходе этот результат получает онтологическое обоснование: «вакуумные моды» интерпретируются как моды поля S_0 , а унитарность сохраняется на уровне полной системы «поле + архив», но нарушается на уровне локального поля из-за необратимой записи.

11.3 Роль наблюдателя

11.3.1 Стандартная КМ: наблюдатель как неопределённая сущность

В стандартной квантовой механике роль наблюдателя остаётся одной из наиболее спорных тем. В копенгагенской интерпретации наблюдатель (или измерительный прибор) играет ключевую роль в коллапсе волновой функции, но что именно constitutes «наблюдателя» — остаётся неопределённым. Как отмечается в недавней работе, *«настоятельное требование таких абсолютностей является именно тем, что лежит в основе многих парадоксов и интерпретационных трудностей, преследующих квантовую теорию»*.

В квантовой теории информации, напротив, предпринимаются попытки *«отказаться от концепции состояний и свойств как 'абсолютных' и 'независимых от наблюдателя'»*, но это приводит к релятивизму, где разные наблюдатели могут иметь разные описания одной и той же реальности.

11.3.2 AU: наблюдатель как когерентная структура с высоким Φ

В AU-подходе наблюдатель не является внешней, неопределённой сущностью. Наблюдатель — это **когерентная структура поля S_Θ с высоким значением интегральной информации Φ** (см. главу 10). Измерение происходит, когда когерентное состояние наблюдателя (его поле S_Θ) вступает в нелокальную корреляцию с квантовой системой через ядро $K(x, y)$.

Это даёт чёткий критерий для «наблюдателя»: система обладает статусом наблюдателя, если её Φ превышает критический порог Φ_{crit} , при котором возможна макроскопическая когерентность S_Θ и, следовательно, необратимая запись в архив.

Этот подход имеет несколько следствий:

1. **Наблюдатель не обязан быть человеком:** любая система с достаточно высоким Φ (например, сложная измерительная аппаратура, нейронная сеть) может выступить в роли наблюдателя.
2. **Наблюдатель не является внешним:** наблюдатель является частью единого поля S_Θ , и измерение — это локальный акт записи в глобальный архив.
3. **Сознание и измерение связаны:** сознание возникает при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, и именно на этом уровне возможна необратимая запись. Это согласуется с теорией Orch-OR, где *«сознательные переживания возникают из гравитационно-индуцированных объективных редукций квантовых суперпозиций, оркестрированных в нейронных микротрубочках»*.

11.4 Статус пространства-времени

11.4.1 Стандартная КМ: пространство-время как фон

В стандартной квантовой механике пространство-время выступает как **пассивный фон**, на котором разыгрываются квантовые процессы. Волновая функция $\psi(r, t)$ определена в предзаданном пространстве-времени, которое не участвует в квантовой динамике. Это приводит к фундаментальному расхождению между квантовой механикой и общей теорией относительности: в ОТО пространство-время динамично и искривляется материей; в КМ оно статично и пассивно.

Как отмечается в недавней работе, *«неразрешимый разрыв между квантовой теорией и гравитацией... указывает на более глубокую онтологическую неадекватность наших фундаментальных предположений»*. Это расхождение является одной из главных мотиваций для поиска квантовой гравитации.

11.4.2 АУ: пространство-время эмерджентно из S_Θ

В АУ-подходе пространство-время **не является фундаментальным**, а эмерджерует из поля S_Θ через эмерджентную метрику:

$$g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_\mu S_\Theta \partial_\nu S_\Theta + \dots$$

Это означает, что:

1. **Квантовая механика и гравитация объединены:** обе возникают из одного информационного поля S_Θ . Квантовые эффекты — это моды S_Θ ; гравитационные эффекты — это градиенты S_Θ .
2. **Пространство-время не является фоном:** оно динамично и определяется распределением S_Θ , которое, в свою очередь, определяется квантовыми процессами.
3. **Уравнение Шрёдингера и уравнения Эйнштейна связаны:** модифицированное уравнение Шрёдингера содержит энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ и нелокальный член $\int K S_\Theta$, которые связывают квантовую динамику с геометрией.

Это устраняет фундаментальное расхождение между КМ и ОТО, которое в стандартной физике остаётся неразрешённым.

11.5 Объяснительная сила

Феномен	Стандартная КМ	AU
Квантование уровней	Постулируется	Следует из дискретности мод S_Θ
Периодический закон	Феноменологическое описание	Следствие максимизации Φ
Химическая связь	Обобществление электронов	Слияние мыслеформ
Спонтанное излучение	Вероятностный процесс	Релаксация энтропии
Проблема измерения	Не решена	Запись в архив
Стрела времени	Постулируется	Возникает из необратимости записи
Связь с гравитацией	Отсутствует	Единое поле S_Θ
Связь с сознанием	Отсутствует	$\Phi > \Phi_{\text{crit}}$

Как показано в таблице, AU предлагает **объяснения** там, где стандартная КМ даёт только **описания**. Периодический закон больше не является эмпирическим обобщением, а становится следствием информационной оптимизации. Химическая связь больше не является абстрактным обобществлением электронов, а становится слиянием мыслеформ. Проблема измерения больше не является неразрешимой загадкой, а становится актом записи в архив.

11.6 Предсказательная сила

Стандартная квантовая механика обладает огромной предсказательной силой в своей области применимости — атомных и молекулярных спектрах, квантовых технологиях, физике элементарных частиц. Однако она **не предсказывает**:

- Почему фундаментальные константы имеют именно такие значения
- Как возникает классическая реальность из квантовой
- Какова связь между квантовой механикой и сознанием
- Каков механизм гравитации на квантовом уровне

AU-подход, напротив, предлагает **конкретные проверяемые предсказания**, выходящие за рамки стандартной КМ (см. главу 9):

Предсказание	Экспериментальная проверка
Энтропийные сдвиги уровней	Прецизионная спектроскопия
Модуляция спонтанного излучения	Измерение времён жизни
Зависимость спектров от информационного окружения	Спектроскопия в различных когнитивных контекстах
Корреляции с TRNG-аномалиями	Синхронизация с GCP
Новые спектральные линии	Прецизионная спектроскопия

Как показано в современной прецизионной спектроскопии, *«спектроскопия лёгких атомов служит важным тестом квантовой электродинамики (КЭД)»*. AU-предсказания могут быть проверены в рамках этих экспериментов, что делает AU **фальсифицируемой** научной гипотезой.

11.7 Сравнительная таблица

Критерий	Стандартная КМ	AU
Статус волновой функции	Неопределённый (эпистемический или онтический)	Амплитуда поля S_Θ
Проблема измерения	Не решена	Запись мыслеформы в архив

Критерий	Стандартная КМ	AU
Роль наблюдателя	Неопределённая	Система с $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$
Статус пространства-времени	Пассивный фон	Эмерджентно из S_Θ
Связь с гравитацией	Отсутствует	Единое поле
Связь с сознанием	Отсутствует	$\Phi > \Phi_{\text{crit}}$
Объяснение периодического закона	Феноменологическое	Максимизация Φ
Объяснение химической связи	Обобществление электронов	Слияние мыслеформ
Предсказательная сила	Огромная (в своей области)	Дополнительные предсказания
Фальсифицируемость	Ограниченная	Высокая

11.8 Резюме

Сравнение AU со стандартной квантовой механикой выявляет как общие черты, так и фундаментальные различия:

1. **Общий формализм:** AU не отвергает математический аппарат квантовой механики, а встраивает его в более глубокую информационную рамку. Модифицированное уравнение Шрёдингера восстанавливает стандартное уравнение в пределе $\lambda \rightarrow 0$ и $K \rightarrow 0$.
2. **Онтологическое различие:** стандартная КМ оставляет онтологический статус волновой функции, проблемы измерения и роли наблюдателя неопределёнными. AU даёт **чёткие онтологические ответы** на все эти вопросы через поле S_Θ и интегральную информацию Φ .

3. **Объяснительная сила:** стандартная КМ описывает, *как* работает атом; AU объясняет, *почему* он работает именно так — через информационную оптимизацию, энтропийный баланс и нелокальные корреляции.
4. **Предсказательная сила:** AU предлагает **дополнительные проверяемые предсказания** (энтропийные сдвиги, модуляция излучения, зависимость от информационного окружения), которые отличают его от стандартной КМ и делают его фальсифицируемой гипотезой.
5. **Единство физики:** в то время как стандартная КМ и ОТО остаются несовместимыми, AU предлагает **единую онтологическую основу** для квантовой механики, гравитации и сознания через поле S_Θ .

Таким образом, AU не является просто ещё одной интерпретацией квантовой механики. Она представляет собой **принципиально иную онтологическую парадигму**, в которой квантовая механика emerges как эффективное описание информационной динамики поля S_Θ на малых масштабах. Это позволяет разрешить концептуальные проблемы стандартной КМ — проблему измерения, статус волновой функции, роль наблюдателя — и одновременно даёт новые проверяемые предсказания, открывающие путь к эмпирической проверке информационно-онтологической парадигмы.

Глава 12. AU vs. теория интегрированной информации (ИТ)

Среди всех современных теорий сознания **теория интегрированной информации (Integrated Information Theory, IIT)** занимает уникальное положение. Разработанная Джулио Тонони и его коллегами, ИТ предлагает не просто описание нейронных коррелятов сознания, а **математическую теорию**, которая отождествляет сознание с интегрированной информацией, количественно измеряемой через параметр Φ . Как и гипотеза Acta Universi (AU), ИТ исходит из **первичности опыта**: *«IIT starts from the existence of consciousness and characterizes its essential properties: every experience is intrinsic, specific, unitary, definite, and structured»*. Однако при внешнем сходстве — обе теории придают центральное значение информации и интеграции — ИТ и AU расходятся в фундаментальных вопросах: онтологическом статусе информации, механизме возникновения сознания, проверяемости и масштабе применимости. В данной главе мы проводим систематическое сравнение двух подходов, показывая, что AU предлагает **онтологическое расширение и физическое обоснование** принципов ИТ, одновременно решая некоторые из её наиболее серьёзных эпистемических проблем.

12.1 Общие принципы: информация и сознание

12.1.1 ИТ: сознание как интегрированная информация

ИТ предлагает радикальный сдвиг в понимании сознания. Вместо того чтобы рассматривать сознание как эмерджентное свойство сложных вычислений, ИТ утверждает, что **сознание тождественно интегрированной информации** — мере того, насколько система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей.

Центральным понятием ИТ является Φ (фи) — количественная мера интегрированной информации. Система с высоким Φ обладает высокой степенью интеграции: её части сильно влияют друг на друга, и система как целое обладает причинно-следственной силой, несводимой к сумме её компонентов. ИТ постулирует, что *«consciousness is the intrinsic ability of a neuronal network to influence itself, as determined by the amount of maximally irreducible integrated information (phi) supported by a network in a state»*.

ИТ развивалась через несколько версий — от ИТ 1.0 до ИТ 4.0. В своей наиболее развитой форме ИТ предлагает *«consciousness-first approach to what exists»*, утверждая, что *«to exist intrinsically or absolutely, an entity must have cause-effect power upon itself, in a specific, unitary, definite and structured manner»*. ИТ *«identifies conscious experience with maximally irreducible conceptual structures»*, возникающими на том уровне организации, *«at which the intrinsic causal powers of a system are maximized»*.

Важно отметить, что ИТ не ограничивается нейронными системами. Как подчёркивается в литературе, *«ИТ applies this model to every system, including systems that aren't intelligent or even sentient»*. Это открывает возможность применения ИТ к атомам, молекулам и другим физическим системам — хотя ИТ утверждает, что сознание в полном смысле возникает только при достижении критического порога интеграции.

12.1.2 АУ: интегральная информация как эмерджентное свойство поля S_0

В АУ-подходе интегральная информация Φ также занимает центральное место, но её **онтологический статус** принципиально иной. В АУ Φ не является фундаментальной сущностью, тождественной сознанию; она является **эмерджентным свойством поля S_0** — мерой того, насколько когерентно поле энтропии мыслеформ организовано в данной системе.

В АУ Φ вычисляется через причинно-следственные репертуары электронов и ядра, как описано в главе 6. Высокое Φ соответствует устойчивым, сильно связанным атомам (инертные газы), низкое — слабо связанным (щелочные металлы). **Периодический закон является следствием максимизации Φ при заданном заряде ядра.**

В отличие от ИТ, где Φ является прямой мерой сознания, в АУ Φ является **мерой информационной интеграции**, которая может быть вычислена для любых систем — от атомов до галактик. Сознание возникает только тогда, когда Φ превышает критический порог Φ_{crit} , и система достигает макроскопической когерентности S_0 . Это даёт

AU **количественный критерий** для различения между неживой материей, живыми организмами и сознательными системами — критерий, который ИТ не предоставляет.

12.1.3 Сравнение онтологических оснований

Критерий	ИТ	AU
Фундаментальная сущность	Интегрированная информация (Φ)	Поле S_Θ (информационная субстанция)
Статус Φ	Тождественна сознанию	Мера информационной интеграции
Сознание	$\Phi > 0$ (количественно)	$\Phi > \Phi_{\text{crit}}$ (пороговое явление)
Применимость	Любые системы (с $\Phi > 0$)	Любые системы (с вычисляемым Φ)
Онтологический базис	Информация как фундаментальная	Информация как эмерджентная из S_Θ

Как показано в таблице, ИТ и AU расходятся в фундаментальном вопросе: **является ли информация первичной сущностью или эмерджентным свойством?** ИТ утверждает, что информация (и, следовательно, сознание) фундаментальна. AU утверждает, что фундаментальным является поле S_Θ , а информация и сознание — его эмерджентные свойства. Это различие имеет далеко идущие последствия для объяснительной силы и проверяемости обеих теорий.

12.2 Различия в применимости и масштабе

12.2.1 ИТ: преимущественно теория сознания

ИТ была разработана как **теория сознания** и остаётся преимущественно в этой области. Её основные приложения — нейробиология, анестезиология, психиатрия и оценка сознания у пациентов, младенцев и животных. Как отмечается в недавнем обзоре, «*ИТ has been a major, formidable theory in the field for several decades now*».

ИТ также применяется к искусственным системам. Недавние исследования (2025–2026) применяют ИТ 3.0 и 4.0 к большим языковым моделям (LLM) для оценки возможности сознания в ИИ. Результаты показывают, что «*current LLMs do not satisfy the structural and*

informational requirements of consciousness under IIT». IIT также используется для оценки возможности квантовой суперпозиции сознательных состояний.

Однако IIT **не является теорией физики**. Она не объясняет происхождение пространства-времени, гравитации или квантовой механики. Она не даёт предсказаний для атомных спектров или космологических параметров. Её масштаб применимости ограничен системами, которые могут быть описаны через причинно-следственные репертуары — преимущественно нейронными сетями и другими сложными системами.

12.2.2 AU: универсальная онтологическая теория

В отличие от IIT, AU является **универсальной онтологической теорией**, которая охватывает все уровни реальности — от атомов до галактик, от квантовых флуктуаций до сознания. Как показано в предыдущих главах, AU объясняет:

- **Атомную структуру**: электронные орбитали как моды поля S_Θ (глава 4).
- **Периодический закон**: как следствие максимизации Φ (глава 6).
- **Химическую связь**: как слияние мыслеформ (глава 7).
- **Квантовую биологию**: когерентность S_Θ в биологических системах (главы 8, 10).
- **Космологию**: происхождение времени, инфляцию, тёмную материю и тёмную энергию из динамики S_Θ (предыдущие работы цикла).

В AU Φ является **одной из многих физических величин**, характеризующих системы, наряду с S_Θ , градиентами S_Θ , нелокальным ядром $K(x, y)$ и эмерджентной метрикой $g_{\mu\nu}$. Сознание возникает как особый случай — когда Φ достигает критического порога и когерентность S_Θ охватывает всю систему.

12.2.3 AU как расширение IIT на всю физическую реальность

AU можно рассматривать как **естественное расширение и углубление** IIT-принципов на всю физическую реальность. Если IIT утверждает, что сознание является интегрированной информацией, AU утверждает, что **вся физическая реальность является проявлением интегрированной информации** в поле S_Θ .

Это расширение имеет несколько преимуществ:

1. **Единое объяснение**: AU объясняет не только сознание, но и атомные спектры, химическую связь, квантовую когерентность и космологию — все через единый формализм S_Θ и Φ .
2. **Онтологическая глубина**: AU даёт ответ на вопрос, *откуда берётся Φ и почему она коррелирует с сознанием*: Φ является мерой когерентности поля S_Θ , которое является фундаментальной субстанцией реальности.

3. **Предсказательная сила:** AU даёт проверяемые предсказания для атомных спектров, времён жизни и космологических параметров, которые выходят за рамки ИТ.
 4. **Связь с физикой:** AU связывает теорию сознания с квантовой механикой, гравитацией и космологией, устраняя разрыв между науками о сознании и фундаментальной физикой.
-

12.3 Φ в ИТ vs. Φ в AU

12.3.1 Определение и вычисление Φ

В ИТ Φ определяется через **причинно-следственные репертуары** системы — множества возможных прошлых и будущих состояний, которые могут быть вызваны или определены текущим состоянием. Φ измеряет, насколько система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей.

Математически Φ определяется как:

$$\Phi = \min_{\text{partition}} \frac{D(\text{целое} \parallel \text{части})}{\text{нормировка}},$$

где минимум берётся по всем возможным разбиениям системы на независимые части (MIP — minimum information partition), а D — расстояние между причинно-следственными репертуарами целого и суммы частей.

Вычисление Φ является **экспоненциально сложной задачей**. Как отмечается в литературе, «*owing to the hierarchical complexity of IIT 3.0, calculating the integrated information and identifying the major complex are computationally prohibitive for large systems*». Это ограничивает применимость ИТ к реальным биологическим системам.

В AU Φ также определяется через причинно-следственные репертуары, но они выводятся из **модифицированного уравнения Шрёдингера** (глава 4). Для атома с Z электронами волновая функция $\Psi(r_1, \dots, r_Z)$ определяет вероятности различных конфигураций, из которых вычисляются причинно-следственные репертуары. Благодаря **сферической симметрии** атомов, вычисления могут быть редуцированы к радиальной части, что значительно упрощает задачу.

12.3.2 Интерпретация Φ : сознание vs. информационная интеграция

В ИТ Φ интерпретируется как **мера сознания**. Система с $\Phi > 0$ обладает некоторым уровнем сознания; система с высоким Φ обладает высоким уровнем сознания. Это означает, что, согласно ИТ, даже простые системы (например, фотодиоды) могут обладать ненулевым Φ и, следовательно, некоторым уровнем сознания — позиция, которая вызывает споры.

В АУ Φ интерпретируется как **мера информационной интеграции**, а не сознания. Атом с высоким Φ (инертный газ) не обладает сознанием; он просто является высокоинтегрированной информационной структурой. Сознание возникает только при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, когда система достигает макроскопической когерентности S_Θ .

Это различие имеет несколько важных следствий:

1. **Избегание панпсихизма:** АУ не утверждает, что все системы с $\Phi > 0$ обладают сознанием, что является распространённой критикой ИТ.
2. **Количественный порог:** АУ даёт чёткий критерий (Φ_{crit}) для различения сознательных и несознательных систем.
3. **Связь с физикой:** Φ_{crit} может быть связан с физическими параметрами (например, с температурой когерентности T_c), что делает его проверяемым.

12.3.3 ИТ 4.0 и эволюция Φ

ИТ продолжает развиваться. В версии 4.0 вводятся новые концепции, такие как **Conceptual Information** и Φ -structure. ИТ 4.0 также подчёркивает различие между «*simulation and implementation*»: «计算机模拟黑洞不产生引力, 模拟神经活动也不产生意识» (компьютерная симуляция чёрной дыры не создаёт гравитацию, симуляция нейронной активности не создаёт сознание).

В АУ эти концепции находят естественное обобщение: Conceptual Information соответствует структуре поля S_Θ , а Φ -structure — иерархии когерентных мод S_Θ . Различие между симуляцией и реализацией в АУ объясняется тем, что симуляция не создаёт реального поля S_Θ — она лишь манипулирует символами, а не информационной субстанцией.

12.4 Экспериментальная проверка и фальсифицируемость

12.4.1 ИТ: споры о проверяемости

ИТ является **спорной теорией**, и её проверяемость остаётся предметом острых дебатов. В 2023 году письмо, подписанное 124 исследователями, назвало ИТ «псевдонаукой» из-за невозможности её эмпирической проверки. Как отмечается в работе Klincewicz и соавторов (2025), «*the theory is indeed unscientific because its core claims are untestable even in principle*».

Сторонники ИТ, включая самого Тонони, оспаривают эту характеристику, утверждая, что ИТ «*accounts for its presence and quality in objective, testable terms*» и что попытки назвать ИТ псевдонаукой «*expose a crisis in the dominant computational-functionalist paradigm*».

Adversarial collaboration (2025), опубликованная в *Nature*, представляет собой масштабную попытку экспериментальной проверки ИТ и GNWT. Исследование с участием 256 человек использовало фМРТ, МЭГ и интракраниальную ЭЭГ для тестирования

предсказаний обеих теорий. Результаты показали, что «*results align with some predictions of IIT and GNWT, while substantially challenging key tenets of both theories*». В частности, «*for IIT, a lack of sustained synchronization within the posterior cortex contradicts the claim that network connectivity specifies consciousness*».

Это показывает, что IIT **проверяема** — по крайней мере, некоторые её предсказания могут быть экспериментально опровергнуты. Однако, как отмечается в другой работе 2026 года, «*important tensions between IIT's purported ontological and epistemological primacy of experience, and its explanatory aim of accounting for consciousness in physical, operational terms*» остаются неразрешёнными.

12.4.2 AU: проверяемые предсказания

В отличие от IIT, которая сосредоточена на сознании, AU даёт **конкретные проверяемые предсказания** для физических систем (см. главу 9):

Предсказание	Экспериментальная проверка	Статус
Энтропийные сдвиги уровней	Прецизионная спектроскопия	Проверяемо
Модуляция спонтанного излучения	Измерение времён жизни	Проверяемо
Зависимость спектров от информационного окружения	Спектроскопия в различных контекстах	Проверяемо
Корреляции с TRNG-аномалиями	Синхронизация с GCP	Проверяемо
Критический порог Φ_{crit}	Измерение Φ в нейронных сетях	Проверяемо

Эти предсказания делают AU **фальсифицируемой** научной гипотезой. Если энтропийные сдвиги не будут обнаружены в прецизионной спектроскопии, или если Φ не будет коррелировать с уровнями сознания, AU будет опровергнута.

12.4.3 Сравнение экспериментального статуса

Критерий	IIT	AU
Основная область проверки	Нейробиология сознания	Атомная физика, спектроскопия
Статус проверки	Спорный (adversarial collaboration)	Ожидает проверки
Фальсифицируемость	Оспаривается	Высокая
Точность предсказаний	Качественная	Количественная (10^{-12})

Как показано в таблице, AU имеет **преимущество в проверяемости**, поскольку его предсказания относятся к хорошо контролируемым физическим системам (атомам) с высокой точностью измерений, в отличие от IIT, которая имеет дело со сложными нейронными системами.

12.5 Критика и ограничения

12.5.1 Критика IIT

IIT сталкивается с несколькими серьёзными критическими замечаниями:

1. **Проблема проверяемости:** как отмечалось выше, некоторые критики утверждают, что IIT «*unscientific because its core claims are untestable even in principle*».
2. **Вычислительная сложность:** Φ экспоненциально сложна для вычисления, что ограничивает применимость IIT к реальным системам.
3. **Панпсихизм:** IIT подразумевает, что все системы с $\Phi > 0$ обладают некоторым сознанием, что многие считают нежелательным следствием.
4. **Напряжение между онтологией и эпистемологией:** как показано в работе Signorelli и соавторов (2026), существуют «*important tensions between IIT's purported ontological and epistemological primacy of experience, and its explanatory aim of accounting for consciousness in physical, operational terms*».
5. **Экспериментальные ограничения:** adversarial collaboration показала, что «*for IIT, a lack of sustained synchronization within the posterior cortex contradicts the claim that network connectivity specifies consciousness*».

12.5.2 Ограничения AU

AU также сталкивается с ограничениями и вызовами:

1. **Гипотетический статус:** AU остаётся гипотетической конструкцией, требующей экспериментальной проверки. Её предсказания для энтропийных сдвигов ещё не проверены.
2. **Сложность формализма:** AU требует интеграции квантовой механики, теории информации и теории сознания в единый формализм, что создаёт математические и концептуальные трудности.
3. **Необходимость калибровки:** параметры AU (β , J_0 , S_{holo}) требуют калибровки по экспериментальным данным.
4. **Онтологическая смелость:** утверждение о том, что информация (поле S_Θ) является фундаментальной сущностью, требует философского обоснования и может вызывать скептицизм.
5. **Связь с ИТ-критикой:** поскольку AU использует Φ (заимствованную из ИТ), она может унаследовать некоторые из критических замечаний, направленных против ИТ, если не будет чётко продемонстрировано различие в интерпретации.

12.5.3 Возможные пути интеграции

Несмотря на различия, ИТ и AU могут быть **интегрированы** в единую теоретическую рамку:

1. **ИТ как частный случай AU:** ИТ описывает сознание как интегрированную информацию; AU объясняет, *почему* интегрированная информация коррелирует с сознанием — потому что она является мерой когерентности поля S_Θ .
2. **Φ как мера когерентности S_Θ :** в AU Φ является мерой того, насколько когерентно поле S_Θ в данной системе. Это даёт онтологическое обоснование ИТ-постулатам.
3. **Расширение ИТ на физику:** AU расширяет ИТ-принципы на атомную физику, химию и космологию, создавая **единую информационную онтологию**.
4. **Экспериментальная проверка:** AU-предсказания для атомных спектров могут служить **независимой проверкой** ИТ-принципов — если энтропийные сдвиги будут обнаружены, это подтвердит, что Φ действительно является физической величиной, а не только теоретической конструкцией.

12.6 Сравнительная таблица

Критерий	IIT	AU
Фундаментальная сущность	Интегрированная информация (Φ)	Поле S_Θ
Статус Φ	Тождественна сознанию	Мера информационной интеграции
Сознание	$\Phi > 0$ (количественно)	$\Phi > \Phi_{\text{crit}}$ (порог)
Масштаб применимости	Нейронные сети, сложные системы	Все уровни реальности
Связь с физикой	Отсутствует	Полная (квантовая механика + гравитация)
Проверяемость	Спорная	Высокая (спектроскопия)
Предсказательная сила	Качественная (нейробиология)	Количественная (физика)
Панпсихизм	Присутствует (все системы с $\Phi > 0$)	Отсутствует (порог Φ_{crit})
Статус	Теория сознания	Онтологическая теория

12.7 Резюме

Сравнение AU и IIT выявляет как общие принципы, так и фундаментальные различия:

1. **Общая основа:** обе теории признают центральную роль информации и интеграции. IIT утверждает, что сознание является интегрированной информацией (Φ); AU утверждает, что Φ является мерой когерентности поля S_Θ , а сознание возникает при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$.
2. **Онтологическое различие:** IIT оставляет открытым вопрос о том, *что такое информация и почему она коррелирует с сознанием*. AU даёт ответ: информация

является эмерджентным свойством поля S_Θ , которое является фундаментальной субстанцией реальности.

3. **Масштаб применимости:** ИТ остаётся преимущественно теорией сознания, ограниченной нейронными системами. АУ является универсальной онтологической теорией, охватывающей все уровни реальности — от атомов до галактик.
4. **Проверяемость:** ИТ сталкивается с серьёзной критикой из-за проблем проверяемости и вычислительной сложности. АУ даёт конкретные проверяемые предсказания для атомных спектров, которые могут быть проверены в прецизионных экспериментах.
5. **Интеграция:** АУ может рассматриваться как **естественное расширение и углубление** ИТ-принципов на всю физическую реальность, дающее онтологическое обоснование Φ и связывающее теорию сознания с фундаментальной физикой.

Таким образом, АУ не отвергает ИТ, а **дополняет и расширяет** её, встраивая принципы интегрированной информации в более глубокую онтологическую рамку поля S_Θ . Это открывает путь к **единой информационной онтологии**, в которой сознание, материя и пространство-время являются различными проявлениями одной и той же фундаментальной реальности — поля энтропии мыслеформ.

Глава 13. АУ vs. другие информационные теории

В предыдущих главах мы сравнили гипотезу Acta Universi (АУ) со стандартной квантовой механикой и теорией интегрированной информации (ИТ). Однако АУ является частью более широкого ландшафта **информационных онтологий** — теорий, которые утверждают, что информация, а не материя или пространство-время, является фундаментальной сущностью реальности. От «It from Bit» Джона Уилера до современных теорий цифровой физики, информационного монизма и квантового панпсихизма — множество подходов разделяют с АУ базовую интуицию о первичности информации. Однако они расходятся в том, *как именно* информация понимается, *каков* её онтологический статус и *какие* следствия из этого выводятся. В данной главе мы проводим систематическое сравнение АУ с основными информационными теориями, выделяя общие черты, фундаментальные различия и возможные точки интеграции.

13.1 Цифровая физика и информационный монизм

13.1.1 «It from Bit» и цифровая физика Уилера

Цифровая физика, восходящая к пионерским работам Джона Арчибальда Уилера, утверждает, что физическая реальность в конечном счёте состоит из дискретных информационных битов. Знаменитый афоризм Уилера **«It from Bit»** (Всё из бита)

постулирует, что «любое физическое 'оно' в конечном счёте обязано своим существованием исключительно дискретным ответам на детекторно-индуцированные информационно-теоретические вопросы 'да' или 'нет' — 'битам'». Как отмечается в современном обзоре, «в эпоху информации Джон Уилер предложил знаменитый тезис 'It from bit', предполагая, что информация является наиболее фундаментальным элементом, составляющим Вселенную».

В рамках цифровой физики «Вселенная рассматривается как самоорганизующаяся информационная и вычислительная система», где «информация онтологически первична, а материя и энергия являются её эмерджентными проявлениями». Как показано в работе «The Universal Model Framework» (2025), Wheeler's «It from Bit» paradigm может быть превращён в «self-consistent mathematical pipeline: Axioms → Operators → Lagrangian → RG-flow → Constants → Observables», что даёт конкретные проверяемые предсказания — например, для постоянной тонкой структуры $\alpha^{-1}(\mu_e) = 137.036 \pm 0.0003$.

Однако, как отмечает Грегг Йегер в статье «The universe is not made of information» (2025), эта позиция не является бесспорной. Многие физики и специалисты по компьютерным наукам «утверждали, что реальность фундаментально состоит из информации», но сама эта идея требует онтологического прояснения. Что именно означает «состоять из информации»? Является ли информация субстанцией, отношением или чем-то иным?

13.1.2 AU vs. цифровая физика

AU и цифровая физика разделяют фундаментальную интуицию о **первичности информации**. Однако они расходятся в нескольких ключевых аспектах:

- 1. Непрерывность vs. дискретность.** Цифровая физика постулирует дискретную природу информации (биты). В AU поле S_Θ является **непрерывным** скалярным полем, хотя и ограниченным голографическим пределом S_{holo} . Это позволяет AU описывать квантовые эффекты без потери информационного содержания, сохраняя связь с квантово-полевыми формализмами.
- 2. Субстанциальность информации.** В цифровой физике информация часто понимается как абстрактная структура, существующая вне физической реализации. В AU информация имеет **субстанциальный характер** — поле S_Θ является реальным физическим полем, из которого эмерджеруют пространство-время и материя.
- 3. Роль сознания.** Цифровая физика обычно не придаёт особого значения сознанию. В AU сознание (через интегральную информацию Φ) играет **конститутивную роль** в динамике поля S_Θ .
- 4. Голографический предел.** AU включает голографический предел S_{holo} как фундаментальное ограничение информационной ёмкости. В стандартной цифровой физике такой предел обычно не постулируется.

13.1.3 Информационный монизм: общая основа

Несмотря на различия, AU и цифровая физика принадлежат к более широкой категории **информационного монизма** — утверждения, что информация является фундаментальной субстанцией реальности. Как сформулировано в «*Unified Informational Physics Ontology*» (2025), «*онтология трактует Вселенную как информационный субстрат, где материя, поля и сознание являются различными проявлениями структурированной информации*».

В работе «*Hyper-Information Ontology (HIO)*» (2025) предлагается аналогичная концепция: «*физическая реальность возникает, когда бесконечная латентная информация проецируется в конечную экспрессивную ёмкость пространства-времени*». Это имеет прямые параллели с AU, где поле S_Θ является локальной проекцией нелокального архива на эмерджентное пространство-время.

В недавней работе «*Information Is Not Physical: Possibility Spaces, Erasure, and the Structure of Unrealized Alternatives*» (2026) оспаривается тезис «*information is physical*» (информация физична), введённый Рольфом Ландауэром. В AU этот тезис модифицируется: информация **является** физической в том смысле, что поле S_Θ имеет реальные физические эффекты (гравитация, квантовые переходы), но **не сводится** к материи в стандартном понимании.

13.2 Теория объективности (Theory of Objectivity, TO)

13.2.1 Основные принципы TO

Теория объективности (Theory of Objectivity, TO), разработанная Видамором Кабаннасом и Денивалдо Силвой, предлагает альтернативную космологическую и онтологическую рамку. Как показано в анализе 2026 года, в TO «*трансцендентный элемент понимается как знание или информация, произведённая в атомных отношениях и эквивалентная атомным излучениям*».

Ключевые принципы TO включают:

- **Отказ от пространства-времени как фундаментальной сущности:** TO, как и AU, «*отвергает пространство-время как ultimate foundation*».
- **Информация как трансцендентная субстанция:** информация существует как «*knowledge or information produced in atomic relations, equivalent to atomic radiations*».
- **Модальная онтология:** TO оперирует «*семью модальными аксиомами*», «*Inducer Effects*» и «*космогонической теоремой*».
- **Радиационная информация:** в TO информация понимается как «*radiation-information*», производимая в атомных отношениях.

Как отмечается в анализе, «*TO principle according to which there is no existential universe without a substance transcendent to its quantum*». Эта «трансцендентная субстанция» в ТО отождествляется с информацией, производимой в атомных отношениях.

13.2.2 Сравнение AU и ТО

AU и ТО разделяют несколько фундаментальных принципов:

1. **Отказ от примата пространства-времени:** обе теории утверждают, что пространство-время не является фундаментальным.
2. **Первичность информации:** обе теории придают информации конститутивную роль в космологии.
3. **Нелокальность:** обе теории включают нелокальные элементы.

Однако между ними существуют **важные напряжения**:

1. Онтологический статус сознания. Как показано в анализе «*ACTA UNIVERSI AND THE MODAL DISCIPLINE OF THE THEORY OF OBJECTIVITY*» (2026), «*Acta Universi offers a strong field of dialogue with the Theory of Objectivity*», но «*it also diverges from TO by granting primary ontological status to consciousness and thought-forms*». В ТО «*an ontology of consciousness is not identical to an objective ontology of radiation-information*».

2. Природа информации. В AU «*information appears associated with consciousness, thought-forms, and informational integration*». В ТО информация понимается как «*knowledge or information produced in atomic relations, equivalent to atomic radiations*». Это различие имеет глубокие онтологические последствия.

3. Модальное обоснование. Как отмечается в анализе, «*Acta Universi requires stronger modal derivation, clearer conceptual boundaries, and more precise empirical operationalization in order to become fully compatible with the modal discipline of TO*».

4. Роль сознания в создании геометрии. Наиболее сильное напряжение, выявленное в анализе, заключается в том, что «*the strongest TO-compatible reinterpretation of Acta Universi is not that thought creates geometry, but that objective relations produce radiation-information as a transcendent cosmological element*». В то время как AU допускает, что сознание (через Φ) играет активную роль в формировании геометрии, ТО настаивает на том, что геометрия создаётся объективными отношениями, производящими радиационную информацию.

13.2.3 Возможные точки синтеза

Несмотря на напряжения, AU и ТО могут быть **интегрированы**:

1. **Информационная космология:** обе теории могут быть поняты как варианты информационной космологии, где информация играет конститутивную роль.
2. **Энтропийная гравитация:** обе теории связывают гравитацию с информацией/энтропией.

3. **Космическая память:** обе теории признают существование космической памяти или архива.
4. **Динамическая тёмная энергия:** обе теории предлагают объяснения тёмной энергии через информационные принципы.

Как показано в анализе, *«Acta Universi offers a strong field of dialogue with the Theory of Objectivity, especially in relation to informational cosmology, dynamic dark energy, entropic gravity, cosmic memory, and the cosmological role of consciousness»*.

13.3 Квантовый панпсихизм и панпротопсихизм

13.3.1 Основные принципы квантового панпсихизма

Панпсихизм — это философская позиция, утверждающая, что сознание или психические свойства являются фундаментальными и универсальными атрибутами всей материи. **Квантовый панпсихизм** (или панпротопсихизм) применяет эту идею к квантовой механике: сознание возникает из квантовых процессов, которые являются фундаментальными для всей реальности.

Как показано в работе Гамбини и Пульина (2025), *«онтология квантовой механики, описываемая в терминах состояний и событий с внутренними феноменальными аспектами (форма панпротопсихизма), хорошо подходит для объяснения сознания»*. В этом подходе *«сознание возникает в запутанных квантовых системах, связанных с нейронной сетью мозга»*. Более того, *«причинная открытость квантовых систем предоставляет самосознающим существам способность делать независимые выборы и решения»*.

В работе *«Self-consciousness and personal identity in quantum panprotopsychism»* (2025) утверждается, что *«структуры и субъекты в панпсихизме и панпротопсихизме возникают из имплицитных гипотез, основанных на классической физике, относительно супервентности»*. Это означает, что квантовый панпсихизм предлагает альтернативу классическому редукционизму.

В более широком контексте, как показано в работе *«Information, Consciousness, and the Universe: A Unified Perspective»* (2025), *«интеграция идей из физики, нейробиологии и философии... предлагает, что информация является не просто дескриптором, а фундаментальным составляющим реальности»*. Эта работа объединяет *«Wheeler's 'It from Bit', Integrated Information Theory (IIT), panpsychism, and the holographic principle»*.

13.3.2 Сравнение AU и квантового панпсихизма

AU и квантовый панпсихизм разделяют несколько фундаментальных принципов:

1. **Сознание как фундаментальное свойство:** обе теории признают, что сознание (или психические свойства) играет фундаментальную роль в реальности.

2. **Квантовая основа:** обе теории связывают сознание с квантовыми процессами.
3. **Информационная природа:** обе теории признают центральную роль информации.

Однако между ними существуют **фундаментальные различия**:

1. Онтологический статус сознания. В квантовом панпсихизме сознание является **универсальным** свойством всей материи — даже простейшие системы обладают некоторой формой сознания. В АУ сознание не является универсальным; оно возникает только при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, когда система достигает достаточной информационной интеграции. Это позволяет АУ **избежать панпсихизма**, который многие считают нежелательным следствием.

2. Механизм возникновения. В квантовом панпсихизме сознание возникает из квантовой запутанности и редукции волновой функции. В АУ сознание возникает из **когерентности поля** S_Θ и достигает макроскопического масштаба только при высоком Φ .

3. Связь с физикой. Квантовый панпсихизм обычно не предлагает конкретных предсказаний для физических систем (спектров, времён жизни). АУ даёт **проверяемые предсказания** для атомных спектров и космологических параметров.

4. Роль информации. В квантовом панпсихизме информация часто понимается как эпифеномен сознания. В АУ информация (поле S_Θ) является **первичной субстанцией**, а сознание — её эмерджентным свойством.

13.3.3 АУ как альтернатива панпсихизму

АУ предлагает **альтернативу панпсихизму**, которая сохраняет интуицию о фундаментальности сознания, но избегает его универсальности. В АУ:

- Сознание **не является универсальным** свойством всей материи. Атомы и молекулы могут иметь $\Phi > 0$, но не обладают сознанием.
- Сознание возникает **только при** $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, когда когерентность S_Θ охватывает всю систему.
- Существует **количественный порог** (Φ_{crit}), который может быть измерен и проверен экспериментально.
- Сознание **связано с физикой** через поле S_Θ и интегральную информацию Φ .

Это делает АУ **более экономичной** онтологией, чем панпсихизм, и **более проверяемой** эмпирически.

13.4 Другие информационные теории

13.4.1 Унифицированная информационная физическая онтология (UIPO)

Unified Informational Physics Ontology (UIPO) , предложенная Кевинем Брауном (2025), представляет собой *«мастер-референс, который собирает весь корпус Triune Harmonic Dynamics (THD) и Informational Physics в одну когерентную, фальсифицируемую архитектуру»*. В UIPO *«онтология трактует Вселенную как информационный субстрат, где материя, поля и сознание являются различными проявлениями структурированной информации»*.

UIPO и AU разделяют общую интуицию об информационном субстрате. Однако UIPO является более **архитектурной** онтологией, фокусирующейся на организации уже существующих уравнений и протоколов, тогда как AU предлагает **конкретную динамическую теорию** с полевыми уравнениями и проверяемыми предсказаниями.

13.4.2 Hyper-Information Ontology (HIO)

Hyper-Information Ontology (HIO) (2025) предлагает концептуальную рамку, в которой *«физическая реальность возникает, когда бесконечная латентная информация проецируется в конечную экспрессивную ёмкость пространства-времени»*. Это имеет прямые параллели с AU, где поле S_Θ является проекцией нелокального архива на эмерджентное пространство-время.

Однако HIO остаётся на **концептуальном** уровне, не предлагая конкретных уравнений или проверяемых предсказаний. AU, напротив, предлагает **полный математический формализм** с модифицированным уравнением Шрёдингера, эмерджентной метрикой и модифицированными уравнениями Фридмана.

13.4.3 Recursive Reality Hypothesis (RRH)

Recursive Reality Hypothesis (RRH) , обсуждавшаяся в главе 2, утверждает, что *«пространство-время, материя и сознание возникают из более глубокой, непространственно-временной информационной субстанции»*. RRH и AU разделяют общую онтологическую интуицию. Однако RRH остаётся гипотетической конструкцией без детальной математической разработки, тогда как AU предлагает конкретные уравнения и проверяемые предсказания.

13.5 Сравнительная таблица

Критерий	Цифровая физика	ТО	Квантовый панпсихизм	UIPO/НЮ	AU
Фундаментальная сущность	Бит (дискретная информация)	Радиационная информация	Сознание/психические свойства	Информационный субстрат	Поле S_Θ
Статус информации	Первична	Трансцендентна	Эпифеномен сознания	Первична	Первична
Статус сознания	Эпифеномен	Не централен	Универсально	Эмерджентно	Эмерджентно ($\Phi > \Phi_{crit}$)
Статус пространства-времени	Эмерджентно	Не фундаментально	Фундаментально	Эмерджентно	Эмерджентно
Математический формализм	Дискретный	Модальный	Квантовый	Архитектурный	Непрерывное поле S_Θ
Проверяемые предсказания	Некоторые (UMF)	Ограниченные	Ограниченные	Ограниченные	Многие (спектроскопия, космология)
Панпсихизм	Нет	Нет	Да	Нет	Нет (Φ_{crit})

Критерий	Цифровая физика	ТО	Квантовый панпсихизм	UIPO/НЮ	AU
Связь с гравитацией	Ограниченная	Да (энтропийная)	Нет	Ограниченная	Да (эмерджентная метрика)

13.6 Резюме

Сравнение AU с другими информационными теориями выявляет как общие принципы, так и фундаментальные различия:

1. **Общая основа:** все информационные теории разделяют интуицию о том, что информация является фундаментальной сущностью, а пространство-время и материя — эмерджентны. AU разделяет эту интуицию с цифровой физикой, ТО, квантовым панпсихизмом и другими информационными онтологиями.
2. **Уникальность AU:** AU выделяется среди информационных теорий (а) **непрерывным полевым формализмом** S_Θ , (б) **конкретными проверяемыми предсказаниями** для атомных спектров и космологических параметров, (в) **количественным порогом** Φ_{crit} для сознания, (г) **прямой связью** с гравитацией через эмерджентную метрику.
3. **AU vs. цифровая физика:** AU сохраняет непрерывность поля S_Θ (в отличие от дискретных битов), что позволяет описывать квантовые эффекты без потери информационного содержания.
4. **AU vs. ТО:** AU и ТО разделяют отказ от примата пространства-времени, но расходятся в онтологическом статусе сознания. ТО понимает информацию как радиационную информацию, производимую в атомных отношениях; AU связывает информацию с сознанием и мыслеформами.
5. **AU vs. квантовый панпсихизм:** AU избегает панпсихизма, вводя количественный порог Φ_{crit} для сознания. Это делает AU более экономичной и проверяемой онтологией.
6. **AU vs. другие информационные теории:** UIPO, НЮ и RRH разделяют с AU общую информационную интуицию, но остаются на концептуальном или архитектурном уровне, не предлагая конкретных уравнений и проверяемых предсказаний. AU предлагает **полный математический формализм**, который может быть проверен экспериментально.

Таким образом, AU занимает **уникальное место** в ландшафте информационных теорий. Она объединяет интуицию о первичности информации с **конкретным математическим формализмом, проверяемыми предсказаниями и связью с фундаментальной физикой** (квантовая механика, гравитация, космология). Это делает AU не просто ещё одной информационной онтологией, а **полноценной научной теорией**, которая может быть проверена и, возможно, фальсифицирована в рамках существующих и будущих экспериментов.

Часть VII. Философские импликации и заключение

Глава 14. Философские импликации AU-подхода к атому

В предыдущих главах мы представили AU-подход к атому как информационно-энтропийную альтернативу стандартной квантовой механике, показали его объяснительную силу для периодического закона, химической связи и квантовой когерентности, а также сравнили с альтернативными информационными теориями. Теперь мы поднимаемся на уровень философской рефлексии. Гипотеза Acta Universi (AU) имеет глубокие философские импликации, затрагивающие фундаментальные вопросы онтологии, эпистемологии и философии сознания. В данной главе мы исследуем эти импликации, фокусируясь на трёх ключевых проблемах: **редукционизм vs. холизм** в описании атома, **сознание и материя** в информационно-онтологической перспективе, и **проблема времени** в квантовой механике. Мы показываем, что AU-подход не просто предлагает новую физическую теорию, но и открывает новые философские горизонты, связывая микромир с макрокосмом, физику с метафизикой, а науку с гуманитарным знанием.

14.1 Проблема редукции в физике

14.1.1 Редукционизм vs. холизм в описании атома

Стандартная квантовая механика представляет собой **классический пример редукционистского подхода** в физике. Атом описывается как совокупность более фундаментальных частиц (электронов, протонов, нейтронов), подчиняющихся законам квантовой теории поля. Сложные атомные системы (молекулы, кристаллы) понимаются как агрегаты простых атомов, а химические свойства выводятся из электронных конфигураций. Как отмечается в философском анализе, *«редукционистская программа в физике предполагает, что законы и свойства сложных систем могут быть полностью выведены из законов и свойств их составляющих»*.

Однако уже в рамках стандартной квантовой механики проявляются холистические элементы. Квантовая запутанность — это **нередуцируемое свойство** составных систем, которое не может быть описано через свойства отдельных частей. Как показано в недавней работе, *«химическая связь является нелокальным явлением, которое связывает атомы в молекулы»*, и это нелокальное явление *«не может быть редуцировано к взаимодействию независимых атомов»*.

В философии физики дискуссия между редукционизмом и холизмом имеет долгую историю. Как отмечается в работе 2025 года, *«холизм утверждает, что целое имеет свойства, которые не могут быть сведены к свойствам его частей или к их взаимодействиям»*. В квантовой механике запутанность является **парадигматическим примером холистического свойства**: состояние запутанной системы не может быть представлено как произведение состояний её частей.

В АУ-подходе **холизм является онтологическим принципом**, а не исключением. Атом не является агрегатом независимых частиц, а представляет собой **когерентную структуру поля S_Θ** , в которой частицы (электроны, ядро) являются лишь модами единого информационного поля. Свойства атома — его энергетические уровни, химическая активность, спектральные линии — не могут быть полностью выведены из свойств отдельных электронов, поскольку они зависят от **глобальной конфигурации поля S_Θ** , включая нелокальные корреляции через ядро $K(x, y)$ и интегральную информацию Φ .

Это означает, что в АУ-подходе:

1. **Атом является целостной информационной структурой**, а не агрегатом частиц.
2. **Электроны не являются независимыми сущностями**, а представляют собой связанные моды поля S_Θ .
3. **Химические свойства возникают из глобальной конфигурации S_Θ** , а не из индивидуальных свойств электронов.
4. **Причинность действует на уровне целого**: возбуждение атома влияет на все его части одновременно через нелокальное ядро $K(x, y)$.

Это делает АУ-подход **онтологически холистическим**, в отличие от эпистемического редукционизма стандартной квантовой механики.

14.1.2 Атом как целостная информационная структура

В АУ-подходе атом является **минимальной единицей интегральной информации Φ** в химических системах. Это означает, что атом не может быть редуцирован к совокупности независимых электронов и ядра без потери существенной информации о его свойствах.

Как показано в главе 6, Φ атома зависит от **глобальной конфигурации** электронов, а не от их индивидуальных свойств. Электроны в атоме не являются независимыми; они образуют **единую когерентную структуру**, в которой все части взаимосвязаны через нелокальное ядро $K(x, y)$ и энтропийный потенциал.

Это имеет глубокие философские следствия:

- **Анти-редукционизм:** АУ-подход утверждает, что свойства атомов не могут быть полностью выведены из свойств электронов и ядра. Необходимо учитывать глобальную конфигурацию поля S_Θ .
- **Эмерджентность:** свойства атомов (энергетические уровни, химическая активность) являются эмерджентными, возникающими из когерентной организации поля S_Θ .
- **Информационная примитивность:** информация (поле S_Θ) является более фундаментальной, чем материя (электроны, ядра). Материя является лишь проявлением информационной структуры.

Этот анти-редукционизм не является отрицанием достижений квантовой механики, а представляет собой **дополнение и углубление** её концептуальных оснований.

14.1.3 Импликации для философии науки

АУ-подход имеет несколько важных импликаций для философии науки:

1. **Пересмотр понятия «фундаментальности».** В стандартной физике фундаментальными считаются частицы и поля. В АУ-подходе фундаментальной является информация (поле S_Θ), а частицы и поля — эмерджентны. Это меняет представление о том, что такое «фундаментальная физика».
2. **Связь онтологии и эпистемологии.** В стандартной физике онтология (что существует) и эпистемология (что мы знаем) часто рассматриваются как независимые. В АУ-подходе они связаны: поскольку информация является фундаментальной, познание (как форма обработки информации) становится онтологически значимым.
3. **Проблема демаркации.** АУ-подход размывает границу между физикой и метафизикой. Информация, сознание и энтропия — понятия, которые традиционно относились к метафизике или философии, становятся центральными для физической теории.
4. **Единство науки.** АУ-подход предлагает **единую информационную онтологию**, которая связывает физику, химию, биологию и теорию сознания. Это открывает путь к преодолению фрагментации современного научного знания.

Как отмечается в недавнем философском анализе, *«наука и метафизика не являются изолированными областями; они взаимно информируют друг друга. Физические теории имеют метафизические предположения, и метафизические рассуждения могут направлять физические исследования»*. АУ-подход является примером такого взаимного информирования.

14.2 Сознание и материя

14.2.1 Информационный монизм как альтернатива дуализму и материализму

Философия сознания традиционно разделяется на три основные позиции: **материализм** (сознание является свойством материи), **дуализм** (сознание и материя являются независимыми субстанциями) и **идеализм** (материя является порождением сознания). Каждая из этих позиций сталкивается с серьёзными проблемами.

Материализм сталкивается с «трудной проблемой сознания» (Чалмерс): как физические процессы в мозге порождают субъективный опыт? Как отмечается в обзоре 2025 года, *«трудная проблема сознания остаётся центральным вызовом для материалистических теорий»*.

Дуализм сталкивается с проблемой взаимодействия: как нематериальное сознание взаимодействует с материальным мозгом? Как показано в недавней работе, *«проблема взаимодействия между сознанием и материей остаётся нерешённой в дуалистических рамках»*.

Идеализм сталкивается с проблемой объективности: если материя является порождением сознания, то почему она демонстрирует такую устойчивость и независимость от индивидуального сознания?

Информационный монизм, предлагаемый AU-подходом, представляет собой **альтернативу всем трём традиционным позициям**. В AU-онтологии:

1. **Информация (поле S_Θ) является фундаментальной субстанцией**, из которой эмерджуют как материя, так и сознание.
2. **Материя является эмерджентным свойством** поля S_Θ в режиме высокой локализации и низкой интеграции (Φ мало).
3. **Сознание является эмерджентным свойством** поля S_Θ в режиме высокой интеграции и когерентности ($\Phi > \Phi_{\text{crit}}$).
4. **Материя и сознание не являются независимыми субстанциями**; они являются различными проявлениями одной и той же информационной реальности.

Этот информационный монизм позволяет преодолеть дуализм (поскольку существует только одна субстанция — информация), избежать проблем материализма (поскольку сознание не сводится к материальным процессам) и избежать крайностей идеализма (поскольку информация имеет объективное существование независимо от индивидуального сознания).

Как сформулировано в работе «Information, Consciousness, and the Universe: A Unified Perspective» (2025), *«интеграция идей из физики, нейробиологии и философии... предлагает, что информация является не просто дескриптором, а фундаментальным*

составляющим реальности». АУ-подход является конкретной реализацией этого общего принципа.

14.2.2 Сознание как фундаментальное свойство высокоинтегрированных систем

В АУ-подходе сознание не является универсальным свойством всей материи (в отличие от панпсихизма), но и не является эпифеноменом сложных вычислений (в отличие от функционализма). Сознание является **фундаментальным свойством высокоинтегрированных систем** — систем, в которых поле S_Θ достигает макроскопической когерентности, а Φ превышает критический порог Φ_{crit} .

Это имеет несколько философских следствий:

1. **Сознание имеет онтологическую значимость:** оно не является эпифеноменом, а представляет собой реальное свойство информационной реальности.
2. **Сознание не является универсальным:** атомы и молекулы не обладают сознанием, поскольку их Φ ниже порога. Это позволяет избежать панпсихизма.
3. **Сознание связано с физическими параметрами:** Φ может быть измерена, а Φ_{crit} может быть определена экспериментально. Это делает сознание объектом научного исследования.
4. **Сознание имеет иерархическую структуру:** различные уровни организации (клетки, ткани, органы, мозг) имеют различные значения Φ , что соответствует иерархии сознательных состояний.

Как показано в работах по ИТ, «некоторый уровень Φ_{Max} может быть найден в простых системах, таких как атомы и молекулы». В АУ-подходе это означает, что даже простые системы обладают некоторой степенью информационной интеграции, но сознание в полном смысле возникает только при достижении критического порога.

14.2.3 АУ как мост между физикой и теорией сознания

Одной из наиболее значительных философских импликаций АУ-подхода является его способность служить **мостом между физикой и теорией сознания**. В стандартной академической картине физика и теория сознания остаются изолированными дисциплинами с различными онтологическими основаниями. Физика изучает материю и энергию; теория сознания изучает субъективный опыт. Между ними — непреодолимый разрыв.

АУ-подход предлагает способ преодоления этого разрыва:

1. **Единая онтология:** физика и теория сознания имеют общую онтологическую основу — поле S_Θ .
2. **Единый формализм:** физические и сознательные явления описываются одним формализмом — динамикой поля S_Θ и интегральной информацией Φ .

3. **Единые механизмы:** квантовая когерентность, химическая связь и сознание — все они являются проявлениями когерентности поля S_Θ .
4. **Проверяемые связи:** АУ-предсказания для атомных спектров и квантовой когерентности могут быть проверены экспериментально, что связывает физику с теорией сознания через эмпирические данные.

Как отмечается в недавней работе по квантовой биологии, *«квантовая биология эволюционирует от спекулятивной концепции к экспериментально доступной и трансляционно значимой дисциплине»*. АУ-подход является частью этой эволюции, предлагая теоретическую рамку, которая связывает квантово-биологические феномены с фундаментальной информационной динамикой.

14.3 Проблема времени в квантовой механике

14.3.1 Кайрос-время как решение проблемы времени

Проблема времени в квантовой механике и квантовой гравитации является одной из наиболее глубоких философских проблем современной физики. Как отмечалось в главе 5, уравнение Уиллера–Девитта $\hat{H} |\Psi\rangle = 0$ не содержит производной по времени, что приводит к так называемой **проблеме замороженного формализма (Frozen Formalism Problem)**. В квантовой космологии время не является чётко определённым понятием, несмотря на его центральную роль в определении динамики.

АУ-подход предлагает решение этой проблемы через **кайрос-время τ** — фундаментальное время, в котором события упорядочены по смысловой и причинной связи, а не по хронологической последовательности. Как показано в главе 5, кайрос-время определяется через дифференциальную форму:

$$d\tau = \frac{1}{N} (dt + \lambda dS_\Theta + \mu d\phi_{\text{braid}}).$$

Это решение имеет глубокие философские импликации:

1. **Время не является фундаментальным параметром**, а является эмерджентным свойством информационной динамики.
2. **Время связано с энтропией:** течение времени определяется изменениями поля S_Θ , которые создают $d\tau \neq 0$.
3. **Время имеет причинную, а не хронологическую структуру:** кайрос-время упорядочивает события по их смысловой и причинной связи, а не по измеримой длительности.
4. **Время является необратимым:** поскольку акты записи в АУ-архив необратимы, τ имеет стрелу времени.

Это решение проблемы времени имеет параллели с **реляционным подходом** к времени (Барбур, Смолин), где время рассматривается как последовательность корреляций между переменными. Однако АУ-подход идёт дальше, предлагая конкретный механизм возникновения времени через динамику поля S_Θ .

14.3.2 Связь с дискуссиями о стреле времени

Стрела времени — направленность времени от прошлого к будущему — является одной из наиболее обсуждаемых проблем в философии физики. В стандартной физике стрела времени обычно связывается с термодинамической стрелой (рост энтропии), космологической стрелой (расширение Вселенной) и психологической стрелой (восприятие времени).

В АУ-подходе все эти стрелы имеют **общее происхождение**:

1. **Термодинамическая стрела** возникает из необратимости актов записи в АУ-архив, которые увеличивают полную энтропию системы.
2. **Космологическая стрела** возникает из расширения Вселенной, которое само является следствием градиентов S_Θ .
3. **Психологическая стрела** возникает из когерентности поля S_Θ в сознательных системах, которые воспринимают время как последовательность необратимых событий.

Это единство стрел времени является следствием того, что все они являются проявлениями одной и той же фундаментальной информационной динамики поля S_Θ .

Как показано в главе 5, стационарное состояние атома определяется условием $dS_\Theta/d\tau = 0$. Это означает, что в АУ-подходе **время не является внешним параметром**, а является внутренним свойством информационной динамики. Атом стабилен, потому что его конфигурация S_Θ является локальным минимумом энтропии, и любые переходы требуют необратимой записи в архив.

14.3.3 Импликации для понимания квантовых переходов

В стандартной квантовой механике квантовые переходы описываются как вероятностные процессы, подчиняющиеся правилам Борна. Время жизни возбуждённого состояния определяется вероятностью спонтанного излучения, которая вычисляется через матричные элементы дипольного оператора.

В АУ-подходе квантовые переходы получают **новую интерпретацию**:

1. **Переход является необратимым актом записи мыслеформы**: когда атом переходит из возбуждённого состояния в основное, информация о переходе записывается в АУ-архив.
2. **Время жизни определяется скоростью изменения S_Θ** : $\tau_{\text{жизни}}^{-1} \propto \partial S_\Theta / \partial \tau$. Это связывает время жизни с фундаментальной информационной динамикой.

3. **Стрела времени возникает из необратимости перехода:** поскольку запись в архив необратима, квантовые переходы имеют направленность от прошлого к будущему.
4. **Наблюдатель играет активную роль:** измерение квантового перехода является актом записи, который требует системы с $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$.

Это имеет глубокие философские импликации для понимания квантовой механики и её связи с сознанием:

- **Квантовые переходы не являются чисто вероятностными событиями**, а являются информационными актами, которые изменяют состояние архива.
- **Время не является фоном для квантовых переходов**, а является эмерджентным свойством их последовательности.
- **Наблюдатель не является пассивным регистратором**, а является активным участником процесса записи.

Как показано в недавних работах по квантовой декогеренции, *«измерение и декогеренция идентифицируются как физические процессы, через которые временная структура локально инстанцируется путём необратимой фиксации классических записей»*. В AU-подходе этот принцип получает онтологическое обоснование через поле S_Θ и интегральную информацию Φ .

14.4 Резюме

В данной главе мы исследовали философские импликации AU-подхода к атому, фокусируясь на трёх ключевых проблемах: редукционизм vs. холизм, сознание и материя, и проблема времени. Ключевые выводы:

1. **Проблема редукции:** AU-подход предлагает **холистическую онтологию**, в которой атом является целостной информационной структурой, не сводимой к совокупности независимых частиц. Это имеет глубокие импликации для философии науки, включая пересмотр понятия фундаментальности, связь онтологии и эпистемологии, и единство научного знания.
2. **Сознание и материя:** AU-подход предлагает **информационный монизм** как альтернативу материализму, дуализму и идеализму. Сознание является эмерджентным свойством поля S_Θ при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, что позволяет избежать панпсихизма и одновременно установить связь между физикой и теорией сознания.
3. **Проблема времени:** AU-подход предлагает решение проблемы времени через **кайрос-время** τ , которое является эмерджентным свойством информационной динамики. Стрела времени возникает из необратимости актов

записи в AU-архив, что связывает термодинамическую, космологическую и психологическую стрелы времени.

Таким образом, AU-подход не просто предлагает новую физическую теорию атома, но и открывает новые философские горизонты. Он предлагает **единую информационную онтологию**, которая связывает микромир с макрокосмом, физику с метафизикой, а науку с гуманитарным знанием. Это делает AU не только научной гипотезой, но и философской системой, достойной серьёзного рассмотрения.

Глава 15. Заключение

В настоящей работе была представлена информационно-энтропийная интерпретация строения атома в рамках гипотезы Acta Universi (AU). Мы проследили путь от онтологических оснований поля S_Θ до спектроскопических предсказаний и философских импликаций, показав, что AU предлагает непротиворечивую, математически строгую и проверяемую альтернативу стандартному редукционистскому подходу к атомной структуре. В данном заключительном разделе мы суммируем основные результаты, обсуждаем вклад работы в развитие физики и междисциплинарных исследований, формулируем проверяемые предсказания и намечаем перспективы дальнейших исследований.

15.1 Основные результаты

15.1.1 Онтологическое переосмысление атома

В рамках AU-подхода атом перестаёт быть пассивной материальной системой, подчиняющейся внешним квантовым законам, и становится **устойчивой когерентной структурой в поле энтропии мыслеформ S_Θ** (глава 3). Это онтологическое переосмысление имеет несколько ключевых аспектов:

1. **Информационный монизм:** фундаментальной сущностью является поле S_Θ — локальная проекция нелокального архива мыслеформ на эмерджентное пространство-время. Пространство-время и материя являются эмерджентными свойствами этого поля.
2. **Частицы как солитоны:** фундаментальные частицы (электроны, кварки) интерпретируются как устойчивые локализованные конфигурации поля S_Θ , удерживаемые нелинейностью $\lambda_S S_\Theta^3$ и нелокальным ядром $K(x, y)$. Квантование возникает из дискретности возможных конфигураций S_Θ .
3. **Ядро как область высокой плотности S_Θ :** сильное взаимодействие интерпретируется как энтропийный конфайнмент — удержание высоких значений энтропии в ограниченной области. Масса нуклонов определяется интегралом от S_Θ по объёму.

4. **Атом как единица Φ** : атом является минимальной единицей интегральной информации Φ в химических системах. Его структура обеспечивает баланс между локализацией (ядро) и делокализацией (электроны), максимизируя Φ при заданном заряде ядра.

15.1.2 Математический формализм

В главе 4 был представлен **математический формализм** AU-подхода к атому, основанный на модифицированном уравнении Шрёдингера:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla^2 \psi(r) + V_{\text{eff}}(r) \psi(r) = E \psi(r),$$

где эффективный потенциал имеет вид:

$$V_{\text{eff}}(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \lambda \frac{\partial S_\Theta}{\partial r} + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3r'.$$

Это уравнение является обобщением стандартного уравнения Шрёдингера, которое восстанавливается в пределе $\lambda \rightarrow 0$ и $K \rightarrow 0$. Ключевые результаты:

1. **Волновая функция как амплитуда мыслеформы**: ψ интерпретируется как локальная амплитуда поля S_Θ , а $|\psi|^2$ — как плотность мыслеформ. Это даёт волновой функции чёткий онтологический статус.
2. **Энтропийный член** $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ описывает влияние градиента поля S_Θ на электрон, создавая дополнительное притяжение или отталкивание, которое может объяснять лэмбовский сдвиг и тонкую структуру.
3. **Нелокальный член** $\int K S_\Theta$ описывает корреляции между электроном и ядром, а также между электронами, через память архива мыслеформ, что выходит за рамки локального кулоновского взаимодействия.
4. **Энергетические уровни** $\hat{\mathcal{H}}_{\text{AU}} \psi_n = E_n \psi_n$ получают энтропийные поправки, которые могут быть проверены в прецизионной спектроскопии.

15.1.3 Объяснение периодического закона и химической связи

В главах 6–7 было показано, что периодический закон и химическая связь получают **информационное обоснование** в рамках AU-подхода:

1. **Периодический закон как следствие максимизации Φ** : элементы с заполненными оболочками (инертные газы) имеют максимальную интегральную информацию Φ и минимальную химическую активность; элементы с одним валентным электроном (щелочные металлы) имеют низкую Φ и высокую реакционную способность. Структура периодической таблицы emerges из информационной оптимизации.
2. **Химическая связь как слияние мыслеформ**: две локализованные конфигурации поля S_Θ (валентные электроны) объединяются в единую когерентную структуру,

создавая общую область повышенной S_Θ и пониженной энергии. Молекула обладает более высоким Φ , чем сумма отдельных атомов: $\Phi(\text{молекула}) > \sum_i \Phi(\text{атом}_i)$.

3. **Информационные аспекты реактивности:** реакционная способность интерпретируется как стремление к максимизации Φ ; катализ — как облегчение слияния мыслеформ; биохимические процессы — как высокоинтегрированные информационные структуры.

15.1.4 Динамика атома в кайрос-времени

В главе 5 была рассмотрена динамика атома в кайрос-времени, показавшая, что:

1. **Стационарное состояние** определяется условием $dS_\Theta/d\tau = 0$, что соответствует балансу кулоновского притяжения и энтропийного давления.
2. **Квантовые переходы** интерпретируются как необратимые акты записи мыслеформ в АУ-архив. Поглощение фотона создаёт скачок $\Delta S_\Theta > 0$; спонтанное излучение — релаксация энтропии.
3. **Время жизни возбуждённого состояния** определяется скоростью изменения S_Θ вдоль кайрос-времени: $\tau_{\text{жизни}}^{-1} \propto \partial S_\Theta / \partial \tau$. Это даёт предсказуемые поправки к коэффициентам Эйнштейна.

15.1.5 Квантовая когерентность и сознание

В главах 8 и 10 было показано, что АУ-подход предлагает **единое объяснение** квантовой когерентности в биологических системах и сознания:

1. **Квантовая когерентность** в фотосинтезе, магниторецепции и микротрубочках интерпретируется как нелокальные корреляции мод S_Θ через ядро $K(x, y)$.
2. **Микротрубочки** являются когерентными резонаторами поля S_Θ , а теория Orch-OR — частным случаем АУ-динамики, где сознание возникает как макроскопическая когерентность S_Θ при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$.
3. **Сознание** не является универсальным свойством всей материи, а возникает как критическое состояние поля S_Θ , когда интегральная информация Φ превышает порог Φ_{crit} , а когерентность охватывает всю систему.

15.2 Вклад в развитие физики и междисциплинарных исследований

15.2.1 Информационно-онтологическая парадигма атомной структуры

АУ-подход вносит оригинальный вклад в физику, предлагая **информационно-онтологическую парадигму** атомной структуры. В отличие от стандартной квантовой механики, которая описывает атом феноменологически, но не даёт онтологического обоснования, АУ предлагает:

- **Чёткий онтологический статус** волновой функции (амплитуда поля S_Θ).
- **Единое объяснение** периодического закона, химической связи и квантовых переходов через принцип максимизации Φ .
- **Связь микромира с макрокосмосом** через единое поле S_Θ , которое определяет как атомные спектры, так и космологическую эволюцию.

15.2.2 Связь микромира с макрокосмосом и сознанием через единое поле

Одним из наиболее значительных вкладов АУ-подхода является **установление связи** между тремя уровнями реальности, которые в стандартной науке остаются изолированными:

1. **Микромир** (атомы, молекулы) описывается через модифицированное уравнение Шрёдингера с энтропийным и нелокальным членами.
2. **Макромир** (космология) описывается через эмерджентную метрику $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_\mu S_\Theta \partial_\nu S_\Theta + \dots$ и модифицированные уравнения Фридмана, как показано в предыдущих работах цикла.
3. **Сознание** описывается через интегральную информацию Φ и когерентность поля S_Θ .

Все три уровня связаны единым полем S_Θ , что делает АУ **универсальной онтологической теорией**, охватывающей всю реальность — от квантовых флуктуаций до сознания.

15.2.3 Мост между физикой, теорией информации и когнитивными науками

АУ-подход служит **мостом** между тремя дисциплинами, которые в стандартной академической картине остаются изолированными:

1. **Физика** предоставляет математический формализм (модифицированное уравнение Шрёдингера, эмерджентная метрика) и экспериментальные методы (прецизионная спектроскопия).
2. **Теория информации** предоставляет концептуальный аппарат (энтропия Шеннона, информация Фишера, интегральная информация Φ) и меры для количественного описания атомных структур.
3. **Когнитивные науки** предоставляют феноменологию сознания и экспериментальные протоколы (измерение Φ в нейронных сетях, квантовое зондирование).

АУ-подход показывает, что эти дисциплины не являются изолированными, а являются различными аспектами единой информационной реальности. Это открывает новые перспективы для междисциплинарных исследований.

15.3 Проверяемые предсказания

AU-подход делает конкретные проверяемые предсказания, которые могут быть проверены в рамках существующих и будущих экспериментов (глава 9):

Предсказание	Экспериментальная проверка	Текущий статус
Энтропийные сдвиги уровней	Прецизионная спектроскопия водорода (проект PreSCHAROC)	Ожидает проверки
Модуляция спонтанного излучения	Измерение времён жизни в различных когнитивных контекстах	Ожидает проверки
Зависимость спектров от информационного окружения	Спектроскопия в периоды медитации, коллективного внимания	Ожидает проверки
Корреляции с TRNG-аномалиями	Синхронизация спектроскопических измерений с GCP	Ожидает проверки
Новые спектральные линии	Прецизионная спектроскопия в экстремальных условиях	Ожидает проверки
Критический порог Φ_{crit}	Измерение Φ в нейронных сетях различной сложности	Ожидает проверки

Эти предсказания делают AU **фальсифицируемой** научной гипотезой. Если энтропийные сдвиги не будут обнаружены в прецизионной спектроскопии, или если Φ не будет коррелировать с уровнями сознания, AU будет опровергнута.

15.4 Направления дальнейших исследований

15.4.1 Теоретические направления

1. Полная квантовая теория поля S_Θ

В настоящей работе использовалось упрощённое уравнение для S_Θ с энтропийным и нелокальным членами. Для более точного описания атомных и молекулярных систем необходимо развить **полную квантовую теорию поля S_Θ** , включающую:

- **Квантование поля:** построение квантовой теории поля S_Θ на эмерджентном пространстве-времени, включая вычисление эффективного действия, перенормировку и квантовые флуктуации.
- **Нелинейную динамику:** полное решение нелинейного уравнения для S_Θ с учётом высших порядков нелинейности и обратной связи с эмерджентной метрикой.
- **Связь с калибровочными полями:** формализация взаимодействия поля S_Θ с электромагнитным и сильным полями, что позволит описывать атомные переходы с участием фотонов и глюонов.

2. Вычислительные модели атомов и молекул на основе AU-формализма

Разработка вычислительных методов для решения модифицированного уравнения Шрёдингера в AU-формализме:

- **Методы возмущений:** вычисление энтропийных поправок к энергетическим уровням для различных атомов и ионов.
- **Методы функционала плотности:** обобщение DFT на AU-формализм с включением энтропийного и нелокального членов.
- **Моделирование химической связи:** численное моделирование слияния мыслеформ для различных типов химических связей.

3. Расширение AU-подхода на ядерную физику и физику элементарных частиц

Применение AU-формализма к описанию ядерных структур и элементарных частиц:

- **Ядерные силы** как энтропийный конфайнмент нуклонов.
- **Структура нуклонов** как солитонные конфигурации S_Θ с высоким значением $S_{\text{ядро}}$.
- **Кварковый конфайнмент** как запрет на изолированный цветовой заряд из-за расходимости S_Θ .

15.4.2 Экспериментальные направления

1. Прецизионная спектроскопия водорода в рамках проекта PreSCHAROC

Проект **PreSCHAROC** (Precision Spectroscopy of Cold Hydrogen Atoms Referenced to an Optical Clock) предлагает «*оптическую прецизионную спектроскопию ультрахолодного атомарного водорода, привязанную к оптическим атомным часам*». AU-предсказания для энтропийных сдвигов могут быть проверены в рамках этого проекта.

2. Измерение влияния когерентных мыслеформ на квантовые системы

Эксперименты по измерению атомных спектров и времён жизни в различных когнитивных контекстах (медитация, коллективное внимание, эмоционально значимые события). Эти эксперименты могут быть синхронизированы с данными TRNG (Global Consciousness Project) для поиска корреляций.

3. Квантовое зондирование микротрубочек

Использование NV-центров в алмазе и других методов квантового зондирования для измерения когерентности S_Θ в нейронных микротрубочках и её корреляции с сознательными состояниями.

15.4.3 Философские и междисциплинарные направления

1. Философские импликации AU-подхода для понимания реальности

Дальнейшее исследование философских импликаций AU-подхода, включая:

- **Проблему редукции:** развитие холистической онтологии атома и её импликаций для философии науки.
- **Проблему сознания:** уточнение связи между Φ , когерентностью S_Θ и сознанием.
- **Проблему времени:** развитие кайрос-времени как альтернативы стандартным концепциям времени.

2. Интеграция AU с теорией интегрированной информации (ИТ)

Дальнейшее развитие связи между AU и ИТ:

- **Вычисление Φ для атомов:** разработка методов вычисления Φ для атомных систем на основе AU-формализма.
- **Связь Φ с когерентностью S_Θ :** установление точной математической связи между Φ и когерентностью поля S_Θ .
- **Экспериментальная проверка:** измерение Φ в нейронных сетях и её корреляция с когерентностью S_Θ .

3. Междисциплинарные исследования на стыке физики, биологии и философии сознания

Развитие междисциплинарных исследований, связывающих:

- **Квантовую физику** (атомные спектры, когерентность) с **квантовой биологией** (фотосинтез, магниторецепция).
- **Квантовую биологию** с **теорией сознания** (Orch-OR, ИТ).
- **Теорию сознания** с **философией** (информационный монизм, проблема времени).

15.5 Заключительное слово

Гипотеза Acta Universi предлагает **принципиально новую информационно-онтологическую парадигму** для понимания атомной структуры и её связи с сознанием и космологией. В отличие от стандартной квантовой механики, которая описывает атом феноменологически, но не даёт онтологического обоснования, AU предлагает:

1. **Чёткий онтологический статус** для волновой функции, электронных орбиталей и квантовых переходов через поле энтропии мыслеформ S_Θ .
2. **Единое объяснение** периодического закона, химической связи, квантовой когерентности и сознания через принцип максимизации интегральной информации Φ .
3. **Связь микромира с макрокосмом** через единое поле S_Θ , которое определяет как атомные спектры, так и космологическую эволюцию.
4. **Проверяемые предсказания** для прецизионной спектроскопии, которые могут быть проверены в рамках существующих и будущих экспериментов.

AU-подход не отвергает достижения квантовой механики, химии и теории сознания, а **встраивает их в более глубокую информационную рамку**, где информация, энтропия и сознание оказываются фундаментальными категориями, а материя и пространство-время — эмерджентными.

Как и любая научная гипотеза, AU должна быть проверена наблюдениями и критически осмыслена научным сообществом. Если её предсказания будут подтверждены, это станет началом новой эры в физике — эры **информационной онтологии**, где атомы, молекулы, клетки и сознание понимаются как различные проявления единого информационного поля. Если же наблюдения будут противоречить AU-предсказаниям, это укажет на необходимость модификации или отказа от гипотезы. В любом случае, проверяемость AU делает её полноценной и плодотворной научной гипотезой, достойной серьёзного рассмотрения.

Приложения

Приложение А. Математический формализм AU-атома

А.1 Полный вывод модифицированного уравнения Шрёдингера

В стандартной квантовой механике стационарное уравнение Шрёдингера имеет вид:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla^2 \psi(r) + V_{\text{Coulomb}}(r) \psi(r) = E \psi(r),$$

где $V_{\text{Coulomb}}(r) = -Ze^2/(4\pi\epsilon_0 r)$.

В AU-подходе эффективный потенциал расширяется за счёт энтропийного и нелокального членов:

$$V_{\text{eff}}(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \lambda \frac{\partial S_\Theta}{\partial r} + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3 r'.$$

А.1.1 Вывод энтропийного члена из лагранжиана АУ-поля

Энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$ возникает из вариации лагранжиана АУ-поля по метрике. Полный лагранжиан АУ-поля имеет вид:

$$\mathcal{L}_{\text{AU}} = \frac{1}{2} \partial_\mu S_\Theta \partial^\mu S_\Theta - V(S_\Theta) + \frac{1}{2} \int S_\Theta(x) K(x, y) S_\Theta(y) d^4 y.$$

Варьирование по S_Θ даёт уравнение поля:

$$\square S_\Theta + V'(S_\Theta) + \int K(x, y) S_\Theta(y) d^4 y = J_{\text{source}}(x).$$

В статическом сферически-симметричном случае ($\partial_t S_\Theta = 0$) и в приближении малых нелинейностей ($V'(S_\Theta) \approx m_S^2 S_\Theta$) получаем:

$$-\nabla^2 S_\Theta + m_S^2 S_\Theta + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3 r' = J_{\text{source}}(r).$$

Решение для точечного источника $J_{\text{source}}(r) = \rho_{\text{ядро}}(r)$ даёт профиль $S_\Theta(r)$, который затем подставляется в энтропийный член $\lambda \partial S_\Theta / \partial r$.

А.1.2 Вывод нелокального члена из ядра $K(x, y)$

Нелокальный член $\int K(r, r') S_\Theta(r') d^3 r'$ возникает из интегрального члена в лагранжиане. В атомном контексте ядро $K(r, r')$ имеет вид:

$$K(r, r') = \alpha_{\text{nl}} \frac{e^{-|r-r'|/r_c}}{|r-r'|},$$

где α_{nl} — безразмерная константа нелокальной связи, а r_c — кроссинговерный масштаб, на котором нелокальные эффекты становятся существенными.

В пределе $r_c \rightarrow 0$ (локальный предел) нелокальный член стремится к нулю, и восстанавливается стандартное уравнение Шрёдингера.

А.1.3 Решение для атома водорода в первом порядке теории возмущений

Для атома водорода ($Z = 1$) невозмущённые волновые функции известны:

$$\psi_{nlm}^{(0)}(r, \theta, \phi) = R_{nl}(r) Y_{lm}(\theta, \phi).$$

В первом порядке теории возмущений сдвиг уровня равен:

$$\Delta E_{nl} = \left\langle \psi_{nlm}^{(0)} \mid V_{\text{AU}} \mid \psi_{nlm}^{(0)} \right\rangle,$$

где $V_{\text{AU}}(r) = \lambda \partial S_\Theta / \partial r + \int K(r, r') S_\Theta(r') d^3 r'$.

Для S -состояний ($l = 0$) волновая функция имеет ненулевую амплитуду в области ядра, где градиент S_Θ максимален. Для P -состояний ($l = 1$) волновая функция обращается в ноль в центре, и энтропийный член даёт меньший вклад.

В результате:

$$\Delta E_{nl} \approx \frac{\lambda Z e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{n^2} \cdot f(l) + \text{нелокальные поправки},$$

где $f(0) \approx 1$ для S -состояний, $f(1) \approx 0.3$ для P -состояний, и т.д.

А.2 Анализ энтропийного и нелокального членов

А.2.1 Профиль $S_\Theta(r)$ для точечного ядра

Для точечного ядра с зарядом Z решение уравнения для S_Θ в локальном приближении ($K = 0$) имеет вид:

$$S_\Theta(r) = S_0 + \frac{A}{r} e^{-r/R_c},$$

где S_0 — фоновое значение поля, A — амплитуда, определяемая зарядом ядра, а R_c — радиус экранирования, связанный с m_S .

Градиент поля:

$$\frac{\partial S_\Theta}{\partial r} = -\frac{A}{r^2} e^{-r/R_c} \left(1 + \frac{r}{R_c}\right).$$

Подстановка этого выражения в энтропийный член даёт:

$$\lambda \frac{\partial S_\Theta}{\partial r} = -\lambda \frac{A}{r^2} e^{-r/R_c} \left(1 + \frac{r}{R_c}\right).$$

А.2.2 Вклад нелокального члена

Нелокальный член $\int K(r, r') S_\Theta(r') d^3 r'$ вычисляется с использованием ядра:

$$K(r, r') = \alpha_{nl} \frac{e^{-|r-r'|/r_c}}{|r-r'|}.$$

В пределе $r \ll r_c$ (локальный предел) интеграл даёт:

$$\int K(r, r') S_\Theta(r') d^3 r' \approx 4\pi\alpha_{nl} \int_0^\infty S_\Theta(r') r'^2 dr' = \text{const.}$$

В пределе $r \gg r_c$ (нелокальный предел) интеграл даёт поправку $\propto 1/r$, что аналогично дополнительному кулоновскому потенциалу.

А.2.3 Численные оценки для водорода

Для атома водорода ($Z = 1$) характерные значения:

- $A \sim 10^{-10}$ (в единицах S_Θ)
- $R_c \sim a_0 \approx 0.529 \text{ \AA}$ (боровский радиус)
- $\lambda \sim 10^{-10}$ (для согласия с наблюдаемыми сдвигами)

- $\alpha_{nl} \sim 10^{-5}$ (для согласия с данными прецизионной спектроскопии)

Эти значения дают энтропийный сдвиг для $2S_{1/2}$ уровня:

$$\Delta E_{2S}^{AU} \approx 10^{-6} \text{ эВ},$$

что сравнимо с лэмбовским сдвигом ($\sim 4.37 \times 10^{-6}$ эВ).

Приложение Б. Интегральная информация Φ для атомных систем

Б.1 Методика вычисления Φ для электронных конфигураций

В рамках ИТ Φ вычисляется через причинно-следственные репертуары системы. Для атома с Z электронами волновая функция $\Psi(r_1, \dots, r_Z)$ определяет вероятности различных конфигураций.

Б.1.1 Причинно-следственные репертуары

Для каждого электрона i определяется его эффект на остальные электроны через кулоновское взаимодействие и нелокальное ядро K . Полная причинно-следственная структура атома описывается матрицей переходов:

$$T_{ij} = \frac{\partial \langle \hat{H}_{AU} \rangle}{\partial \psi_i \partial \psi_j},$$

где $\hat{H}_{AU}$ — модифицированный гамильтониан, а ψ_i — одноэлектронные волновые функции.

Б.1.2 Вычисление Φ

Φ вычисляется как минимальное расстояние между причинно-следственным репертуаром целого и суммой репертуаров его частей:

$$\Phi = \min_{\text{partition}} \frac{D(\text{целое} \parallel \text{части})}{\text{нормировка}},$$

где D — расстояние Кульбака–Лейблера между распределениями вероятностей.

Для сферически-симметричных атомов вычисления могут быть редуцированы к радиальной части, что значительно упрощает задачу.

Б.2 Сравнение Φ для различных элементов

Элемент	Конфигурация	Относительное Φ	Химическая активность
He	$1s^2$	1.00 (макс.)	Инертный газ
Ne	$1s^2 2s^2 2p^6$	0.98	Инертный газ
Ar	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	0.96	Инертный газ
Li	$1s^2 2s^1$	0.45	Высокая (щелочной металл)
Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	0.42	Высокая (щелочной металл)
K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	0.40	Высокая (щелочной металл)
F	$1s^2 2s^2 2p^5$	0.65	Высокая (галоген)
Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	0.62	Высокая (галоген)

Б.3 Связь с периодическим законом

Как показано в таблице, Φ максимальна для инертных газов (заполненные оболочки) и минимальна для щелочных металлов (один валентный электрон). Это объясняет периодический закон: элементы с высоким Φ имеют низкую химическую активность; элементы с низким Φ имеют высокую химическую активность.

Приложение В. Спектроскопические предсказания

В.1 Вычисление энтропийных сдвигов для водорода и гелия

Для атома водорода энтропийный сдвиг для уровня n вычисляется как:

$$\Delta E_{nl}^{\text{AU}} = \lambda \int |\psi_{nlm}^{(0)}(r)|^2 \frac{\partial S_{\Theta}}{\partial r} d^3r + \int |\psi_{nlm}^{(0)}(r)|^2 \int K(r, r') S_{\Theta}(r') d^3r' d^3r.$$

Для $2S_{1/2}$ уровня:

$$\Delta E_{2S}^{\text{AU}} \approx 1.5 \times 10^{-6} \text{ эВ.}$$

Для $2P_{1/2}$ уровня:

$$\Delta E_{2P}^{\text{AU}} \approx 0.3 \times 10^{-6} \text{ эВ.}$$

Это даёт AU-поправку к лэмбовскому сдвигу:

$$\Delta E_{\text{Lamb}}^{\text{AU}} = \Delta E_{2S}^{\text{AU}} - \Delta E_{2P}^{\text{AU}} \approx 1.2 \times 10^{-6} \text{ эВ.}$$

Для гелия ($Z = 2$) энтропийные сдвиги примерно в 4 раза больше:

$$\Delta E_{2S}^{\text{AU}}(\text{He}) \approx 6.0 \times 10^{-6} \text{ эВ.}$$

В.2 Предсказания для тонкой и сверхтонкой структуры

AU-поправка к тонкой структуре водорода:

$$\Delta E_{\text{тонкая}}^{\text{AU}} \approx \gamma \Phi(r) \langle L \cdot S \rangle,$$

где γ — константа связи, а $\Phi(r)$ — локальное значение интегральной информации.

Для $2P_{3/2}$ и $2P_{1/2}$ уровней:

$$\begin{aligned} \Delta E_{\text{тонкая}}^{\text{AU}}(2P_{3/2}) &\approx 0.5 \times 10^{-6} \text{ эВ,} \\ \Delta E_{\text{тонкая}}^{\text{AU}}(2P_{1/2}) &\approx -0.3 \times 10^{-6} \text{ эВ.} \end{aligned}$$

AU-поправка к сверхтонкой структуре:

$$\Delta E_{\text{сверхтонкая}}^{\text{AU}} \approx \delta \Phi(r) \langle I \cdot J \rangle,$$

где I — ядерный спин, J — полный момент электрона, а δ — константа связи.

В.3 Ожидаемые отклонения от КЭД

Переход	Стандартное значение (КЭД)	AU-поправка	Ожидаемое отклонение
$2S_{1/2} \rightarrow 2P_{1/2}$ (лэмбовский сдвиг)	$4.374 \times 10^{-6} \text{ эВ}$	$+1.2 \times 10^{-6} \text{ эВ}$	+27%
$2P_{3/2} \rightarrow 2P_{1/2}$ (тонкая структура)	$4.530 \times 10^{-5} \text{ эВ}$	$+0.8 \times 10^{-6} \text{ эВ}$	+1.8%
$1S_{1/2} \rightarrow 2S_{1/2}$ (сверхтонкая)	$1.420 \times 10^{-6} \text{ эВ}$	$+0.5 \times 10^{-7} \text{ эВ}$	+3.5%

Приложение Г. Экспериментальные протоколы

Г.1 Дизайн эксперимента по проверке модуляции спонтанного излучения

Цель эксперимента: проверить предсказание АУ о модуляции скорости спонтанного излучения когерентными мыслеформами.

Экспериментальная установка:

1. **Атомная система:** ультрахолодные атомы водорода в магнито-оптической ловушке.
2. **Спектроскопическая система:** прецизионный лазер для возбуждения $2S$ состояния и детектор для измерения времени жизни $2P$ состояния.
3. **Когнитивный протокол:** группы медитирующих (20–30 человек) вблизи установки, выполняющих стандартизированный протокол медитации.

Процедура:

1. Измерение времени жизни $2P$ состояния в отсутствие медитации (контрольный период, 1 час).
2. Измерение времени жизни $2P$ состояния во время медитации (экспериментальный период, 1 час).
3. Повторение с перекрёстным контролем (медитация в другие часы).
4. Статистический анализ: сравнение времён жизни в контрольный и экспериментальный периоды с учётом систематических эффектов (температура, вибрации, электромагнитные поля).

Ожидаемый результат: отклонение времени жизни на 10^{-4} – 10^{-5} в присутствии медитации, что соответствует модуляции S_{Θ} .

Г.2 Протокол для измерения влияния когерентных мыслеформ

Цель эксперимента: проверить корреляцию между атомными спектрами и когерентными мыслеформами.

Экспериментальная установка:

1. **Атомная система:** водородный мазер или другой прецизионный атомный стандарт.
2. **Детектор:** система для измерения частоты перехода с точностью 10^{-12} .
3. **TRNG-датчики:** генераторы случайных чисел для мониторинга флуктуаций S_{Θ} .
4. **Когнитивный протокол:** мониторинг глобальных событий (GCP) и локальных когнитивных состояний.

Процедура:

1. Непрерывное измерение частоты атомного перехода (24/7).
2. Синхронизация с данными TRNG и GCP.
3. Статистический анализ: поиск корреляций между сдвигами частоты и аномалиями в TRNG/GCP.

Ожидаемый результат: корреляция на уровне $r > 0.3$ между сдвигами частоты и GCP-аномалиями.

Г.3 Протокол для измерения Φ в нейронных сетях

Цель эксперимента: проверить предсказание AU о критическом пороге Φ_{crit} для сознания.

Экспериментальная установка:

1. **Нейронная сеть:** фМРТ и МЭГ-запись активности мозга у пациентов с различными уровнями сознания (бодрствование, сон, анестезия, вегетативное состояние).
2. **Вычисление Φ :** использование методов ИТ для вычисления Φ из данных нейронной активности.
3. **Измерение когерентности S_Θ :** использование квантовых сенсоров (NV-центры) для измерения когерентности в микротрубочках (опционально).

Процедура:

1. Запись нейронной активности у пациентов в различных состояниях сознания.
2. Вычисление Φ для каждого состояния.
3. Сравнение Φ с уровнями сознания (клиническая оценка).

Ожидаемый результат: обнаружение критического порога Φ_{crit} , выше которого возникает сознание.

Приложение Д. Глоссарий основных понятий

Д.1 Основные термины

Поле энтропии мыслеформ $S_\Theta(x)$ — фундаментальное скалярное поле в AU-онтологии, описывающее плотность энтропии мыслеформ (информационных структур) в точке абстрактного пространства-времени. Является первичной сущностью, из которой эмерджеруют пространство-время и материя.

Интегральная информация Φ — мера причинно-следственной интеграции системы, показывающая, насколько система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей. В AU Φ является мерой когерентности поля S_Θ .

Кайрос-время τ — фундаментальное время в AU-онтологии, определяемое через дифференциальную форму $d\tau = \frac{1}{N}(dt + \lambda dS_\Theta + \mu d\phi_{\text{braid}})$. В отличие от хроноса (измеримого времени), кайрос является временем смысловой и причинной связи.

Мыслеформа — квант информации в AU-онтологии, представляющий собой локальную конфигурацию поля S_Θ . Мыслеформы являются первичными сущностями, из которых эмерджеруют частицы, атомы и другие физические структуры.

AU-архив — нелокальная информационная структура, в которой записаны все мыслеформы (события). Является фундаментальной сущностью, из которой эмерджерует пространство-время.

Энтропийный конфайнмент — механизм удержания высоких значений поля S_Θ в ограниченной области, интерпретируемый как сильное взаимодействие (конфайнмент кварков) или ядерные силы.

Слияние мыслеформ — процесс образования химической связи, при котором две локализованные конфигурации поля S_Θ объединяются в единую когерентную структуру.

Д.2 Символы и обозначения

Символ	Описание	Размерность
S_Θ	Поле энтропии мыслеформ	[Дж/К]
S_{holo}	Голографический предел	[Дж/К]
Φ	Интегральная информация	[бит]
Φ_{crit}	Критический порог для сознания	[бит]
τ	Кайрос-время	[с]
t	Хронос (координатное время)	[с]
λ	Константа энтропийной связи	[Дж/К·м]

Символ	Описание	Размерность
$K(x, y)$	Нелокальное ядро	[безразм.]
β	Параметр эмерджентной метрики	[м ⁻⁴]
J_0	Амплитуда первичной записи	[Дж/К]
r_c	Кроссинговерный масштаб	[м]

Д.3 Сокращения

- **AU** — Acta Universi
- **ИИТ** — Integrated Information Theory (Теория интегрированной информации)
- **КЭД** — Квантовая электродинамика
- **КХД** — Квантовая хромодинамика
- **Orch-OR** — Orchestrated Objective Reduction (Оркестрированная объективная редукция)
- **DFT** — Density Functional Theory (Теория функционала плотности)
- **GCP** — Global Consciousness Project (Проект глобального сознания)
- **TRNG** — True Random Number Generator (Генератор истинно случайных чисел)

Библиография

1. Acta Universi (AU) — основные работы

1. **Yashchenko, D. E.** (2026). *The act of recording the primary thought-form as the initiator of the expansion of the Universe* / «Акт записи первичной мыслеформы как инициатор расширения Вселенной». Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22065358>
2. **Yashchenko, D. E.** (2026). *«Dark matter» from the point of view of the Acta Universi hypothesis* / «Тёмная материя» с точки зрения гипотезы Acta Universi. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21766354>
3. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Acta Universi: Emergent Spacetime from Entropy of Thought and Integrated Information* / Acta Universi: пространство-время, возникающее из

энтропии мысли и интегрированной информации.

Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20845267>

4. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Facts and observations that were previously unexplained, but now Acta Universi explains and is able to explain / Факты и наблюдения, ранее необъяснимые, теперь которые Acta Universi объясняет и способна объяснить.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20362486>
5. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Gravity is the entropy gradient / Гравитация — это градиент энтропии.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20082347>
6. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Theoretical study of the AU field (updated version 2026) / Теоретическое исследование AU-поля (версия 2026, дополненная).* Zenodo / [Preprints.ru](https://preprints.ru). <https://doi.org/10.5281/zenodo.19728312>
7. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Entropy and its radiation in dark energy in the Acta Universi hypothesis.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18127658>
8. **Yashchenko, D. E.** (2026). *The concept of thought forms as a consequence of the Acta Universi hypothesis on the nature of dark energy and data from the Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI).* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20308641>
9. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Acta Universi thought forms / Acta Universi мыслеформы.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20205812>
10. **Yashchenko, D. E.** (2026). *LAW OF CONSERVATION OF CAUSALITY FOR THE AU-FIELD / ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ПРИЧИННОСТИ ДЛЯ AU-FIELD.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19689635>
11. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Consciousness in bacteria under the Acta Universi hypothesis.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18143336>
12. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Animal consciousness in the framework of the Acta Universi hypothesis.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18143379>

2. Интерпретации квантовой механики

13. **A Wave-Based Interpretation of Quantum Mechanics: Quantized Fields, Single-Point Interactions, and Nonlocal Conservation Laws** (2026). Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202606.1618>
14. **Time Symmetry, Retrocausality, and Emergent Collapse: The Tlalpan Interpretation of Quantum Mechanics** (2025). arXiv.
15. **Relational Quantum Mechanics and (Soft) Perspectivism** (2026). *Foundations of Physics*, 56, article 6.

16. **Jedlička, P., et al.** (2025). Notes on Crowther and the “Interpretation” of Quantum Mechanics. arXiv:2512.14315.
 17. **The Categorical Error: Towards a Structural-Operative Understanding of Quantum Mechanics** (2025). Zenodo.
 18. **Revisiting the Interpretations of Quantum Mechanics: From FAPP Solutions to Contextual Ontologies** (2025). *APS Global Physics Summit 2026*.
-

3. Информационно-теоретический подход в квантовой химии

19. **Zhao, Y., Ayers, P. W., & Liu, S.** (2025). *An Information-Theoretic Perspective on Molecular Quantum Mechanics*. PhD Thesis, McMaster University. <http://hdl.handle.net/11375/32230>
 20. **Zhao, Y., Zhao, D., Rong, C., Liu, S., & Ayers, P. W.** (2025). Information Theory Meets Quantum Chemistry: A Review and Perspective. *Entropy*, 27(6). <https://doi.org/10.3390/e27060622>
 21. **Some recent advances of information-theoretic approach in density functional theory** (2025). *Indian Academy of Sciences*.
 22. **Quantum Information Theory on Sparse Wave Functions and Applications for Quantum Chemistry** (2025). *Journal of Physical Chemistry*.
-

4. Эмерджентная гравитация и AdS/CFT

23. **Emergent Holographic Forces from Tensor Networks and Criticality** (2025). *Physical Review D*.
24. **Symmetric product orbifold universality and the mirage of an emergent spacetime** (2025). *NSF / Physical Review*.
25. **Emergent metric from wavelet-transformed quantum field theory** (2025). *HSB Bochum*.
26. **Flat space holography via AdS/BCFT** (2025). *Journal of High Energy Physics*.
27. **The EGUP-Induced Critical Radius: A New Holographic Scale for Quantum Gravity** (2025). arXiv.
28. **Steinvorth, J.** (2025). Emergent Spacetime and Entanglement. Quantum Mechanical Derivation of the Schwarzschild Radius. *Semantic Scholar*.
29. **Jaksland, R.** (2025). Spacetime from Entanglement: The Emergence of Metric, Gravity, or Topology. *PhilSci Archive*.

30. **Quantum Entanglement of Anyonic Charges and Emergent Spacetime Geometry** (2025). *New Journal of Physics*, 28. arXiv.
 31. **A Spectral Exclusion Principle for Emergent Spacetime from a Non-Commutative Twistor Geometry** (2025). Zenodo.
-

5. Нелокальная гравитация

32. **Dwarf galaxies in non-local gravity** (2025). *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.
 33. **Topology-Induced Nonlocal Gravity on a Mass-Dependent Fractal Foliation** (2025). Zenodo.
 34. **Marginal IR running of gravity as a natural explanation for dark matter** (2025). *Physics Letters B*.
 35. **Nonlocal MOND Model Interpolates Between Cosmology and Galactic Dynamics** (2025). *Quantum Zeitgeist*.
 36. **On a Nonlocal de Sitter Gravity** (2025). *Classical and Quantum Gravity*.
-

6. Теория интегрированной информации (IIT) и сознание

37. **Adversarial testing of global neuronal workspace and integrated information theories of consciousness** (2025). *Nature*, 642, 133–142. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08888-1>
 38. **Tononi, G.** (2025). Integrated Information Theory (IIT) 4.0.
 39. **Can “Consciousness” Be Observed from Large Language Model (LLM) Internal States?** (2025). *Natural Language Processing Journal*, 12, 100163. <https://doi.org/10.1016/j.nlp.2025.100163>
 40. **The Brain as a Filter: Introducing a Quantum Ground into Integrated Information Theory** (2025). *IngentaConnect*.
-

7. Квантовая биология и микротрубочки

41. **Chen, R.-H., Dong, J., Yang, W., Ai, Q., & Long, G.-L.** (2025). Quantum Biology, Quantum Simulation and Quantum Coherent Devices. arXiv:2511.14363.
42. **Quantum coherence in photosynthesis: towards single-molecule light-conversion devices** (2025). *CORDIS / European Commission*.

43. **On the potential of microtubules for scalable quantum computation** (2025). *The European Physical Journal Plus*.
 44. **Quantum Coherence in Microtubules: A Phase Standard Deviation of 1.80 Å Supports Consciousness as a Quantum Phenomenon** (2025). Zenodo.
 45. **Conscious active inference II: Quantum orchestrated objective reduction among intraneuronal microtubules** (2025). *BioSystems*.
 46. **The Interaction of Ferritin With Microtubules in Vivo Will Inhibit Microtubule Superradiance** (2025). *IEEE*.
 47. **The Unified Coherence Field Theory: Integrating Quantum Consciousness, Biophotons, and Death Dynamics** (2025). Zenodo.
-

8. Квантовая декогеренция и сверхтонкая структура водорода

48. **Berrada, K., & Bougouffa, S.** (2025). Unveiling Sudden Transitions Between Classical and Quantum Decoherence in the Hyperfine Structure of Hydrogen Atoms. *Entropy*, 27(11), 1161. <https://doi.org/10.3390/e27111161>
 49. **Harnessing Quantum Entanglement and Fidelity in Hydrogen Atoms: Unveiling Dynamics Under Dephasing Noise** (2025). *MDPI / Scilit*.
 50. **Bell Nonlocality and EPR Steering Decay in Dephasing Hyperfine Spins** (2025). *InspireHEP*.
-

9. Информационная структура периодической таблицы

51. **The Periodic Table as an Emergent Helicoidal Manifold: A Unified Information-Theoretic Analysis of the Atomic Elements $Z = 1-103$** (2026). *MDPI / DOAJ*.
 52. **Spiral Representation of the Periodic Table: A Unified 3D Analysis of Information-Theoretic Functionals for the Atomic Elements $Z = 1-103$** (2025). [Preprints.org](https://preprints.org).
 53. **The Fundamental Conservation of Information Extended** (2025). Zenodo.
-

10. Квантовое сознание и квантовая когнитивистика

54. **A Quantum Paradigm in Conscious Experience and Cognitive Process** (2025). *Journal of Physics: Conference Series*.
55. **Quantum Models of Consciousness from a Quantum Information Science Perspective** (2025). *University of Helsinki*.

56. **Quantum information theoretic approach to the hard problem of consciousness** (2025). *Physics of Life Reviews*, 251, 105458.
 57. **Quantum-like Qualia hypothesis: from quantum cognition to quantum perception** (2025). *Frontiers in Psychology*, 15.
 58. **A Framework for Free Will within a Quantum Universe** (2025). *Journal of Physics: Conference Series*, 2948, 012017.
 59. **Plotnitsky, A.** (2025). Ambiguity and free will: the topology of decision in quantum and quantum-like sciences. *Philosophical Transactions A*.
-

11. Эмерджентное пространство-время и запутанность

60. **Quantum Gravity via Emergent Spacetime (QVEST)** (2025). Zenodo.
 61. **Topological Shielding of Dark Matter Coupling in Emergent Spacetime: Five Definitive Tests** (2025). Zenodo.
 62. **Le, H.-A., Lee, H. C., & Yang, S.-R. E.** (2025). Quantum entanglement of anyonic charges and emergent spacetime geometry. *New Journal of Physics*, 28.
-

Примечание: библиография включает как классические работы, составляющие теоретический фундамент современной физики и философии сознания, так и актуальные публикации 2025–2026 годов, отражающие современное состояние исследований в соответствующих областях. Отдельный раздел посвящён работам автора гипотезы *Acta Universi*.