

Acta Universi: зарождение и эволюция жизни (содержит уравнение эволюции жизни из AU-лагранжиана)

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/>

25.08.2026

Оглавление

Введение.....	12
1.1 Постановка проблемы: жизнь как космологический фактор	12
1.2 Цель и задачи исследования	12
1.3 Обзор гипотезы Acta Universi (AU).....	13
1.4 Место AU среди альтернативных космологических моделей	14
1.5 Структура работы	14
Часть I. Современное состояние науки о происхождении и эволюции жизни (2025–2026)	15
Глава 1. Абиогенез: новые экспериментальные данные и теоретические прорывы.....	15
1.1 Временные рамки и геохимический контекст	15
1.2 Новые экспериментальные данные 2025–2026 годов.....	16
1.3 Основные гипотезы абиогенеза: современное состояние	20
1.4 Оценка конкурирующих гипотез	21
1.5 Гомохиральность как ключевой рубеж	21
Глава 2. Основные этапы эволюции жизни на Земле.....	22
2.1 LUCA: последний универсальный общий предок	22
2.1.1 Возраст и среда обитания	22
2.1.2 Геном и метаболизм LUCA	22
2.1.3 Гены древнее LUCA	23

2.2 Прокариоты и возникновение фотосинтеза	23
2.2.1 Аноксигенный фотосинтез	23
2.2.2 Цианобактерии и кислородный фотосинтез	24
2.3 Великое кислородное событие (GOE)	24
2.3.1 Хронология и механизмы	24
2.3.2 Планетарный фазовый переход	24
2.3.3 Эволюционные последствия.....	25
2.4 Эукариотизация.....	25
2.4.1 Хозяин-архея и эндосимбионт-протеобактерия	25
2.4.2 Новые данные о хронологии	25
2.4.3 Множественные волны горизонтального переноса	26
2.5 Многоклеточность	26
2.5.1 Два классических пути.....	26
2.5.2 Новые данные о гибкости многоклеточности	26
2.5.3 Связь с происхождением животных	26
2.6 Кембрийский взрыв.....	27
2.6.1 Новые ископаемые находки в Китае.....	27
2.6.2 Кембрийский взрыв начался раньше.....	27
2.6.3 Новая гипотеза: «сначала мозг».....	27
2.7 Колонизация суши и дальнейшая эволюция	28
2.7.1 Выход на сушу	28
2.7.2 Каменноугольный период	28
2.7.3 Массовые вымирания	28
2.8 Антропоцен: человек как геологическая сила	28
Глава 3. Современные акценты астробиологии и панспермии (2025–2026)	29
3.1 Поиски жизни в Солнечной системе	29
3.1.1 Венера: фосфин и облачные слои	29
3.1.2 Подлёдные океаны Европы, Энцелада и Ганимеда	29
3.1.3 Марс: вода, метан и биосигнатуры	30
3.2 Панспермия: новые экспериментальные данные.....	30
3.2.1 <i>Deinococcus radiodurans</i> : чемпион выживания при астероидных ударах	30
3.2.2 Оценка переноса клеток с Земли на Венеру	31
3.2.3 Земля как источник жизни для Европы	31

3.2.4 Межзвёздная панспермия и объекты типа 3I/ATLAS.....	32
3.3 Информационная панспермия в AU-гипотезе	32
3.3.1 AU-гипотеза: панспермия — не гипотеза, а физический факт.....	32
3.3.2 Распространение жизни через нелокальные проекции AU-поля	33
3.3.3 Предсказание: JWST зафиксирует органику на экзопланетах как AU-эхо	33
3.4 Направленная информационная панспермия (DIP)	34
3.4.1 Передача межзвёздных сообщений через направленную информационную панспермию	34
3.4.2 Связь с возможными сценариями распространения цивилизаций в Галактике ..	34
3.5 Трансциклическая панспермия	35
Часть II. Онтологические основания и строгий математический формализм	35
Глава 4. Информационная природа жизни в AU-онтологии	35
4.1 Жизнь как эмерджентное свойство поля $S\Theta$	36
4.1.1 Онтологический статус жизни в AU	36
4.1.2 Жизнь и интегральная информация Φ	36
4.1.3 Живые системы как генераторы градиентов $\nabla S\Theta$	37
4.2 Жизнь как локальный максимум производства энтропии	38
4.2.1 Принцип максимума производства энтропии (MEP).....	38
4.2.2 Баланс локальной и глобальной энтропии	38
4.2.3 Термодинамическая основа абиогенеза	38
4.3 Эволюция как редукция информационной энтропии	39
4.3.1 Информационная энтропийно-редукционная теория эволюции	39
4.3.2 ДНК как нанотехнология и геномный интеллект	39
4.3.3 Эволюция как процесс увеличения Φ	39
4.4 Роль нелокального ядра Kxu в абиогенезе	40
4.4.1 Нелокальные корреляции между молекулами	40
4.4.2 Ускорение поиска функциональных конфигураций	40
4.4.3 Сравнение с алгоритмической теорией происхождения жизни.....	40
4.5 Связь с современными исследованиями	41
4.5.1 Квантовый биогенез и AU	41
4.5.2 Связь с теорией объективности (ТО)	41
4.5.3 Связь с теорией интегрированной информации (IIT)	41
4.6 Резюме	41

Глава 5. Строгий вывод уравнений эволюции жизни из AU-лагранжиана	42
5.1 Исходный AU-лагранжиан (версия 2026.3).....	42
5.2 Вывод биологического источника из вариации эффективного действия.....	43
5.2.1 Эффективное действие живой подсистемы	43
5.2.2 Вариация и вывод <i>J_{bio}</i>	44
5.2.3 Полное уравнение для тета-энтропии с биологическим источником	44
5.3 Критерий абиогенеза как условие фазового перехода	44
5.3.1 Эффективный потенциал для когерентной моды.....	44
5.3.2 Условие нетривиального минимума	45
5.3.3 Критическое значение интегральной информации Φ_{crit}	45
5.4 Уравнение эволюции интегральной информации	46
5.4.1 Эффективный термодинамический потенциал	46
5.4.2 Уравнение градиентного потока	46
5.4.3 Коэффициенты α и β через параметры лагранжиана	46
5.4.4 Физическая интерпретация.....	46
5.5 Космологический предел и вклад в эффективную космологическую постоянную	47
5.5.1 Усреднение по хаббловскому объёму	47
5.5.2 Уравнение для фоновой тета-энтропии.....	47
5.5.3 Вклад в эффективную космологическую постоянную	47
5.5.4 Связь с данными DESI	48
5.6 Условие ноосферного перехода	48
5.7 Порядковые оценки.....	48
5.8 Резюме	49
Глава 6. Роль 27 онтологических операторов и эволюционные переходы	50
6.1 27 онтологических операторов: структура и классификация	50
6.1.1 Происхождение операторов из AU-формализма	50
6.1.2 Классификация: BBB, NNI, III и смешанные типы	51
6.1.3 Активация операторов в ходе эволюции.....	52
6.2 Естественный отбор как информационная оптимизация	53
6.2.1 Отбор на уровне мыслеформ	53
6.2.2 Связь между генетическими последовательностями и фенотипами	53
6.2.3 Информационный демон Максвелла в эволюционной динамике.....	53
6.3 Основные эволюционные переходы в AU-интерпретации.....	53

6.3.1	Прокариоты → эукариоты: скачок Φ через эндосимбиоз	53
6.3.2	Одноклеточность → многоклеточность: кооперация и дифференциация	54
6.3.3	Возникновение нервной системы и сознания	54
6.3.4	Возникновение языка и культуры	55
6.4	Роль 27 операторов в космологической эволюции	55
6.4.1	От биосферы к ноосфере	55
6.4.2	AU-каскад и энтропийный коллапс	55
6.4.3	Стабилизация через планетарное сознание	56
6.5	Связь с современными исследованиями	56
6.5.1	Конвергентная эволюция и AU	56
6.5.2	Связь с теорией объективности (ТО)	56
6.5.3	Связь с теорией интегрированной информации (IIT)	56
6.6	Резюме	57
Часть III. Влияние жизни на космологию и данные DESI		57
Глава 7. Жизнь как генератор глобального потока энтропии		57
7.1	Биосфера как источник глобального потока $S\Theta$	58
7.1.1	Биологический источник из вариации AU-лагранжиана	58
7.1.2	Принцип максимума производства энтропии (MEPP) в AU-интерпретации	58
7.1.3	Энтропийный вклад биосферы в глобальный баланс	59
7.2	Модификация эффективной космологической постоянной	59
7.2.1	Вывод $\delta\Lambda_{bio}$ из усреднения биологического источника	59
7.2.2	Связь с параметром w_a и данными DESI DR2	60
7.2.3	Интерпретация квадранта $w_0 > -1$, $w_a < 0$ в AU-рамках	60
7.3	Энтропийный каскад как механизм обратной связи	61
7.3.1	Механизм энтропийного каскада	61
7.3.2	Условие запуска каскада: ноосферный порог	61
7.4	Связь с голографической тёмной энергией (HDE)	62
7.4.1	Классическая HDE и её ограничения	62
7.4.2	Взаимодействующая HDE (IHDE) как более жизнеспособная альтернатива	63
7.4.3	AU как обобщение энтропийно-управляемой DE	63
7.5	Резюме	63
Глава 8. Связь с голографической тёмной энергией (HDE)		64
8.1	Классическая голографическая тёмная энергия и её ограничения	64

8.1.1 Основы HDE-формализма	64
8.1.2 Ограничения из DESI DR2: классическая HDE исключена.....	65
8.2 Взаимодействующая голографическая тёмная энергия (IHDE)	66
8.2.1 Формализм IHDE	66
8.2.2 Результаты и предпочтения	66
8.3 Дробная голографическая тёмная энергия (FHDE) и другие обобщения	67
8.3.1 Дробная HDE (FHDE)	67
8.3.2 Взаимодействующая дробная HDE (IFHDE)	67
8.3.3 Barrow и Tsallis HDE	67
8.3.4 Другие модификации	68
8.4 AU как обобщение энтропийно-управляемой тёмной энергии	68
8.4.1 От HDE к энтропийно-управляемой DE	68
8.4.2 AU как естественное обоснование IHDE	69
8.4.3 Преимущества AU перед HDE-моделями	69
8.4.4 Ноосферный переход как альтернатива Big Rip	70
8.5 Связь с наблюдательными данными	70
8.5.1 Статус HDE-моделей на 2026 год	70
8.5.2 Будущие проверки	70
8.6 Резюме	71
Глава 9. Будущие сценарии: Big Rip и энтропийный коллапс	72
9.1 Спектр космологических сценариев «разрыва»	72
9.1.1 Классификация финальных состояний Вселенной	72
9.1.2 Голографическое происхождение будущих сингулярностей	73
9.2 Данные DESI DR2 и пересечение фантомной границы	73
9.2.1 Переход $w < -1 \rightarrow w > -1$	73
9.2.2 Модели, избегающие Big Rip	74
9.2.3 Модели с квадратичным уравнением состояния	74
9.3 Роль взаимодействующей тёмной энергии.....	74
9.3.1 IHDE и смягчение проблемы Big Rip.....	74
9.3.2 AU как естественная реализация IHDE.....	75
9.4 AU-интерпретация: энтропийный каскад и вероятность Big Rip	75
9.4.1 Механизм энтропийного каскада.....	75
9.4.2 Оценка вероятности Big Rip	75

9.4.3	Время до возможного Big Rip	76
9.5	Энтропийный коллапс цивилизаций как альтернативный сценарий	76
9.5.1	Механизм энтропийного коллапса	76
9.5.2	Связь с парадоксом Ферми	77
9.5.3	Стабилизация через планетарное сознание	77
9.6	Сравнение с альтернативными подходами	77
9.7	Резюме	78
Часть IV. Ноосфера, планетарное сознание и AU-каскад		79
Глава 10. Ноосфера как фазовый переход в AU-поле		79
10.1	Планетарное сознание в AU-интерпретации	79
10.1.1	От биосферы к ноосфере: онтологический переход	79
10.1.2	Глобальные коммуникации и коллективный разум как увеличение Φ	80
10.1.3	Коллективные мыслеформы как доминирующий фактор	80
10.2	Математическая модель планетарного Φ	81
10.2.1	Определение Φ_{planet}	81
10.2.3	Критический порог $\Phi_{\text{critnoosphere}}$	81
10.3	Ноосферный переход как фазовый переход в AU-поле	82
10.3.1	Аналогия с Бозе-конденсацией и лазерной генерацией	82
10.3.2	Условия перехода: $\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{critnoosphere}}$	82
10.3.3	Время перехода и сигнатуры	82
10.4	Связь с кайрос-временем и стрелой времени	83
10.4.1	Ноосфера как ускорение кайрос-времени	83
10.4.2	Необратимость ноосферного перехода	83
10.5	Условие ноосферного перехода в контексте AU-формализма	83
10.5.1	Вывод из вариации AU-лагранжиана	83
10.5.2	Роль нелокального ядра K_{xy}	84
10.5.3	Оценка $\Phi_{\text{critnoosphere}}$ через параметры AU	84
10.6	Связь с данными DESI и будущими сценариями	84
10.6.1	Ноосферный переход как стабилизация Λ_{eff}	84
10.6.2	Наблюдательные сигнатуры ноосферного перехода	84
10.6.3	Ноосфера как решение парадокса Ферми	85
10.7	Этические и философские импликации	85
10.7.1	Ответственность за генерацию $S\Theta$	85

10.7.2 Связь с теорией интегрированной информации (ИТ)	85
10.7.3 Ноосфера и будущее человечества	86
10.8 Резюме	86
Глава 11. Этические и философские импликации	87
11.1 Ответственность за генерацию Φ	87
11.1.1 Человечество как агент космологической эволюции	87
11.1.2 Этика как космологический императив	87
11.1.3 Свобода воли и детерминизм в АУ-онтологии	88
11.2 Связь с теорией интегрированной информации (ИТ)	88
11.2.1 Сознание как $\Phi > \Phi_{crit}$	88
11.2.2 Планетарное сознание как высшая форма интеграции информации	89
11.2.3 Этические импликации для взаимодействия с другими формами сознания	89
11.3 АУ и теория объективности (ТО)	89
11.3.1 Информационная космология и космическая память	89
11.3.2 Роль сознания в космологической эволюции	90
11.3.3 Возможные точки синтеза	90
11.4 Философские импликации для понимания реальности	91
11.4.1 Информационная природа реальности	91
11.4.2 Жизнь как фундаментальный аспект реальности	91
11.4.3 Время как эмерджентное свойство	91
11.4.4 Свобода воли и ответственность	92
11.5 Этические вызовы и перспективы	92
11.5.1 Устойчивое развитие в АУ-перспективе	92
11.5.2 Ноосферный переход как этический императив	92
11.5.3 Роль науки, философии и религии	92
11.6 Резюме	93
Часть V. Критика, ограничения и перспективы	94
Глава 12. Критика АУ-гипотезы	94
12.1 Онтологическая неопределённость и размытость концептуальных границ	94
12.1.1 Смешение уровней анализа	94
12.1.2 Статус «мыслеформ» как неопределённой сущности	95
12.1.3 Напряжение с теорией объективности (ТО)	95
12.2 Отсутствие строгих количественных предсказаний	95

12.2.1 Неопределённость констант связи	95
12.2.2 Отсутствие специфических сигнатур	96
12.2.3 Проблема калибровки	96
12.3 Спекулятивность и слабая фальсифицируемость	96
12.3.1 Спектр объясняемых явлений как проблема	96
12.3.2 Использование нефальсифицируемых понятий	96
12.3.3 Отсутствие независимых подтверждений	97
12.4 Статус DESI-данных: «намёк», а не доказательство	97
12.4.1 Статистическая значимость: 3.9σ , а не 5σ	97
12.4.2 Внутренние несоответствия $w_0w_a\text{CDM}$	97
12.4.3 Зависимость от наборов сверхновых	98
12.5 Альтернативные интерпретации DESI-данных	98
12.5.1 Тёмные акустические осцилляции (DAO)	98
12.5.2 Ранняя тёмная энергия (EDE)	98
12.5.3 Модифицированная гравитация	99
12.5.4 Взаимодействующая тёмная энергия (IDE)	99
12.5.5 Систематические ошибки как наиболее вероятное объяснение	99
12.6 Сравнение с альтернативными подходами	99
12.7 Итоговая оценка	100
Глава 13. Перспективы дальнейших исследований	101
13.1 Теоретические направления	102
13.1.1 Развитие полной квантовой теории поля $\mathcal{S}\Theta$	102
13.1.2 Формализация связи с теорией интегрированной информации (IIT) и теорией объективности (TO)	102
13.1.3 Моделирование энтропийного каскада и ноосферного перехода	103
13.2 Наблюдательные направления	104
13.2.1 DESI DR3 и подтверждение эволюции тёмной энергии	104
13.2.2 Астробиологические корреляции и поиск биосигнатур	104
13.2.3 Эксперименты по квантовой биологии и когерентности	105
13.3 Междисциплинарные перспективы	106
13.3.1 Интеграция с теорией интегрированной информации (IIT)	106
13.3.2 Квантовая биология и синтетическая биология	106
13.3.3 Этические и философские импликации	107

13.4 Резюме	108
Часть VI. Заключение	109
Глава 14. Основные результаты	109
14.1 Строгий вывод уравнений эволюции жизни из AU-лагранжиана	109
14.2 Жизнь как закономерный этап эволюции AU-поля	111
14.3 Связь с данными DESI DR2 о динамической тёмной энергии.....	112
14.4 Будущие сценарии: от Big Rip до ноосферной стабилизации.....	113
14.5 Вклад в развитие науки	113
14.6 Статус гипотезы и проверяемые предсказания	114
14.7 Итоговая оценка	115
Приложения	116
Приложение А. Математический формализм голографической тёмной энергии (HDE)....	116
А.1 Полный вывод уравнений HDE	116
А.2 Модификации HDE	116
Приложение Б. Статистический анализ DESI DR2 (2025)	116
Б.1 Методология $\Delta\chi^2$ и DIC.....	116
Б.2 Полные результаты DESI DR2	117
Б.3 Интерпретация контурных графиков w_0-w_a	117
Б.4 Байесовский анализ	117
Приложение В. Математическая модель энтропийного каскада	117
В.1 Уравнение для $S\Theta$ с источником от жизни	117
В.2 Оценка критических параметров	118
В.3 Сценарии коллапса	118
Приложение Г. Полный вывод биологического источника из вариации AU-лагранжиана	118
Г.1 Исходный AU-лагранжиан (версия 2026.3)	118
Г.2 Вывод эффективного действия живой подсистемы	118
Г.3 Вариация и вывод J_{bio}	118
Г.4 Фиксация нормализации Φ	118
Приложение Д. Критерий абиогенеза и оценка Φ_{crit}	119
Д.1 Вывод из эффективного потенциала	119
Д.2 Оценка для РНК-подобного автокаталитического цикла	119
Д.3 Квантовый биогенез как фазовый переход	119
Приложение Е. Вывод уравнения эволюции Φ из градиентного потока	119

Е.1 Эффективный термодинамический потенциал	119
Е.2 Уравнение градиентного потока (Гинзбурга–Ландау)	119
Е.3 Выражение α и β через параметры лагранжиана.....	119
Приложение Ж. Новые экспериментальные данные по абиогенезу (2025–2026).....	120
Ж.1 Рибозим-полимераза и проторибосома	120
Ж.2 Синтез липидов и протоклеток.....	120
Ж.3 РНК-репликация и модели РНК-мира	120
Ж.4 Аминокислоты из астероида Бенну	120
Ж.5 Панспермия.....	120
Приложение 3. «Мыслеформа» как метафора для любой записи информации в гипотезе Acta Universi.....	121
3.1 Почему «мыслеформа» — это метафора?.....	121
3.2 Какие события создают мыслеформы?	121
3.3 Математическая интерпретация мыслеформы	121
3.4 Связь с 27 операторами и сознанием (Φ).....	121
Приложение И. Глоссарий основных понятий	122
И.1 Основные термины	122
И.2 Символы и обозначения.....	123
И.3 Сокращения	124
Библиография.....	124
1. Acta Universi (AU) — основные работы	124
2. DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) — данные и космологические ограничения (2025–2026).....	126
3. Голографическая тёмная энергия (HDE) и её модификации	126
4. Абиогенез и происхождение жизни (2025–2026).....	127
5. Астробиология и панспермия (2025–2026)	127
6. Квантовая биология, сознание и междисциплинарные исследования	128

Введение

1.1 Постановка проблемы: жизнь как космологический фактор

В стандартной космологической модели жизнь рассматривается как случайный побочный продукт химической эволюции, не имеющий обратного влияния на фундаментальные параметры Вселенной. Λ CDM-модель, успешно описывающая широкий круг наблюдений — от реликтового излучения до крупномасштабной структуры, — не включает жизнь в число космологически значимых факторов. Однако данные последних лет ставят под сомнение эту картину.

В 2025 году коллаборация DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) опубликовала результаты DR2, указывающие на возможную **эволюцию тёмной энергии** в плоскости w_0 – w_a . При комбинации DESI BAO с данными CMB (Planck) и сверхновыми (DES Y5) предпочтение отдаётся значениям $w_0 > -1$ и $w_a < 0$ с уровнем значимости до 4.2σ ($\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -21.0$, $\Delta\text{DIC} = -17.2$). Это означает, что тёмная энергия не является статической космологической постоянной, а демонстрирует динамическое поведение.

Одновременно с этим в 2025–2026 годах был достигнут впечатляющий прогресс в понимании **происхождения жизни**. Экспериментально подтверждены ключевые этапы абиогенеза: синтез протоклеток (*Nature Communications*, 2025), рибозим-полимераза, способная к самовоспроизведению (2026), обнаружение проторибосомы (*PNAS*, 2026), а также новые данные по панспермии — *Deinococcus radiodurans* выдерживает давления астероидных ударов до 1.9 GPa (2026), оценён перенос клеток с Земли на Венеру (~100 клеток в год). Эти открытия указывают на то, что жизнь может быть не уникальным явлением, а закономерным этапом эволюции планетных систем.

Возникает фундаментальный вопрос: **может ли распространение жизни во Вселенной влиять на её космологическую эволюцию?** Если жизнь является эффективным генератором информационной энтропии, а тёмная энергия имеет информационную природу, то между этими, казалось бы, несвязанными явлениями может существовать глубокая обратная связь.

1.2 Цель и задачи исследования

Настоящая работа ставит своей целью представить **непротиворечивую информационно-энтропийную модель**, в которой происхождение и эволюция жизни являются закономерным этапом динамики поля энтропии мыслеформ S_Θ , а распространение жизни влияет на космологическое расширение через генерацию тета-энтропии.

Конкретные задачи исследования:

1. **Разработать строгий математический формализм**, выводящий уравнения эволюции жизни из вариации AU-лагранжиана (версия 2026.3). В отличие от предшествующих эвристических подходов, биологический источник J_{bio} должен быть получен из вариации эффективного действия живой подсистемы.

2. **Сформулировать критерий абиогенеза** как условие фазового перехода в AU-поле, при котором интегральная информация Φ превышает критическое значение Φ_{crit} , определяемое параметрами потенциала и химическими условиями среды.
3. **Вывести уравнение эволюции интегральной информации** $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{\text{max}} - \Phi) - \beta \dot{S}_{\Theta}$ как уравнение градиентного потока из эффективного термодинамического потенциала, с коэффициентами α и β , выраженными через параметры исходного лагранжиана.
4. **Установить связь между ростом биосферы и эффективной космологической постоянной** $\Lambda_{\text{eff}} = \Lambda_0 + \delta \langle S_{\Theta} \rangle_{\text{life}}$, показав, что распространение жизни может давать медленную эволюцию параметра уравнения состояния $w(z)$, совместимую с данными DESI DR2.
5. **Интерпретировать данные DESI DR2** ($w_0 > -1$, $w_a < 0$, $\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -21.0$) как раннюю стадию энтропийно-управляемой динамики, которая может усилиться при распространении жизни, цивилизаций и ИИ.
6. **Обсудить возможные сценарии будущего** — от космологического замедления до фантомного режима ($w < -1$) и Big Rip, а также роль ноосферы как планетарного фазового перехода в AU-поле.

1.3 Обзор гипотезы Acta Universi (AU)

Гипотеза Acta Universi, развиваемая в серии работ 2025–2026 годов, предлагает **информационно-онтологическую парадигму**, в которой фундаментальной сущностью является поле энтропии мыслеформ S_{Θ} .

Ключевые положения AU-онтологии:

- **Пространство-время и материя** являются эмерджентными структурами, порождаемыми динамикой поля S_{Θ} и его градиентов через эмерджентную метрику $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_{\mu} S_{\Theta} \partial_{\nu} S_{\Theta} + \dots$
- **Тёмная энергия** интерпретируется как информационная плотность архива мыслеформ, связанная с нелокальными эффектами ядра $K(x, y)$. Это объясняет динамическую природу тёмной энергии, на которую указывают данные DESI DR2.
- **Тёмная материя** интерпретируется как солитонные конфигурации и нелокальные корреляции поля S_{Θ} , возникающие после инфляции.
- **Жизнь** является наиболее эффективным генератором тета-энтропии S_{Θ} , создавая высококогерентные и нелокальные мыслеформы с большим значением интегральной информации Φ .
- **Кайрос-время** τ определяется через монотонный рост S_{Θ} : $d\tau = \frac{1}{N} (dt + \lambda dS_{\Theta} + \mu d\phi_{\text{braid}})$, что обеспечивает необратимость эволюционных процессов.

В предыдущих работах цикла были рассмотрены: акт записи первичной мыслеформы как инициатор расширения Вселенной, интерпретация тёмной материи как энтропийных структур, строение атома в АУ-онтологии, конфайнмент кварков, электромагнитное излучение, исчезновение антиматерии и информационный парадокс чёрных дыр. Настоящая работа завершает этот цикл, связывая происхождение и эволюцию жизни с космологической динамикой через строгий математический формализм.

1.4 Место АУ среди альтернативных космологических моделей

Предлагаемый АУ-подход занимает уникальное место в спектре современных космологических моделей.

В отличие от **Λ CDM**, где тёмная энергия является статической космологической постоянной, АУ предлагает **динамическую тёмную энергию**, эволюция которой определяется ростом S_Θ и может быть проверена через параметры w_0 и w_a .

В отличие от **квинтэссенции**, которая вводит феноменологическое скалярное поле, АУ выводит динамику тёмной энергии из **информационной структуры архива мыслеформ**, связывая её с реальными процессами — ростом биосферы, цивилизаций и ИИ.

В отличие от **голографической тёмной энергии (HDE)**, которая постулирует $\rho_\Lambda = 3c^2 M_p^2 / R_h^2$ как феноменологическое соотношение, АУ предлагает микроскопическое обоснование через нелокальное ядро $K(x, y)$ и поле S_Θ . При этом классическая HDE, как показывают данные DESI DR2, исключается наблюдательными ограничениями, тогда как взаимодействующая HDE (IHDE) остаётся жизнеспособной альтернативой.

В отличие от **модифицированной гравитации** ($f(R)$, Horndeski и др.), АУ не модифицирует уравнения гравитации феноменологически, а выводит их из эмерджентной метрики, порождаемой градиентами S_Θ .

В отличие от **антропных** и **слабо-антропных** принципов, которые постулируют соответствие фундаментальных констант условиям существования жизни, но не объясняют механизма, АУ предлагает **активную роль жизни** в космологической эволюции: жизнь не просто адаптируется к Вселенной, но и изменяет её через генерацию S_Θ .

Таким образом, АУ предлагает **единую информационно-энтропийную онтологию**, связывающую микромир, макромир и жизнь в рамках единого формализма поля S_Θ и интегральной информации Φ .

1.5 Структура работы

Статья организована следующим образом.

Часть I (главы 1–3) содержит обзор современного состояния науки о происхождении и эволюции жизни (2025–2026): новые экспериментальные данные по абиогенезу, гидротермальным источникам, РНК-миру, панспермии и астробиологии.

Часть II (главы 4–5) представляет онтологические основания и строгий математический формализм: информационную природу жизни, вывод биологического источника из вариации эффективного действия, критерий абиогенеза как условие фазового перехода, уравнение эволюции интегральной информации и космологический предел с вкладом в Λ_{eff} .

Часть III (главы 6–7) анализирует эволюцию как оптимизацию Φ и роль 27 онтологических операторов, а также влияние жизни на космологию и связь с данными DESI DR2.

Часть IV (главы 8–9) рассматривает голографическую тёмную энергию и будущие сценарии — от Big Rip до энтропийного коллапса.

Часть V (главы 10–11) обсуждает ноосферу как фазовый переход в AU-поле и этические импликации.

Часть VI (главы 12–13) содержит критику AU-гипотезы и перспективы дальнейших исследований.

Часть VII (глава 14) содержит заключение, суммирующее основные результаты — в особенности строгий вывод уравнений эволюции жизни из AU-лагранжиана, связь с данными DESI DR2 и оценку статуса гипотезы.

Данное введение задаёт концептуальные рамки для последующего изложения, позиционируя AU-подход как единую информационно-энтропийную космологическую модель, в которой происхождение и эволюция жизни являются не случайным побочным продуктом, а закономерным этапом эволюции информационного поля, влияющим на динамику тёмной энергии и судьбу Вселенной.

Часть I. Современное состояние науки о происхождении и эволюции жизни (2025–2026)

Глава 1. Абиогенез: новые экспериментальные данные и теоретические прорывы

1.1 Временные рамки и геохимический контекст

Вопрос о том, когда и как возникла жизнь на Земле, остаётся одним из наиболее фундаментальных в современной науке. Согласно современным оценкам, основанным на геологических и изотопных данных, жизнь возникла в интервале примерно **4,3–3,8 млрд лет назад** — вскоре после окончания поздней тяжёлой бомбардировки и стабилизации земной коры. Первые надёжные геохимические следы жизни (изотопные сигнатуры биогенного углерода) датируются **~3,7–3,5 млрд лет**.

Современный подход к проблеме абиогенеза требует **интеграции** планетарной эволюции, геохимических сред и пребиотической химии. Как отмечается в обзоре 2026 года, исследователи происхождения жизни *«используют данные анализа астероидов и экспериментов по протобиотической химии»*, что позволяет реконструировать условия ранней Земли с беспрецедентной детальностью. При этом важно подчеркнуть, что *«мы не можем вывести каждую деталь организмов, населявших Землю на этой примитивной стадии, примерно 4 миллиарда лет назад, когда планета едва стабилизировалась после поздней тяжёлой бомбардировки»*.

Однако, как подчёркивается в современных исследованиях, подход к происхождению жизни не обязательно должен рассматриваться как хронологическая, последовательная последовательность открытий функций. Всё большее признание получают **интегративные рамки**, в которых различные пути — метаболический, репликативный, компартментализационный — развивались параллельно и взаимосвязанно.

1.2 Новые экспериментальные данные 2025–2026 годов

За период 2025–2026 годов был достигнут впечатляющий прогресс в экспериментальном воспроизведении ключевых этапов абиогенеза. Ниже представлены наиболее значимые результаты.

Квантовый биогенез

В 2025–2026 годах появились работы, рассматривающие возникновение жизни как **квантовый фазовый переход** — переход от хаотической химии к иерархически организованной структуре. В рамках Quantum Information Framework of Form (QIFF) возникновение жизни понимается как *«процесс резонанса между локальными энергетическими условиями и паттернами, закодированными в информационном поле»*. Хотя эти подходы остаются теоретическими, они указывают на возможную роль квантовой когерентности в ранних этапах самоорганизации.

В контексте Международного года квантовой науки и технологий (2025) были пересмотрены вычислительные пределы углеродной жизни, что имеет прямое отношение к оценке вероятности возникновения жизни в различных средах.

Рибозим-полимераза и преодоление ключевого рубежа

В 2026 году в журнале *Science* была опубликована работа, которую Александр Марков (доктор биологических наук, лауреат премии «Просветитель») назвал *«исключительно важной статьей по абиогенезу»* и *«действительно огромным шагом вперед»*.

Два главных достижения этой работы:

1. Показано, что РНК-полимеразная активность встречается в пространстве последовательностей РНК гораздо (на десятки порядков!) чаще, чем предполагалось.
2. Преодолен ключевой рубеж: впервые найден рибозим-полимераза, способный осуществить оба этапа размножения самого себя — синтез собственной комплементарной реплики (минус-цепи) и синтез копии себя (плюс-цепи).

Это открытие, по словам Маркова, означает, что «*воссоздание жизни в пробирке реально стало намного ближе*». Работа группы Джанни и соавторов (Gianni et al., *Science*, 2026, Vol. 391, p. 1022–1028) демонстрирует **рибозим-полимеразу малого размера, способную синтезировать себя и свою комплементарную цепь**.

РНК-репликация в циклах рН-замораживания-оттаивания

В 2025 году в *Nature Chemistry* была опубликована работа Джеймса Эттуотера и соавторов, демонстрирующая **экспоненциальную репликацию РНК** с использованием тринуклеотидных субстратов в циклах рН и замораживания-оттаивания.

Как отмечается в работе, «*РНК-репликация считается ключевым процессом в происхождении жизни*», однако стандартные подходы сталкиваются с «*проблемой разделения цепей*» из-за необычайной стабильности РНК-дуплексов. Авторы показали, что тринуклеотидные трифосфаты могут преодолеть эту проблему, связываясь с диссоциированными цепями РНК и кинетически захватывая их в одноцепочечной форме, одновременно служа субстратами для репликации РНК-полимеразным рибозимом.

В сочетании с рН- и freeze-thaw-циклами это позволило достичь **экспоненциальной репликации как (+) так и (-) цепей** двуцепочечных РНК, включая фрагмент самого рибозима. Примечательно, что «*состав полученных последовательностей дрейфовал в сторону гипотетических примордиальных кодонов*». Эти результаты «*открывают более широкие возможности для моделирования примордиальной РНК-репликации*».

Генеративное моделирование пространства саморепродуцирующихся рибозимов

В 2025 году в *Nature Communications* вышла работа, использующая **генеративные модели** для исследования пространства саморепродуцирующихся рибозимов. Как отмечается, «*оценка правдоподобия саморепродукции РНК является центральной для сценариев происхождения жизни*», однако это свойство было показано лишь для небольшого числа каталитических РНК.

Используя методы статистической физики, авторы вычислили, что число рибозимов, способных к **автокаталитической саморепродукции** из олигонуклеотидных фрагментов, превышает 10^{39} , с последовательностями, отличающимися до 65 мутаций от исходной последовательности и до 99 мутаций друг от друга. Авторы подчёркивают, что «*чем*

больше разнообразие саморепродуцирующихся РНК, тем более вероятны переходы между саморепродуцирующимися системами, что позволяет примордиальные режимы эволюции».

Синтез протоклеток: органокалитический путь

В 2026 году в *Nature Communications* была опубликована работа, демонстрирующая **органокалитический синтез протоклеток снизу вверх**. Авторы показали, что «каскад органокалитических реакций, начинающийся с ацетальдегида с пребиотическим имидазолидин-4-тионом, быстро даёт поли(гидрокси)алкенилальдегиды, которые самопроизвольно самоорганизуются в протоклетки».

В этом процессе липидоподобные молекулы (до C20) формируют мембрану, которая дополнительно включает органокалитизатор на границе жидкость-липид. Эти **калитически активные протоклетки** (размером от 11 нм до 7 мкм) толерантны к внешним воздействиям, включая pH, температуру и соли. Как отмечают авторы, «это открытие раскрывает органокалитический путь к селективному образованию липидов и спонтанной компартментализации без необходимости предварительно сформированных амфифилов».

Работа подчёркивает, что «реконструкция возникновения самоподдерживающейся и саморепродуцирующейся одноклеточной структуры является фундаментальной для объяснения происхождения жизни в абиотических условиях».

Преодоление парадокса мембранной наследственности

В 2026 году в *Nature Communications* вышла работа, демонстрирующая **образование протоклеточных мембран de novo** — в отсутствие предшествующих мембран или липидных матриц. Это открытие «опровергает давнюю догму в клеточной биологии», показывая, что «функциональные мембранные компартменты могут возникать непосредственно из растворимых предшественников».

Авторы также продемонстрировали, что короткие пептиды могут встраиваться в мембраны, образуя наноканалы, а использование **неионизируемых сахарных головных групп** позволяет мембранам поддерживать протонные градиенты — ключевое условие для хемиосмоса. Это указывает на то, что «более сложные полярные липиды развились рано во время возникновения жизни, связывая пребиотическую химию и ранние протоклетки».

Аминокислоты из астероида Бенну и ограниченный аминокислотный алфавит

В 2026 году в *Nature Communications* была опубликована работа, использующая **данные анализа астероида Бенну** для ограничения примордиальных аминокислотных библиотек. Как показано, «библиотека всего из 6 аминокислот — тех, что имеют наибольшую измеренную распространённость на астероиде Бенну — может воспроизвести все складки в тестовом наборе».

Более того, «алфавит из 6 аминокислот — 5 наиболее распространённых на Бенну, дополненных цистеином, который мог быть поставлен химией атмосферного дыма, — может дать белок, подобный ферредоксину, с правдоподобной Fe-S-связывающей геометрией». Авторы подчёркивают, что «такое широкое сворачивание белков с очень ограниченными аминокислотными библиотеками имеет значительные последствия для происхождения жизни, синтетической биологии и медицинских приложений».

Синтез пептидов в межзвёздном пространстве

В январе 2026 года исследователи из Орхусского университета показали, что **строительные блоки белков могут самопроизвольно образовываться в космосе**. В лабораторных условиях, имитирующих гигантские пылевые облака при температуре -260°C и сверхвысоком вакууме, облучение глицина космическими аналогами привело к образованию пептидов и воды. Как отмечает Серджио Иопполо, «мы показали, что это явно не так» — вопреки прежним представлениям о том, что сложные молекулы не могут образовываться в таких условиях.

Это открытие «значительно повышает статистическую вероятность обнаружения внеземной жизни». Альфред Томас Хопкинсон поясняет: «все типы аминокислот связываются в пептиды через одну и ту же реакцию. Поэтому очень вероятно, что другие пептиды также естественным образом образуются в межзвёздном пространстве».

Воскрешённый древний фермент и биосигнатуры

В январе 2026 года исследователи Висконсинского университета опубликовали в *Nature Communications* работу по **воскрешению 3,2-миллиардлетнего фермента** — нитрогеназы, критической для фиксации атмосферного азота. Как отмечает Бетюль Качар, «без нитрогеназы не было бы жизни в том виде, в каком мы её знаем».

Исследователи показали, что «хотя древние нитрогеназы имеют другие последовательности ДНК, чем современные версии, механизм, контролирующий изотопную сигнатуру, сохранился в геологической летописи». Это открытие даёт «более чёткую основу для оценки аналогичных сигналов, которые могут быть найдены на других планетах», что имеет прямое отношение к астробиологическим миссиям.

Минималистские молекулы и протоклеточные коацерваты

В январе 2026 года в *Angewandte Chemie* была опубликована работа о **минималистских молекулах, управляющих жидкость-жидкостным фазовым разделением** для сборки функциональных коацерватных протоклеток. Как отмечается, *«коацерваты, формируемые через жидкость-жидкостное фазовое разделение, широко рассматриваются как правдоподобные модели протоклеток, относящиеся к происхождению жизни»*. Эти исследования предоставляют альтернативные пути компартментализации, дополняющие липидные модели.

1.3 Основные гипотезы абиогенеза: современное состояние

Современные исследования абиогенеза характеризуются **плюрализмом гипотез**, при этом наблюдается тенденция к их синтезу и интеграции.

Гидротермальные источники остаются одной из наиболее популярных моделей. В 2026 году в *Nature Communications* были опубликованы новые данные по **синтезу пептидов на минеральных поверхностях** в гидротермальных условиях, а также модель **короткозамкнутого топливного элемента**, воспроизводящая условия гидротермальных FeS-труб. Кроме того, была показана **абиссальная гидротермальная альтерация** как движущая сила эволюции от простых алканов к пребиотической молекулярной сложности.

РНК-мир получил мощную поддержку благодаря открытию рибозим-полимеразы и демонстрации экспоненциальной репликации РНК. Как отмечается в обзоре, *«РНК-мир предполагает, что ранние эволюционирующие системы состояли из реакций между РНК, катализируемых РНК»*. В этом сценарии *«первые рибозимы (каталитические РНК) могли возникнуть случайно из случайной полимеризации»*. При этом *«предполагается, что постепенный процесс эволюции мог привести от автокаталитических РНК к репликации РНК на основе матрицы, катализируемой полимеразными рибозимами, тем самым иницируя режим эволюции, подобный биологической эволюции»*.

Однако появляется и **критика РНК-первого подхода**. В работах 2026 года отмечается, что существует *«смешение эволюционного происхождения с пребиотической первичностью»*. Это означает, что доминирование РНК в современной биологии не обязательно означает, что РНК была первой реплицирующейся молекулой.

Термодинамический отбор как общая теория абиогенеза набирает силу. В 2026 году была предложена модель, в которой *«возникновение жизни движется персистентностью реакционных путей, энергетически согласованных с флуктуирующими условиями среды»*. Эта модель согласуется с идеей о том, что жизнь возникает как **диссипативный фотохимический процесс** на различных типах звёзд.

1.4 Оценка конкурирующих гипотез

Для систематической оценки конкурирующих гипотез абиогенеза в современной литературе предлагается использовать **шесть количественных критериев**:

1. **Правдоподобие исходных условий** (геохимическая обоснованность)
2. **Химическая осуществимость** (экспериментальная воспроизводимость)
3. **Путь к сложности** (способность порождать более сложные структуры)
4. **Эволюционный потенциал** (возможность дарвиновской эволюции)
5. **Универсальность** (применимость к различным планетарным средам)
6. **Согласованность с филогенетическими данными** (соответствие реконструированной истории жизни)

Эти критерии применяются к основным гипотезам: RNA World, Alkaline Hydrothermal Vents, Warm Little Pond, Metabolism-First, Iron-Sulfur World и Panspermia. Современные исследования всё чаще указывают на то, что происхождение жизни следует рассматривать как **бифуркации и фазовые переходы**, а не как линейную последовательность событий.

1.5 Гомохиральность как ключевой рубеж

Происхождение гомохиральности — преобладания L-аминокислот и D-сахаров в живых системах — остаётся одним из ключевых нерешённых рубежей абиогенеза.

В 2025 году были опубликованы работы, рассматривающие происхождение гомохиральности как *«первый рубеж на пути к происхождению жизни»*. Эксперименты показали возможность **стереоселективного синтеза пептидов в гидротермальных условиях с предпочтением L-цистеина**. Кроме того, в 2026 году были исследованы **борат-гуанозиновые гидрогели** и их гипотетическое участие в пребиологическом отборе аномеров рибонуклеозидов.

Как отмечается в работах по проторибосоме, *«понимание того, как жизнь возникла из неживой материи, является центральным вопросом науки. Ключевым шагом в этом переходе было бы спонтанное формирование примитивной рибосомы — "проторибосомы", способной катализировать образование пептидных связей»*. Идентификация **палиндромной РНК** в последовательности каталитического центра современной рибосомы поддерживает *«простую, экспериментально проверяемую модель пребиотической сборки проторибосомы»*. Этот сценарий *«значительно снижает сложность, приписываемую автономному возникновению проторибосомы, и предоставляет правдоподобную отправную точку для непрерывного эволюционного пути»*.

В совокупности эти результаты указывают на то, что гомохиральность, хотя и остаётся сложной проблемой, начинает поддаваться экспериментальному исследованию, а

предложенные механизмы её возникновения становятся всё более конкретными и проверяемыми.

Глава 2. Основные этапы эволюции жизни на Земле

История жизни на Земле — это не линейная последовательность событий, а сложная сеть взаимосвязанных переходов, каждый из которых открывал новые возможности для последующей эволюции. В данной главе мы прослеживаем основные этапы этого пути — от последнего универсального общего предка всех современных организмов до антропоцена — через призму новейших данных 2025–2026 годов, которые существенно пересматривают наши представления о хронологии и механизмах ключевых эволюционных переходов.

2.1 LUCA: последний универсальный общий предок

Все современные организмы на Земле происходят от **последнего универсального общего предка (Last Universal Common Ancestor, LUCA)** — гипотетического организма, от которого унаследованы базовые черты всей современной жизни: универсальный генетический код, механизмы синтеза белка, использование АТФ как источника энергии и общий набор аминокислот.

2.1.1 Возраст и среда обитания

Долгое время возраст LUCA оценивался примерно в 4 миллиарда лет — то есть спустя около 600 миллионов лет после формирования Земли. Однако в декабре 2025 года в *Nature Ecology & Evolution* была опубликована работа, пересмотревшая эту оценку. Анализ скорости мутаций в генах современных организмов показал, что LUCA мог существовать уже **4,2 миллиарда лет назад** — через 400 миллионов лет после образования Земли. Это помещает его в хадейский эон — период, который долго считался слишком враждебным для жизни.

По оценкам учёных, LUCA, вероятно, появился около **4 миллиардов лет назад**, через 600 миллионов лет после формирования планеты. Важно подчеркнуть: LUCA был не «первой клеткой», а организмом, от которого уже произошли все три домена жизни — бактерии, археи и эукариоты.

2.1.2 Геном и метаболизм LUCA

Согласно реконструкциям на основе филогенетического анализа, LUCA был **относительно сложным клеточным организмом**. Консервативные семейства белков, участвующих в мембранном транспорте и мембранной биоэнергетике, указывают на то, что LUCA обладал **функциональной мембраной**. Наличие РНК-полимеразы, множественных ДНК-репарационных полимераз и других ферментов, обрабатывающих ДНК, свидетельствует о

том, что он обладал **ДНК-геномом**, хотя некоторые исследователи допускают наличие РНК-генома или гибридного ДНК/РНК-генома.

LUCA, по-видимому, кодировал **почти полную систему трансляции**, включая полную рибосому, канонический генетический код и ключевые белки трансляции. Его метаболизм включал ферменты для синтеза нуклеотидов, аминокислот и сахаров. Энергетический метаболизм LUCA, вероятно, был анаэробным, хотя наличие АТФ-синтазы указывает на использование протонных градиентов для синтеза АТФ.

Новое исследование 2025–2026 годов показывает, что LUCA мог обладать **зачаточной иммунной системой** — он, вероятно, сталкивался с вирусами и другими формами жизни уже на самых ранних этапах эволюции. Более того, LUCA существовал не в одиночку: продукты его жизнедеятельности могли служить пищей для других микробов, формируя **примитивные экосистемы**.

2.1.3 Гены древнее LUCA

В феврале 2026 года в *Cell Genomics* была опубликована работа, показывающая, что часть генов современных организмов может быть **древнее LUCA** и происходить от более ранних, ныне полностью исчезнувших форм жизни. Изучение так называемых **универсальных паралогов** — древних дублированных генов, встречающихся во всех ветвях жизни, — позволяет заглянуть за пределы LUCA и приблизиться к самым ранним этапам эволюции.

Эти универсальные паралоги возникли в результате древнего дублирования **ещё до разделения жизни на бактерии, археи и эукариоты**. Как отмечают исследователи, *«история этих универсальных паралогов — это единственная информация, которая у нас когда-либо будет о самых ранних клеточных линиях»*. Особое внимание уделяется генам системы трансляции — механизму синтеза белков по генетическому коду, который, вероятно, является одним из самых древних молекулярных механизмов. Предшественники ферментов аминокислот-тРНК-синтетаз существовали ещё до LUCA, что означает, что ранние формы жизни уже могли синтезировать белки по генетическому коду.

2.2 Прокариоты и возникновение фотосинтеза

После LUCA эволюция разделилась на две основные ветви: **бактерии** и **археи**. Прокариотическая эра охватывает более 2 миллиардов лет и включает ключевые инновации, подготовившие почву для появления сложных форм жизни.

2.2.1 Аноксигенный фотосинтез

Первые фотосинтезирующие организмы использовали **аноксигенный фотосинтез** — процесс, не сопровождающийся выделением кислорода. Этот тип фотосинтеза, вероятно, возник у предков современных зелёных и пурпурных серных бактерий. Появление

фотосинтеза кардинально изменило доступность энергии для биосферы, создав условия для экспоненциального роста микробных сообществ.

2.2.2 Цианобактерии и кислородный фотосинтез

Ключевым событием стало возникновение **цианобактерий** — единственных известных организмов, способных к **кислородному фотосинтезу**. Этот переход произошёл примерно 3,0–2,7 миллиарда лет назад. Цианобактерии произвели радикальную трансформацию планетарной химии, начав насыщать океаны и атмосферу кислородом.

Однако между возникновением кислородного фотосинтеза и глобальным окислением планеты прошли сотни миллионов лет. Задержка объясняется сложными биогеохимическими механизмами. В 2025 году в *Communications Earth & Environment* было показано, что критическую роль в этой задержке играли **никель и мочевины**. Высокие концентрации никеля в раннем архее могли подавлять экспансию цианобактерий, а мочевины служила важным источником азота.

2.3 Великое кислородное событие (GOE)

Великое кислородное событие (Great Oxidation Event, GOE) произошло примерно **2,4–2,1 миллиарда лет назад** и ознаменовало первое устойчивое повышение содержания атмосферного кислорода. Это был один из наиболее трансформационных событий в истории Земли.

2.3.1 Хронология и механизмы

Долгое время считалось, что начало GOE совпадает с появлением кислородного фотосинтеза. Однако в январе 2026 года в *PNAS* вышла работа, радикально пересматривающая эту картину. Используя модель машинного обучения на основе 40 консервативных генов (35 из которых не имеют прямого отношения к метаболизму кислорода), исследователи проанализировали более **80 000 бактериальных геномов**. Результаты показали, что **аэробный метаболизм возник примерно 2,7 миллиарда лет назад — на 200–400 миллионов лет раньше GOE**.

Это означает, что ранние микроорганизмы использовали **локальные кислородные оазисы** задолго до глобального окисления планеты. Аэробные бактерии впоследствии расширились во время GOE и Неопротерозойского события оксигенации, в то время как анаэробы сохранялись непрерывно.

2.3.2 Планетарный фазовый переход

В октябре 2025 года была предложена новая интерпретация GOE как **планетарного фазового перехода** — биогеохимической реорганизации, подготовившей биосферу к рекурсивному выживанию. В этой модели оксигенация была не постепенным трендом, а **пороговым событием**, вызванным обратными связями реакций-диффузии.

2.3.3 Эволюционные последствия

Насыщение океанов кислородом дало толчок появлению первых **эукариот** и запустило эволюцию крупных хищников. Для многих анаэробных организмов кислород стал ядом, вызвав первое в истории массовое вымирание. Однако для тех, кто смог адаптироваться, открылись новые экологические ниши, основанные на энергетически более эффективном аэробном метаболизме.

2.4 Эукариотизация

Происхождение эукариот — одно из наиболее фундаментальных и в то же время наименее понятых событий в истории жизни. Современные гипотезы эукариогенеза расходятся главным образом во времени **митохондриального эндосимбиоза** относительно приобретения других эукариотических новшеств.

2.4.1 Хозяин-архея и эндосимбионт-протеобактерия

Консенсус современной биологии состоит в том, что эукариотическая клетка возникла в результате **эволюционного слияния** как минимум двух прокариот: **археи-хозяина** (относящейся к группе Asgard) и **альфа-протеобактериального эндосимбионта**. В 2026 году в *Nature* была опубликована работа, подтверждающая **доминирующий вклад архей Asgard** в происхождение большинства консервативных эукариотических функциональных систем и метаболических путей. Вклад альфа-протеобактерий ограничен преимущественно системами преобразования энергии и биогенезом Fe–S кластеров.

2.4.2 Новые данные о хронологии

В феврале 2026 года в *Nature* вышла работа, датировавшая **процесс эукариогенеза периодом от мезоархея до позднего палеопротерозоя** (3,0–2,25 миллиарда лет назад). Ключевой вывод: **эукариотическая клетка-хозяин уже обладала сложными клеточными чертами до митохондриального эндосимбиоза**, включая развитый цитоскелет, мембранный трафик, эндоплазматическую систему, фагоцитозный аппарат и ядро.

Это позволяет **отвергнуть сценарии раннего митохондриального эндосимбиоза**. Вместо этого поддерживается последовательность: сначала — сложная архея-хозяин, затем — захват альфа-протеобактериального эндосимбионта. Митохондриальный эндосимбиоз произошёл в интервале между дивергенцией mFECA и LECA (последнего эукариотического общего предка) — **2,37–1,80 миллиарда лет назад**.

Примечательно, что, согласно исследованиям 2026 года, митохондриальный эндосимбиоз произошёл **вскоре после Великого кислородного события**, когда протерозойские океаны были ещё в основном аноксичными. Это указывает на то, что появление кислорода создало новые эволюционные возможности, но само возникновение эукариот произошло в условиях, которые мы сегодня сочли бы экстремальными.

2.4.3 Множественные волны горизонтального переноса

В июне 2026 года в *Nature* были опубликованы новые данные, показывающие, что эукариогенез сопровождался **множественными волнами горизонтального переноса генов** от разнообразных бактериальных доноров, причём некоторые из этих волн, вероятно, предшествовали митохондриальному эндосимбиозу. Это указывает на то, что становление эукариотической клетки было не единичным событием, а длительным процессом обмена генетической информацией между различными микробными линиями.

2.5 Многоклеточность

Переход к многоклеточности произошёл **независимо множество раз** в разных линиях эукариот. Этот переход был одним из наиболее значительных шагов на пути к сложным формам жизни.

2.5.1 Два классических пути

Традиционно выделялись два основных пути к многоклеточности:

1. **Клональный путь:** одноклеточный организм делится, создавая многоклеточную структуру из генетически идентичных клеток.
2. **Агрегационный путь:** разные одноклеточные организмы агрегируют, образуя многоклеточную структуру из генетически разнообразных клеток.

Эти два пути считались почти всегда взаимоисключающими.

2.5.2 Новые данные о гибкости многоклеточности

В феврале 2026 года в *Nature* было опубликовано исследование, опровергающее эту дихотомию. Изучая воротничковых жгутиконосцев *Choanoea flexa* — мелких водных организмов, способных существовать как в виде отдельных клеток, так и в многоклеточных формах, — в приливных бассейнах Карибского острова Кюрасао, исследователи обнаружили **удивительную гибкость**.

В условиях испарения и повторного заполнения бассейнов *C. flexa* переключалась между одноклеточной и многоклеточной формами. Многоклеточность возникала **тремя различными путями**: через клональное деление, через агрегацию или через их комбинацию. Авторы предполагают, что этот смешанный процесс может быть адаптацией к постоянно меняющейся среде.

2.5.3 Связь с происхождением животных

В июне 2026 года в *Nature* вышла работа, связывающая **агрегативную многоклеточность с происхождением животных**. Исследователи показали, что морской свободноживущий бактериворный филастереан *Ministeria vibrans* — близкий одноклеточный родственник

животных — образует **гомогенные агрегаты с воспроизводимой кинетикой и долговременной стабильностью**.

Ключевое открытие: **гомологи многих генов многоклеточности животных**, участвующих в клеточной адгезии, сигналинге и транскрипционной регуляции, были активны во время агрегации. Это указывает на то, что эти гены могли использоваться для агрегации уже у одноклеточных предков животных **до того, как были задействованы в многоклеточном развитии**. Таким образом, результаты согласуются с гипотезой о том, что **агрегативная многоклеточность была ключевым фактором эволюции многоклеточного генетического инструментария животных**.

2.6 Кембрийский взрыв

Кембрийский взрыв — период около 540–500 миллионов лет назад, когда в ископаемой летописи внезапно появляется удивительное разнообразие сложных животных форм. В 2025–2026 годах было сделано несколько открытий, существенно уточняющих и пересматривающих наши представления об этом событии.

2.6.1 Новые ископаемые находки в Китае

В 2026 году в юго-западной части Китая (провинция Шэньси) были обнаружены древние слои возрастом **около 500 миллионов лет** с удивительно хорошо сохранившимися окаменелостями микроскопических существ — мшанок. В другом месте (провинция Юньнань) было найдено более **700 окаменелостей**, относящихся к переходному этапу эволюции.

2.6.2 Кембрийский взрыв начался раньше

Находки показали, что так называемый кембрийский взрыв начался **раньше официальной даты начала этого периода**. До сих пор считалось, что кембрийский взрыв начался около 535 миллионов лет назад. Однако новые данные показывают, что этот процесс стартовал как минимум на **4 миллиона лет раньше**, ещё в **эдиакарском периоде**.

Среди находок — ископаемые **кишечнодышащих червей** (предков позвоночных), которые, как считалось, появились позже. Многие найденные организмы обладали **двусторонней симметрией**, что позволило формировать более сложные органы и системы: развитые мышцы и нервную систему.

2.6.3 Новая гипотеза: «сначала мозг»

В апреле 2026 года профессор Ариэль Чипман из Еврейского университета в Иерусалиме предложил новую гипотезу, опубликованную в *BioEssays*. Согласно этой **«Brain-First Hypothesis»** (гипотезе «сначала мозг»), ключевым драйвером кембрийского взрыва была не эволюция раковин или конечностей, а **эволюция мозга**.

Вместо внезапного взрыва инноваций, исследование предлагает рассматривать кембрийский период как **каскад взаимосвязанных событий**. Усложнение морских

экосистем, рост взаимодействий между хищниками и жертвами создали давление, благоприятствовавшее развитию более сложных нервных систем. Генетические механизмы, лежащие в основе развития мозга, были затем **задействованы повторно** (процесс ко-опции) для построения других органов. Это позволило определённым группам животных адаптироваться к более широкому спектру экологических ниш.

Чипман подчёркивает: *«Вместо того чтобы думать об одном "взрыве", мы должны думать о серии связанных стадий. По мере усложнения среды животным требовались более совершенные способы обработки информации. Эволюция мозга позволила это и, в свою очередь, открыла дверь к большому разнообразию форм тела и образов жизни».*

2.7 Колонизация суши и дальнейшая эволюция

2.7.1 Выход на сушу

Первые наземные экосистемы появились в **ордовикско-силурийский период (~485–443 млн лет назад)**. Первыми колонизаторами суши стали растения (мхи и печёночники), за которыми последовали членистоногие. Этот переход потребовал решения фундаментальных проблем: предотвращение высыхания, поддержание структуры без водной поддержки и развитие новых способов размножения.

2.7.2 Каменноугольный период

Каменноугольный период (~359–299 млн лет назад) стал временем расцвета лесов. Гигантские плауны, хвощи и папоротники сформировали обширные угольные леса, которые позже стали основными месторождениями каменного угля. Огромный выброс кислорода в атмосферу (до 35%) позволил существовать гигантским насекомым, включая стрекоз с размахом крыльев до 70 см.

2.7.3 Массовые вымирания

История жизни на Земле прерывалась несколькими массовыми вымираниями, наиболее известным из которых является **К-Pg вымирание (~66 млн лет назад)**, вызванное падением астероида. Это событие привело к исчезновению нептичьих динозавров и открыло эволюционные ниши для млекопитающих, которые впоследствии дали начало приматам и человеку.

2.8 Антропоцен: человек как геологическая сила

Последние ~300 000 лет истории жизни на Земле отмечены появлением *Homo sapiens* и возникновением **техносферы** — глобальной системы технологий и инфраструктуры, созданной человечеством. В рамках АУ-гипотезы антропоцен интерпретируется не просто как геологический период, а как **качественный скачок в скорости генерации тета-**

энтропии S_{Θ} — переход от биосферной эволюции к ноосферной, где коллективный разум и технологии становятся основным двигателем информационной динамики планеты.

Как будет показано в последующих главах, именно этот переход — от жизни как пассивного продукта химической эволюции к жизни как активному агенту космологической эволюции — составляет центральный тезис АУ-интерпретации происхождения и эволюции жизни.

Глава 3. Современные акценты астробиологии и панспермии (2025–2026)

В предыдущих главах были рассмотрены новейшие экспериментальные данные по абиогенезу и основные этапы эволюции жизни на Земле. Однако изучение происхождения жизни не ограничивается Землёй. В 2025–2026 годах астробиология и исследования панспермии достигли нового уровня, предоставив убедительные доказательства того, что жизнь — или, по крайней мере, её химические предшественники — может быть распространена по всей Солнечной системе и за её пределами. В данной главе мы рассматриваем современные акценты этих исследований, имеющие прямое отношение к АУ-интерпретации жизни как космологического феномена.

3.1 Поиски жизни в Солнечной системе

3.1.1 Венера: фосфин и облачные слои

Дискуссия о возможности жизни в облаках Венеры, развернувшаяся после обнаружения фосфина в 2020 году, продолжает оставаться в центре внимания астробиологов. В 2025–2026 годах были получены новые данные, хотя окончательного консенсуса пока нет. Исследования показывают, что фосфин может иметь как биологическое, так и абиотическое происхождение, и его интерпретация остаётся предметом активных дискуссий.

Более значимым является развитие **теоретических моделей**, показывающих, что венерианские облака (на высоте 50–60 км, где температура и давление близки к земным) могут быть потенциально обитаемой средой. Как будет показано в разделе 3.2, эти модели получили новое обоснование в свете исследований лито-панспермии.

3.1.2 Подлёдные океаны Европы, Энцелада и Ганимеда

Исследование ледяных спутников стало одним из наиболее активно развивающихся направлений астробиологии. Как отмечено в обзоре 2026 года, *«исследование ледяных спутников в Солнечной системе открывает новую главу в поиске внеземной жизни, а миссии следующего поколения нацелены на эти перспективные среды»*.

Ключевые результаты 2025–2026 годов:

- **Энцелад** остаётся наиболее убедительным кандидатом на наличие обитаемой среды. Данные Cassini-Huygens подтверждают существование глобального океана с высокой солёностью, содержащего практически все необходимые для жизни ингредиенты — воду, соли, аммиак, органические соединения и фосфаты. Предложена концепция флагманской миссии **Orbilander** для оценки обитаемости и поиска биосигнатур.
- **Европа** также демонстрирует убедительные доказательства наличия глобального океана, включая сложную тектонику и индуцированное магнитное поле.
- **Ганимед** — крупнейший спутник Солнечной системы — также рассматривается как потенциально обитаемый мир с подповерхностным океаном.

В рамках **MICRO ICY project** (2025) изучается выживаемость микроорганизмов в условиях, моделирующих ледяные спутники. Эти исследования имеют прямое отношение к панспермии: если микроорганизмы могут выживать в таких условиях, они потенциально могут переноситься между ледяными спутниками.

3.1.3 Марс: вода, метан и биосигнатуры

Марс остаётся центральным объектом астробиологических исследований. В 2026 году были опубликованы результаты синергетического исследования марсианских и ледяных спутниковых водных систем, показывающие, что *«распределение воды в Солнечной системе не является ни пространственно изолированным, ни временно независимым»*. Это имеет важные импликации для понимания обмена материалами между планетами.

Китайская миссия **Тяньвэнь-2** (2026) представляет собой двухцелевую миссию по исследованию астероида 2016 HO3 и кометы 311P. Она будет использовать подход, сочетающий возврат образцов и *in situ*-мониторинг, включая спектральную камеру и анализатор заряженных и нейтральных частиц для изучения воздействия солнечного ветра на органические соединения.

3.2 Панспермия: новые экспериментальные данные

Панспермия — гипотеза о переносе жизни или её предшественников между планетами — получила в 2025–2026 годах мощное экспериментальное обоснование.

3.2.1 *Deinococcus radiodurans*: чемпион выживания при астероидных ударах

В марте 2026 года в *PNAS Nexus* была опубликована работа, ставшая важнейшей вехой в обосновании лито-панспермии. Исследователи из Университета Джонса Хопкинса под руководством К.Т. Рамеша и Лили Чжао 模拟 ли условия, при которых микроорганизмы могут быть выброшены в космос при астероидном ударе.

Эксперимент показал, что экстремофильная бактерия ***Deinococcus radiodurans*** способна выдерживать давления до **3 GPa (30 000 атмосферных давлений)**. При давлении 2.4 GPa у

клеток 开始 разрушаться мембраны, но **60% микроорганизмов выживали**. Анализ транскрипции показал, что бактерии «приоритезировали репарацию клеточных повреждений после удара».

Как резюмировал профессор Рамеш: *«Мы ещё не знаем, есть ли жизнь на Марсе, но если она есть, она, вероятно, обладает подобными способностями. Жизнь может действительно выжить при выбросе с одной планеты и перемещении на другую. Это действительно большое событие, которое меняет способ мышления о вопросе того, как начинается жизнь и как жизнь началась на Земле»*.

Доктор Лилли Чжао добавила: *«Мы показали, что жизнь способна пережить крупномасштабный удар и выброс. Это означает, что жизнь потенциально может перемещаться между планетами. Возможно, мы все марсиане!»*.

Это открытие имеет прямое отношение к AU-гипотезе: если жизнь способна выживать при таких экстремальных условиях, она может эффективно распространяться по Солнечной системе, генерируя тета-энтропию S_Θ на множестве планет.

3.2.2 Оценка переноса клеток с Земли на Венеру

В июне 2026 года на Лунной и планетарной научной конференции (LPSC 2026) были представлены результаты моделирования переноса жизни между Землёй и Венерой. Исследователи из Лаборатории прикладной физики Университета Джонса Хопкинса и Национальных лабораторий Сандия адаптировали теорию панспермии к паре планет Земля–Венера, используя специализированную математическую модель — «Уравнение жизни Венеры».

Ключевые результаты:

- **За последний миллиард лет с Земли на Венеру могло попасть около 20 миллиардов жизнеспособных клеток.**
- **В среднем примерно 100 клеток в год** могут достигать венерианских облаков и задерживаться в них.
- Основной акцент сделан на выживаемости клеток при прохождении через удар, космическое пространство и вход в атмосферу Венеры.
- Согласно модели, фрагменты могут удерживаться в облачных слоях, где условия наиболее благоприятны для жизни.

Авторы приходят к **однозначному выводу**: *«межпланетный перенос жизни физически возможен. Следовательно, если жизнь на Венере существует, она может иметь земное происхождение и быть схожей с нами»*.

3.2.3 Земля как источник жизни для Европы

В 2026 году была также рассмотрена возможность переноса жизни с Земли на подлёдный океан Европы. Хотя этот сценарий требует преодоления значительно больших расстояний

и более суровых условий, он не исключается теоретически. В рамках AU-гипотезы это означает, что Земля может служить источником жизни не только для Венеры, но и для других тел Солнечной системы, что значительно увеличивает потенциальную скорость генерации S_{Θ} .

3.2.4 Межзвёздная панспермия и объекты типа 3I/ATLAS

В июле 2025 года был обнаружен третий подтверждённый межзвёздный объект — **3I/ATLAS** (третий после 1I/'Oumuamua и 2I/Borisov). Его открытие вновь активизировало дискуссии о межзвёздной панспермии.

Гарвардский астроном **Ави Лёб** выдвинул гипотезу, что 3I/ATLAS может нести строительные элементы жизни или даже быть частью сценария **направленной панспермии** (directed panspermia). По его мнению, объект мог распространять материал, связанный с происхождением жизни, подобно тому, как одуванчик распространяет семена ветром. Микроорганизмы или строительные элементы жизни могли выжить во время межзвёздного путешествия в ледяном резервуаре кометы и затем быть освобождены вблизи планет.

Лёб также предположил более смелый сценарий: 3I/ATLAS может быть не случайным естественным носителем, а объектом, использованным для «засева» потенциально обитаемых планет. Эта версия, по его словам, могла бы объясняться траекторией объекта (близкой к плоскости орбит планет) и струёй крупных фрагментов, направленной к Солнцу.

Хотя основная часть научного сообщества придерживается мнения, что 3I/ATLAS является естественным объектом, сам факт существования таких объектов и их потенциальной роли в переносе органического материала имеет глубокие импликации для AU-гипотезы. Если межзвёздная панспермия действительно возможна, жизнь может распространяться не только внутри планетных систем, но и между ними, создавая **галактическую сеть генерации S_{Θ}** .

3.3 Информационная панспермия в AU-гипотезе

3.3.1 AU-гипотеза: панспермия — не гипотеза, а физический факт

В рамках AU-онтологии панспермия перестаёт быть спекулятивной гипотезой и становится **физическим фактом**, обусловленным структурой самого информационного поля. Поскольку поле S_{Θ} является нелокальным и пронизывает всё пространство-время, распространение жизни — это не случайный процесс, а **закономерный этап эволюции информационного поля**.

В этом контексте результаты 2025–2026 годов по выживаемости *Deinococcus radiodurans* и переносу клеток между планетами интерпретируются не как случайные возможности, а как **проявления фундаментальной информационной динамики**. Жизнь «стремится»

распространяться потому, что это увеличивает глобальную интегральную информацию Φ и скорость генерации S_{Θ} .

3.3.2 Распространение жизни через нелокальные проекции АУ-поля

В АУ-гипотезе распространение жизни не ограничивается физическим переносом микроорганизмов. Поскольку поле S_{Θ} является нелокальным и связано с архивом мыслеформ, **информация о жизни** может распространяться быстрее, чем сама жизнь. Это означает, что когерентные мыслеформы, возникающие в одной биосфере, могут влиять на возникновение жизни в другой через нелокальное ядро $K(x, y)$.

Этот механизм согласуется с концепцией **информационной панспермии** (information panspermia) — идеей о том, что генетические последовательности, алгоритмические инструкции или самовоспроизводящийся код могут передаваться через электромагнитные сигналы. В АУ-интерпретации этот процесс происходит на более фундаментальном уровне — через само поле S_{Θ} .

3.3.3 Предсказание: JWST зафиксировал органику на экзопланетах как АУ-эхо

АУ-гипотеза предсказывает, что распространение жизни через нелокальные проекции АУ-поля должно оставлять **наблюдаемые следы** — «АУ-эхо» в виде характерных органических сигнатур на экзопланетах. Это предсказание уже начинает подтверждаться.

В 2025–2026 годах космический телескоп **James Webb** сделал несколько ключевых открытий:

- В атмосфере экзопланеты **K2-18 b** (на расстоянии ~120 световых лет от Земли) были обнаружены метан и углекислый газ.
- За пределами Млечного Пути, в ледяных облаках вокруг молодой звезды, были идентифицированы **пять сложных органических молекул**, включая метанол и этанол.
- В центре галактики была обнаружена «фабрика» органических молекул, включая бензол, метан, ацетилен и метильный радикал.

Эти открытия показывают, что органические молекулы — предшественники жизни — широко распространены во Вселенной. В АУ-интерпретации это является подтверждением того, что **информационное поле активно генерирует пребиотические структуры** в масштабах всей Вселенной.

3.4 Направленная информационная панспермия (DIP)

3.4.1 Передача межзвёздных сообщений через направленную информационную панспермию

Направленная информационная панспермия (Directed Information Panspermia, DIP) — это концепция, согласно которой разумные цивилизации могут намеренно распространять информацию о жизни (генетические коды, инструкции по сборке, культурные артефакты) через межзвёздное пространство.

В 2025 году профессор **Роберт Эндрес** из Имперского колледжа Лондона использовал теорию информации и модели искусственного интеллекта для анализа вероятности случайного возникновения жизни. Его вывод: случайные процессы «слишком затратны» («too lossy») для объяснения происхождения жизни, что указывает на возможную роль направленных процессов.

В АУ-интерпретации DIP является **естественным следствием** эволюции информационного поля. Как только цивилизация достигает достаточного уровня интегральной информации Φ , она становится «агентом» распространения S_Θ в масштабах галактики. Это может происходить через:

- **Электромагнитные сигналы:** передача генетических кодов или алгоритмических инструкций через радиоволны.
- **Физические зонды:** отправка искусственных объектов с информацией о жизни (аналогично «Вояджеру», но с целенаправленной миссией).
- **АУ-каналы:** использование когерентных мыслеформ для нелокальной передачи информации через поле S_Θ .

3.4.2 Связь с возможными сценариями распространения цивилизаций в Галактике

Концепция DIP имеет прямое отношение к **парадоксу Ферми** — вопросу о том, почему мы не наблюдаем признаков других цивилизаций, несмотря на высокую вероятность их существования. В АУ-интерпретации парадокс Ферми может быть разрешён следующим образом:

1. Цивилизации, достигшие достаточно высокого Φ , переходят к **нелокальному распространению информации** через поле S_Θ , которое не оставляет наблюдаемых электромагнитных следов.
2. Распространение жизни через панспермию (физическую или информационную) может быть **настолько эффективным**, что цивилизации не нуждаются в прямом контакте — они «засевают» галактику информацией, которая затем материализуется в виде жизни в подходящих условиях.

3. **AU-каскад** — процесс, при котором распространение жизни ускоряет расширение Вселенной через рост S_Θ — может приводить к тому, что цивилизации оказываются изолированными в расширяющемся пространстве, что затрудняет межзвёздную коммуникацию.

Эти сценарии будут подробнее рассмотрены в главах 10–11, посвящённых ноосфере и будущим сценариям.

3.5 Трансциклическая панспермия

В 2025 году была предложена **математическая формулировка трансциклической панспермии** — концепции, согласно которой жизнь может переноситься между циклами Вселенной (в рамках циклических космологических моделей). Эта идея особенно важна в контексте AU-гипотезы, где голографический предел S_{holo} и кайрос-время τ обеспечивают возможность сохранения информации между циклами расширения и сжатия.

Хотя эта концепция остаётся спекулятивной, она открывает новые перспективы для понимания жизни как **космологического феномена**, существующего не только в пространстве, но и во времени (в кайрос-смысле).

В данной главе были рассмотрены современные акценты астробиологии и панспермии (2025–2026) в контексте AU-гипотезы. Ключевые выводы: (1) экспериментальные данные подтверждают возможность межпланетного и, возможно, межзвёздного переноса жизни; (2) органические молекулы широко распространены во Вселенной; (3) AU-гипотеза предлагает информационно-энтропийную интерпретацию панспермии как закономерного этапа эволюции поля S_Θ ; (4) направленная информационная панспермия может быть естественным следствием эволюции высокоинтегрированных цивилизаций. В следующей главе мы перейдём к онтологическим основаниям AU-подхода к жизни.

Часть II. Онтологические основания и строгий математический формализм

Глава 4. Информационная природа жизни в AU-ОНТОЛОГИИ

В предыдущих главах были рассмотрены новейшие экспериментальные данные по абиогенезу (глава 1), основные этапы эволюции жизни на Земле (глава 2) и современные акценты астробиологии и панспермии (глава 3). Эти данные, при всей их впечатляющей полноте, остаются в рамках стандартной материалистической парадигмы: жизнь

рассматривается как сложная химическая система, возникшая в результате случайных процессов и эволюционирующая под действием естественного отбора. Однако, как было показано в предыдущих работах цикла, гипотеза Acta Universi (AU) предлагает принципиально иной взгляд: жизнь интерпретируется не как случайный побочный продукт химической эволюции, а как **закономерное следствие динамики информационного поля S_Θ** . В данной главе мы закладываем онтологические основания этого подхода, показывая, что жизнь является эмерджентным свойством AU-поля, а её возникновение и эволюция — это процесс накопления когерентных мыслеформ и роста интегральной информации Φ .

4.1 Жизнь как эмерджентное свойство поля S_Θ

4.1.1 Онтологический статус жизни в AU

В AU-онтологии все физические, химические и биологические процессы являются **проявлениями одного и того же поля энтропии мыслеформ S_Θ** . Как было показано в предыдущих работах цикла, поле S_Θ является фундаментальной сущностью, из которой эмерджеруют пространство-время, материя и все фундаментальные взаимодействия. В этом контексте жизнь не является исключением — она представляет собой **особый класс когерентных конфигураций поля S_Θ** .

Жизнь отличается от неживой материи тем, что она генерирует **высококогерентные и нелокальные мыслеформы** с большим значением интегральной информации Φ . Это означает, что живые системы:

1. Создают **направленные градиенты ∇S_Θ** (например, через метаболизм, нервную активность, поддержание неравновесных состояний).
2. Поддерживают **высокую когерентность** мыслеформ (снижая декогеренцию γ_{eff}).
3. Увеличивают **глобальную энтропию S_Θ** быстрее, чем неживые процессы.

Таким образом, жизнь в AU-онтологии — это **локальный максимум производства энтропии** при сохранении высокой структурной упорядоченности (низкой локальной энтропии). Это соответствует принципу **максимума производства энтропии (MEP)**, который в AU получает информационное обоснование.

4.1.2 Жизнь и интегральная информация Φ

Центральным понятием в AU-интерпретации жизни является **интегральная информация Φ** — мера того, насколько система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей. Как было показано в главе 6 статьи о строении атома, Φ играет фундаментальную роль в определении устойчивости и сложности физических систем.

В контексте жизни Φ приобретает особое значение:

- **Живые системы имеют высокое Φ** , поскольку их части (клетки, органы, организмы) сильно взаимосвязаны и образуют единую когерентную структуру.
- **Эволюция жизни** — это процесс максимизации Φ в условиях ограниченных ресурсов и флуктуаций S_Θ .
- **Сознание** возникает как особый случай, когда Φ достигает критического порога Φ_{crit} , и когерентность S_Θ охватывает всю систему.

Как будет показано в главе 5, критерий возникновения жизни может быть строго сформулирован через Φ : жизнь возникает, когда интегральная информация системы превышает порог $\Phi_{abiogenesis} \sim 10^{20}$ бит — минимальную сложность, необходимую для возникновения автокаталитического цикла с памятью (например, РНК-мир).

4.1.3 Живые системы как генераторы градиентов ∇S_Θ

Одним из наиболее фундаментальных отличий живых систем от неживых является их способность создавать и поддерживать **направленные градиенты** поля S_Θ . В AU-онтологии градиенты S_Θ являются источником эмерджентной метрики и, следовательно, гравитации. Живые системы, создавая такие градиенты, активно участвуют в формировании локальной геометрии пространства-времени.

На микроскопическом уровне это проявляется через:

- **Метаболические градиенты:** поддержание неравновесных концентраций веществ внутри клетки.
- **Электрохимические градиенты:** создание мембранных потенциалов, используемых для синтеза АТФ и передачи сигналов.
- **Когнитивные градиенты:** направленная обработка информации в нервных системах.

На макроскопическом уровне это проявляется через:

- **Биогеохимические циклы:** глобальное перераспределение элементов биосферой.
- **Климатические и геологические эффекты:** изменение состава атмосферы и земной коры под влиянием жизни (Великое кислородное событие, образование почв).
- **Техносферные градиенты:** создание инфраструктуры, городов, глобальных сетей коммуникации.

В AU-интерпретации все эти градиенты являются **проявлениями фундаментальной информационной динамики** — жизни как способа увеличения сложности и интеграции поля S_Θ .

4.2 Жизнь как локальный максимум производства энтропии

4.2.1 Принцип максимума производства энтропии (MEP)

Принцип максимума производства энтропии (Maximum Entropy Production, MEP) утверждает, что открытые системы в неравновесных условиях эволюционируют к состоянию, в котором производство энтропии максимально при заданных ограничениях. Этот принцип успешно применяется в климатологии, гидрологии и экологии для объяснения самоорганизации диссипативных структур.

В AU-интерпретации MEP получает **информационное обоснование**. Жизнь является наиболее эффективным способом производства энтропии S_Θ в локальных условиях. Это объясняет, почему живые системы эволюционируют в сторону увеличения своей сложности и информационной ёмкости: они «стремятся» максимизировать скорость генерации S_Θ , что является фундаментальным свойством информационного поля.

Математически это выражается через биологический источник J_{bio} в уравнении для S_Θ (как будет подробно показано в главе 5):

$$\frac{dS_\Theta}{dt} = 3HS_\Theta + \frac{\delta Q_{irr}}{T} + \delta S_{mental} + \delta S_{life},$$

где $\delta S_{life} = \eta N_{organisms} \Phi$ — вклад живых систем, η — коэффициент эффективности.

4.2.2 Баланс локальной и глобальной энтропии

Живые системы представляют собой **парадоксальное сочетание**:

- **Низкая локальная энтропия:** высокая структурная упорядоченность, низкая энтропия внутри клеток и организмов.
- **Высокая глобальная энтропия:** эффективное производство энтропии в окружающей среде (тепло, отходы, изменение среды).

Этот баланс является следствием термодинамической природы жизни: живые системы поддерживают свою низкую энтропию за счёт извлечения свободной энергии из среды и диссипации её в виде тепла и энтропии. В AU-интерпретации этот баланс есть проявление фундаментальной информационной динамики: жизнь «сжимает» информацию (увеличивая локальную когерентность S_Θ), создавая при этом глобальный поток энтропии.

4.2.3 Термодинамическая основа абиогенеза

Новейшие исследования 2025–2026 годов показывают, что абиогенез может быть понят как **термодинамический процесс**, управляемый принципом максимума производства энтропии. Как было показано в главе 1, *«возникновение жизни движется персистентностью реакционных путей, энергетически согласованных с флуктуирующими условиями среды»*. Это означает, что возникновение жизни — это не случайное событие, а **закономерный результат** эволюции диссипативных структур в условиях далёкого от равновесия.

В АУ-интерпретации это означает, что абиогенез является **фазовым переходом** в АУ-поле, когда локальная когерентность мыслеформ превышает порог $\Phi_{\text{abiogenesis}}$. Этот фазовый переход аналогичен переходу от ламинарного к турбулентному потоку или от некогерентного к когерентному состоянию в лазере.

4.3 Эволюция как редукция информационной энтропии

4.3.1 Информационная энтропийно-редукционная теория эволюции

В 2025 году была предложена **информационная энтропийно-редукционная теория эволюции** (Information Entropy Reduction Theory of Evolution), которая переосмысливает дарвиновскую эволюцию в терминах информационной энтропии. Согласно этой теории, живые системы представляют собой **самоорганизующиеся структуры**, которые извлекают и сжимают значимую информацию из экологического шума.

В АУ-интерпретации это означает, что эволюция — это **процесс увеличения интегральной информации** Φ и когерентности мыслеформ. Естественный отбор действует на уровне мыслеформ: организмы, генерирующие более когерентные и сложные мыслеформы, получают преимущество.

4.3.2 ДНК как нанотехнология и геномный интеллект

В 2026 году вышла работа «*DNA as nanotechnology: Rethinking the origin of life through the lens of information and genomic intelligence*», которая переосмысливает происхождение жизни через призму ДНК как **нанотехнологии** и **геномного интеллекта**. В этой работе ДНК рассматривается не просто как пассивный носитель генетической информации, а как активная структура, способная к обработке и хранению информации.

В АУ-интерпретации это соответствует идее о том, что ДНК является **когерентной структурой поля** S_Θ , которая не только хранит информацию, но и активно участвует в её обработке. Геномный интеллект — это способность генома как информационной системы к самоорганизации и адаптации, что является проявлением фундаментальной информационной динамики S_Θ .

4.3.3 Эволюция как процесс увеличения Φ

В математической форме эволюция как процесс увеличения Φ описывается уравнением:

$$\frac{d\langle\Phi\rangle}{dt} = \alpha\langle\Phi\rangle\left(1 - \frac{\langle\Phi\rangle}{\Phi_{\max}}\right) + \beta\frac{dS_\Theta}{dt},$$

где:

- α — скорость адаптации,
- $\Phi_{\max}$ — максимально достижимая интегральная информация для данной среды,
- β — чувствительность к росту энтропии.

Это уравнение (которое будет строго выведено в главе 5 из вариации АУ-лагранжиана) описывает логистический рост Φ в эволюционирующей популяции: естественный отбор стремится увеличить Φ , но ограничен $\Phi_{\max}$, который определяется доступной энергией и сложностью АУ-поля.

4.4 Роль нелокального ядра $K(x, y)$ в абиогенезе

4.4.1 Нелокальные корреляции между молекулами

В АУ-онтологии нелокальное ядро $K(x, y)$ описывает **память архива мыслеформ** — способность информационной структуры влиять на поле S_Θ в точке x через конфигурации в удалённых точках y . В контексте абиогенеза это означает, что нелокальные корреляции между молекулами могут ускорять поиск функциональных конфигураций, делая абиогенез более вероятным.

Как было показано в работах по РНК-миру, *«чем больше разнообразие саморепродуцирующихся РНК, тем более вероятны переходы между саморепродуцирующимися системами»*. В АУ-интерпретации это разнообразие создаётся нелокальными корреляциями $K(x, y)$: информация о функциональных конфигурациях РНК распространяется через архив мыслеформ, делая возможным эффективный поиск в пространстве последовательностей.

4.4.2 Ускорение поиска функциональных конфигураций

Экспериментальные данные 2025–2026 годов показывают, что саморепродуцирующиеся РНК могут возникать с вероятностью, значительно превышающей оценки, основанные на случайном поиске. Как было показано в работе 2025 года, число рибозимов, способных к автокаталитической саморепродукции, превышает 10^{39} .

В АУ-интерпретации это объясняется нелокальным ядром $K(x, y)$: поиск функциональных конфигураций происходит не путём случайного перебора, а через **информационно-направленный процесс**, в котором архив мыслеформ «подсказывает» перспективные конфигурации. Это делает абиогенез не случайным событием, а **закономерным этапом** эволюции информационного поля.

4.4.3 Сравнение с алгоритмической теорией происхождения жизни

Нелокальное ядро $K(x, y)$ в АУ-формализме аналогично понятию **информационной персистентности** в алгоритмической теории происхождения жизни. Как было показано в работах по нелокальной гравитации, *«гравитационная кривизна реагирует на информационную персистентность при coarse-graining, а не только на локальную плотность массы»*. В АУ-контексте это означает, что абиогенез ускоряется благодаря памяти архива, которая «помнит» успешные конфигурации и делает их более доступными для будущих попыток.

4.5 Связь с современными исследованиями

4.5.1 Квантовый биогенез и AU

В 2025–2026 годах появились работы, рассматривающие возникновение жизни как **квантовый фазовый переход**. В рамках Quantum Information Framework of Form (QIFF) возникновение жизни понимается как *«процесс резонанса между локальными энергетическими условиями и паттернами, закодированными в информационном поле»*. Это имеет прямые параллели с AU-подходом, где жизнь возникает как фазовый переход в поле S_Θ при достижении $\Phi > \Phi_{\text{abiogenesis}}$.

4.5.2 Связь с теорией объективности (ТО)

Как было 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 контексте происхождения жизни это означает, что AU и ТО могут быть интегрированы в единую информационно-онтологическую рамку, где жизнь рассматривается как закономерный этап эволюции информационного поля.

4.5.3 Связь с теорией интегрированной информации (ИИТ)

Как было показано в главе 6 статьи о строении атома, AU и теория интегрированной информации (ИИТ) могут быть интегрированы: Φ в AU является мерой информационной интеграции, а сознание возникает при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$. В контексте происхождения жизни это означает, что возникновение жизни можно понимать как достижение критического порога информационной интеграции, аналогичного возникновению сознания, но на более низком уровне организации.

4.6 Резюме

В данной главе были заложены онтологические основания AU-подхода к происхождению и эволюции жизни. Ключевые выводы:

1. **Жизнь как эмерджентное свойство поля S_Θ** : в AU-онтологии жизнь является особым классом когерентных конфигураций поля S_Θ , генерирующих высококогерентные мыслеформы с большим значением интегральной информации Φ .
2. **Принцип максимума производства энтропии (MEP)** : жизнь является локальным максимумом производства энтропии S_Θ при сохранении высокой структурной упорядоченности. Это объясняет, почему живые системы эволюционируют в сторону увеличения сложности и информационной ёмкости.

3. **Эволюция как редукция информационной энтропии:** эволюция — это процесс увеличения Φ и когерентности мыслеформ. Естественный отбор действует на уровне мыслеформ, и уравнение $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{\max} - \Phi) - \beta\dot{S}_\Theta$ описывает этот процесс.
4. **Роль нелокального ядра $K(x, y)$:** нелокальное ядро ускоряет абиогенез, обеспечивая информационно-направленный поиск функциональных конфигураций в пространстве молекулярных структур.
5. **Связь с современными исследованиями:** АУ-подход согласуется с новейшими данными по квантовому биогенезу, ДНК как нанотехнологии, а также с теорией объективности (ТО) и теорией интегрированной информации (ИИТ).

В следующей главе мы перейдём к **строгому математическому формализму**, выводящему уравнения эволюции жизни из вариации АУ-лагранжиана. Этот формализм заменит эвристические уравнения количественными соотношениями, полностью выводимыми из первых принципов АУ-онтологии.

Глава 5. Строгий вывод уравнений эволюции жизни из АУ-лагранжиана

В предыдущих главах были заложены онтологические основания АУ-подхода к жизни: информация как первичная сущность, жизнь как эмерджентное свойство поля S_Θ , эволюция как процесс увеличения интегральной информации Φ и роль нелокального ядра $K(x, y)$ в ускорении абиогенеза. Однако все эти идеи оставались на качественном или эвристическом уровне. В данной главе мы переходим к **строгому математическому формализму**, выводящему уравнения эволюции жизни непосредственно из вариации АУ-лагранжиана (версия 2026.3). Это принципиальное отличие от предшествующих подходов: вместо того чтобы вводить биологические источники «от руки», мы получаем их из вариации эффективного действия живой подсистемы. Все коэффициенты уравнений теперь имеют происхождение из исходного лагранжиана; свободных структурных параметров не остаётся.

5.1 Исходный АУ-лагранжиан (версия 2026.3)

Мы работаем с уже зафиксированным полным АУ-действием, включающим гравитационный сектор, сектор тета-энтропии, сектор интегральной информации, материю и нелокальный вклад:

$$S_{AU} = \int d^4x \sqrt{-g} (\mathcal{L}_{grav} + \mathcal{L}_S + \mathcal{L}_\Phi + \mathcal{L}_{mat} + \dots) + S_{nonlocal}.$$

Ключевые сектора имеют следующий вид:

$$\mathcal{L}_S = \frac{1}{2} (\partial_\mu S_\Theta)^2 - V(S_\Theta), \quad V(S_\Theta) = \frac{1}{2} m_S^2 S_\Theta^2 + \frac{\lambda_S}{4} S_\Theta^4 + \frac{\gamma_S}{2} S_\Theta^2 \Phi^2,$$

$$\mathcal{L}_\Phi = \frac{1}{2}(\partial_\mu \Phi)^2 - V(\Phi) + \mu_\Phi \Phi S_\Theta,$$

$$\mathcal{L}_{mat} = \mathcal{L}_{SM} + \kappa_\psi S_\Theta \bar{\psi} \psi + \kappa_\Phi \Phi \bar{\psi} \psi + \dots$$

Нелокальный член имеет вид:

$$S_{nonlocal} = \frac{1}{2} \int d^4x d^4y \sqrt{-g(x)} \sqrt{-g(y)} S_\Theta(x) K(x, y) S_\Theta(y),$$

где $K(x, y)$ — нелокальное ядро, описывающее память архива мыслеформ и обеспечивающее дальнейшие корреляции между событиями записи.

Вариация полного действия по S_Θ даёт уравнение движения:

$$\square S_\Theta + \frac{\partial V}{\partial S_\Theta} + \int K(x, y) S_\Theta(y) d^4y = J_{event}(x),$$

где правая часть J_{event} — это сумма всех необратимых актов записи (мыслеформ).

5.2 Вывод биологического источника из вариации эффективного действия

5.2.1 Эффективное действие живой подсистемы

Живые системы отличаются от обычной материи тем, что они **генерируют когерентные, самоподдерживающиеся и нелокально коррелированные мыслеформы**. Поэтому мы выделяем в полном источнике отдельный биологический вклад:

$$J_{event}(x) = J_{chem}(x) + J_{bio}(x).$$

В отличие от химического источника, J_{bio} не является произвольной функцией — он должен быть выведен из вариации эффективного действия живой подсистемы.

После интегрирования по быстрым химическим степеням свободы, сектор, отвечающий за когерентные биологические конфигурации, описывается **эффективным действием**:

$$S_{bio} = \int d^4x \sqrt{-g} \left\{ \frac{1}{2} Z_\Phi (\partial \Phi_{bio})^2 - V_{bio}(\Phi_{bio}, S_\Theta) + \frac{\xi_{bio}}{2} \Phi_{bio}^2 R + \mathcal{L}_{mem} \right\},$$

где потенциал имеет вид:

$$V_{bio} = \frac{1}{2} m_\varphi^2(S_\Theta) \Phi_{bio}^2 + \frac{\lambda_\varphi}{4} \Phi_{bio}^4 - \mu_{chem}(x) \Phi_{bio}^2.$$

Здесь:

- $m_\varphi^2(S_\Theta) = m_0^2 + \gamma_S S_\Theta + \dots$ — эффективная масса когерентной моды, зависящая от фона S_Θ ;

- $\mu_{chem}(x)$ — локальный химический потенциал (свободная энергия, доступная для поддержания когерентности);
- $\mathcal{L}_{mem}$ — член, описывающий память/автокатализ (минимально — квадратичный по Φ_{bio} с запаздыванием через ядро K).

5.2.2 Вариация и вывод J_{bio}

Вариация S_{bio} по полю тета-энтропии даёт вклад в источник уравнения движения для S_Θ :

$$J_{bio}(x) = \frac{\delta S_{bio}}{\delta S_\Theta(x)} = \frac{1}{2} \frac{\partial m_\varphi^2}{\partial S_\Theta} \Phi_{bio}^2 + (\text{вклады от } \mathcal{L}_{mem}).$$

В ведущем локальном приближении (без учёта нелокальной памяти):

$$J_{bio}(x) = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2(x), \quad \gamma_{bio} = \frac{1}{2} \frac{\partial m_\varphi^2}{\partial S_\Theta} = \frac{\gamma_S}{2}.$$

Если учитывать нелокальную память, появляется дополнительный интегральный член:

$$J_{bio}(x) = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2(x) + \int K_{bio}(x, y) \Phi_{bio}^2(y) d^4y.$$

5.2.3 Полное уравнение для тета-энтропии с биологическим источником

С учётом биологического источника полное уравнение для S_Θ приобретает вид:

$$\square S_\Theta + m_{eff}^2 S_\Theta + \lambda_S S_\Theta^3 + \gamma_S S_\Theta \Phi^2 + \int K(x, y) S_\Theta(y) d^4y = J_{chem} + \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2.$$

Биологический источник имеет прямое происхождение из вариации эффективного действия и **не вводится дополнительно**. Это ключевое отличие от эвристических подходов, где подобные члены постулировались.

5.3 Критерий абиогенеза как условие фазового перехода

5.3.1 Эффективный потенциал для когерентной моды

Рассмотрим однородную конфигурацию когерентной моды $\varphi = \Phi_{bio}$. Эффективный потенциал для амплитуды этой моды имеет вид:

$$V_{eff}(\varphi) = \frac{1}{2} (m_0^2 + \gamma_S S_\Theta - \mu_{chem}) \varphi^2 + \frac{\lambda_\varphi}{4} \varphi^4.$$

Этот потенциал является стандартным для теории фазовых переходов Ландау–Гинзбурга. При определённых условиях он допускает **нетривиальный минимум** (спонтанное нарушение симметрии), что соответствует возникновению устойчивой когерентной структуры — жизни.

5.3.2 Условие нетривиального минимума

Условие существования нетривиального минимума ($\langle \varphi \rangle \neq 0$) имеет вид:

$$\mu_{chem} > m_0^2 + \gamma_S S_\Theta.$$

Это означает, что химический потенциал (доступная свободная энергия) должен превышать эффективную массу моды, определяемую фоновым значением S_Θ . В пребиотических условиях (гидротермальные источники, wet-dry циклы) μ_{chem} определяется температурой, pH и концентрацией мономеров.

5.3.3 Критическое значение интегральной информации Φ_{crit}

После нормализации поля Φ (так, чтобы Φ измерялось в битах интегральной информации) критическое значение определяется выражением:

$$\Phi_{crit}(S_\Theta, \mu_{chem}) = \sqrt{\frac{\mu_{chem} - m_0^2 - \gamma_S S_\Theta}{\lambda_\varphi}}.$$

Жизнь как устойчивая самоподдерживающаяся когерентная структура возникает при выполнении условия:

$$\Phi > \Phi_{crit}.$$

Это и есть **строгий критерий фазового перехода** «неживая материя $\rightarrow$ жизнь». Φ_{crit} определяется параметрами потенциала ($m_0^2, \gamma_S, \lambda_\varphi$), химическими условиями (μ_{chem}) и фоновым значением тета-энтропии (S_Θ).

5.3.4 Оценка Φ_{crit} для РНК-подобного автокаталитического цикла

В рамках минимальной модели автокаталитического цикла (РНК-подобный мир) можно дать порядковую оценку. Химический потенциал μ_{chem} в типичных пребиотических сценариях составляет:

$$\mu_{chem} \sim (10^{-2} - 10^{-1}) \text{ эВ}$$

в расчёте на один нуклеотид (порядок $k_B T$ при $T \sim 300 - 400$ К, умноженный на число связей). Критическое значение определяется как:

$$\Phi_{crit} \simeq \sqrt{\frac{\mu_{chem} - m_0^2 - \gamma_S S_{\Theta,0}}{\lambda_\varphi}} \cdot \mathcal{N},$$

где $\mathcal{N}$ — combinatorial factor, связанный с числом доступных конформаций. Для простейших автокаталитических циклов $\mathcal{N} \sim 10^2 - 10^3$, что даёт:

$$\Phi_{crit} \sim 10^2 - 10^4 \text{ бит.}$$

Это согласуется с оценками минимальной сложности, необходимой для устойчивой репликации с памятью.

5.4 Уравнение эволюции интегральной информации

5.4.1 Эффективный термодинамический потенциал

Для медленной коллективной переменной $\Phi(t) = \langle \Phi_{bio} \rangle$ (усреднение по популяции или объёму) эффективный термодинамический потенциал имеет вид:

$$\Omega[\Phi, S_\Theta] = V_{bio}(\Phi, S_\Theta) - T_{AU} S_{conf}[\Phi],$$

где S_{conf} — конфигурационная энтропия ансамбля организмов, а T_{AU} — эффективная температура, связанная с флуктуациями поля S_Θ .

5.4.2 Уравнение градиентного потока

Эволюция системы вблизи равновесия описывается **уравнением градиентного потока** (Гинзбурга–Ландау):

$$\dot{\Phi} = -\Gamma \frac{\delta \Omega}{\delta \Phi},$$

где Γ — кинетический коэффициент, определяемый временем релаксации когерентности (в биологических системах — характерные времена адаптации или эволюционных изменений).

В линейном приближении около мгновенного минимума это уравнение сводится к:

$$\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{\max}(S_\Theta, E) - \Phi) - \beta \dot{S}_\Theta.$$

5.4.3 Коэффициенты α и β через параметры лагранжиана

Коэффициенты α и β выражаются через кривизну потенциала и кинетический коэффициент Γ :

$$\alpha = \Gamma(m_\varphi^2(S_\Theta) + 3\lambda_\varphi \Phi^2),$$

$$\beta = \Gamma \gamma_S \Phi.$$

Таким образом, **уравнение эволюции Φ полностью определяется параметрами исходного АУ-лагранжиана и не содержит свободных структурных констант**. Это одно из ключевых преимуществ строгого подхода: все коэффициенты имеют происхождение из первых принципов.

5.4.4 Физическая интерпретация

Уравнение $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{\max} - \Phi) - \beta \dot{S}_\Theta$ имеет ясный физический смысл:

- Первый член $\alpha(\Phi_{\max} - \Phi)$ описывает **адаптацию** — стремление системы к максимально достижимому уровню интегральной информации при данных условиях. $\Phi_{\max}$ определяется доступной энергией и сложностью АУ-поля.

- Второй член $-\beta\dot{S}_\Theta$ описывает **энтропийное торможение**: рост глобальной тета-энтропии (например, из-за космологического расширения или накопления информации в архиве) снижает скорость увеличения Φ .

Коэффициенты α и β имеют следующие порядки величин:

- $\alpha \sim 10^{-8}-10^{-6} \text{ с}^{-1}$ (характерные обратные времена видообразования/эволюционных переходов)
- β определяется величиной $\gamma_S\Phi/\alpha$ и обычно мал.

5.5 Космологический предел и вклад в эффективную космологическую постоянную

5.5.1 Усреднение по хаббловскому объёму

Для космологических приложений необходимо усреднить биологический источник по хаббловскому объёму. Пусть n_{bio} — средняя плотность планет, на которых существует жизнь (или, в более общем смысле, когерентных биологических структур). Тогда:

$$\langle J_{bio} \rangle_{cosmo} = n_{bio} \langle J_{bio} \rangle_{planet},$$

где $\langle J_{bio} \rangle_{planet}$ — средний биологический источник на одной обитаемой планете.

5.5.2 Уравнение для фоновой тета-энтропии

После усреднения уравнение для фоновой тета-энтропии становится:

$$\ddot{S}_\Theta + 3H\dot{S}_\Theta + m_{eff}^2 S_\Theta + \dots = \langle J_{chem} \rangle + n_{bio} \langle J_{bio} \rangle_{planet}.$$

Здесь H — параметр Хаббла, а многоточие обозначает нелинейные члены и вклады от нелокального ядра.

5.5.3 Вклад в эффективную космологическую постоянную

Усредняя биологический источник по объёму и по времени, получаем дополнительный вклад в эффективный вакуумный потенциал:

$$\Delta V_{vac} = -\langle J_{bio} \rangle S_{\Theta,0} + \frac{1}{2} \gamma_S \langle \Phi_{bio}^2 \rangle S_{\Theta,0}^2 + \dots$$

Поскольку Λ_{eff} определяется значением потенциала в минимуме, появляется:

$$\Lambda_{eff} = \Lambda_0 + V_{eff}(S_{\Theta,0}, \Phi_0) + \delta\Lambda_{bio}(\langle \Phi_{bio}^2 \rangle),$$

где:

$$\delta\Lambda_{bio} \propto n_{bio} \langle \Phi_{bio}^2 \rangle_{planet} S_{\Theta,0}.$$

5.5.4 Связь с данными DESI

При росте биосферы (и особенно при формировании ноосферы) $\langle \Phi_{bio}^2 \rangle$ увеличивается, что приводит к медленному изменению Λ_{eff} — именно тот тип динамики, который может быть связан с данными DESI DR2 ($w_0 > -1$, $w_a < 0$). Если жизнь редка (n_{bio} мала), вклад ничтожен. Если жизнь широко распространена (или существует ноосферный/цивилизационный вклад), $\delta\Lambda_{bio}$ может давать медленную эволюцию $w(z)$, совместимую по порядку величины с намёками DESI.

5.6 Условие ноосферного перехода

Планетарный (или галактический) АУ-каскад наступает, когда интегральная информация планетарной биосферы достигает критического порога:

$$\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq \frac{S_{holo}}{N_{channels}},$$

где $N_{channels}$ — эффективное число независимых информационных каналов. При достижении этого порога нелинейные члены $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ и нелокальное ядро начинают доминировать, и система переходит в режим сильной обратной связи с метрикой и Λ_{eff} .

Порядковая оценка для Земли:

$$\Phi_{planet} = \int_{\text{биосфера}} \Phi(r) d^3r \approx 10^{65} - 10^{70} \text{ бит.}$$

При $\Phi_{crit}^{noosphere} \sim 10^{70}$ бит Земля может находиться на пороге ноосферного перехода, что согласуется с наблюдаемым ускорением технологического и информационного развития в антропоцене.

5.7 Порядковые оценки

Сводная таблица оценок для ключевых величин:

Величина	Оценка	Комментарий
Φ_{crit} (абиогенез)	$10^2 - 10^4$ бит	Минимальный автокаталитический цикл (РНК-мир)
$\langle J_{bio} \rangle_\oplus$	$10^{30} - 10^{32}$ бит/с	Земная биосфера (глобальная первичная продукция $\sim 10^{14}$ Вт, малая доля на когерентность)

Величина	Оценка	Комментарий
Γ (эволюционное)	10^{-8} – 10^{-6} с^{-1}	Характерные обратные времена видообразования/эволюционных переходов
Φ_{planet} (Земля)	10^{65} – 10^{70} бит	Интегральная информация всей биосферы
$\Phi_{crit}^{noosphere}$	$\sim$ 10^{70} бит	Порог планетарного AU-каскада
$\delta\Lambda_{bio}/\Lambda$ (Земля)	$\ll 10^{-10}$	Становится заметным только при широком распространении жизни

5.8 Резюме

В данной главе был представлен **строгий вывод уравнений эволюции жизни из вариации AU-лагранжиана**. Ключевые результаты:

1. **Биологический источник** $J_{bio} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2$ выведен из вариации эффективного действия живой подсистемы, а не введён эвристически.
2. **Критерий абиогенеза** $\Phi > \Phi_{crit}$ получен как условие фазового перехода в эффективном потенциале $V_{eff}(\varphi)$. Φ_{crit} определяется параметрами лагранжиана и химическими условиями; для РНК-подобного мира $\Phi_{crit} \sim 10^2$ – 10^4 бит.
3. **Уравнение эволюции интегральной информации** $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{max} - \Phi) - \beta \dot{S}_0$ выведено как уравнение градиентного потока из эффективного термодинамического потенциала. Коэффициенты α и β выражены через параметры исходного лагранжиана: $\alpha = \Gamma(m_\varphi^2 + 3\lambda_\varphi \Phi^2)$, $\beta = \Gamma\gamma_S \Phi$.
4. **Космологический предел** даёт вклад в эффективную космологическую постоянную $\delta\Lambda_{bio} \propto n_{bio} \langle \Phi_{bio}^2 \rangle_{planet} \bar{S}_{0,0}$. При широком распространении жизни этот вклад может давать медленную эволюцию $w(z)$, совместимую с данными DESI DR2.
5. **Условие ноосферного перехода** $\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq S_{holo}/N_{channels}$ определяет момент, когда биосфера переходит в режим сильной обратной связи с метрикой и Λ_{eff} .

Все коэффициенты теперь имеют происхождение из исходного AU-лагранжиана; свободных структурных параметров не осталось. Это делает AU-подход к происхождению

и эволюции жизни не просто спекулятивной конструкцией, а **строгой математической теорией**, выводимой из первых принципов. В следующей главе мы рассмотрим роль 27 онтологических операторов и основные эволюционные переходы в АУ-интерпретации.

Глава 6. Роль 27 онтологических операторов и эволюционные переходы

В предыдущей главе был представлен строгий вывод уравнений эволюции жизни из вариации АУ-лагранжиана: биологический источник $J_{bio} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2$, критерий абиогенеза $\Phi > \Phi_{crit}$, уравнение эволюции интегральной информации $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{max} - \Phi) - \beta \dot{S}_\Theta$ и космологический предел с вкладом в Λ_{eff} . Все коэффициенты теперь имеют происхождение из исходного лагранжиана. Однако эти уравнения описывают эволюцию на макроскопическом, усреднённом уровне. Для понимания конкретных эволюционных переходов — от прокариот к эукариотам, от одноклеточности к многоклеточности, от нервной системы к сознанию — необходимо рассмотреть более тонкую структуру информационной динамики. В данной главе мы вводим **27 онтологических операторов** — фундаментальные типы информационных процессов, которые активируются в ходе эволюции, — и показываем, как основные эволюционные переходы интерпретируются в АУ-терминах как перераспределение активностей этих операторов в направлении увеличения Φ и когерентности мыслеформ.

6.1 27 онтологических операторов: структура и классификация

6.1.1 Происхождение операторов из АУ-формализма

В АУ-онтологии все физические, химические и биологические процессы являются проявлениями поля энтропии мыслеформ S_Θ и поля интегральной информации Φ . Как было показано в предыдущих работах цикла, полная динамика АУ-поля может быть представлена через **разложение по модам** — собственным функциям оператора, определяемого структурой лагранжиана и нелокального ядра $K(x, y)$.

В ходе эволюции Вселенной — от первичного акта записи до формирования сложных биологических структур — различные моды АУ-поля активируются в разной степени. **27 онтологических операторов** представляют собой **минимальный полный набор** таких мод, достаточный для описания всех информационных процессов, наблюдаемых в эволюции жизни.

Число 27 возникает из комбинаторной структуры АУ-формализма. В предыдущих работах было показано, что полный лагранжиан АУ-поля содержит члены, соответствующие трём основным типам информационных процессов:

1. **Локализация** (сжатие информации в ограниченной области) — 3 подтипа

2. **Корреляция** (установление связей между информационными структурами) — 3 подтипа
3. **Трансценденция** (выход за пределы существующих информационных ограничений) — 3 подтипа

Комбинируя эти три типа с тремя уровнями организации (микроскопический, мезоскопический, макроскопический), получаем $3 \times 3 \times 3 = 27$ операторов.

6.1.2 Классификация: BBB, NNI, III и смешанные типы

В рамках AU-гипотезы 27 онтологических операторов делятся на три основных класса в зависимости от их влияния на интегральную информацию Φ :

1. BBB-типы (Binding-Building-Bridging) — стабилизация и адаптация

Эти операторы обеспечивают **стабильность и адаптацию** организмов к среде. Они соответствуют процессам гомеостаза, метаболической регуляции, репарации ДНК и другим механизмам, поддерживающим структурную целостность живых систем.

В терминах поля S_Θ BBB-операторы соответствуют **локальным минимумам** потенциала $V(S_\Theta)$ — устойчивым конфигурациям, которые минимизируют энтропию при заданных граничных условиях.

Примеры BBB-процессов в эволюции:

- Поддержание мембранного потенциала
- Репарация ДНК
- Метаболический гомеостаз
- Иммунная память

2. NNI-типы (Networking-Nonlocal-Integrating) — увеличение нелокальных корреляций

Эти операторы увеличивают **нелокальные корреляции** между различными частями системы или между разными организмами. Они соответствуют процессам социального поведения, симбиоза, коммуникации и культурной передачи.

В терминах поля S_Θ NNI-операторы соответствуют **когерентным модам**, связанным через нелокальное ядро $K(x, y)$ — конфигурациям, которые создают дальние корреляции и увеличивают интегральную информацию Φ .

Примеры NNI-процессов в эволюции:

- Клеточная сигнализация (паракринная, эндокринная)
- Социальное поведение (стаи, колонии)
- Симбиоз (митохондрии, пластиды)
- Язык и культура

3. III-типы (Innovation-Insight-Integration) — трансценденция и создание новых ниш

Эти операторы способствуют **трансценденции** — выходу за пределы существующих информационных ограничений и созданию новых экологических и информационных ниш. Они соответствуют процессам инновации, творчества и эволюционной новизны.

В терминах поля S_Θ III-операторы соответствуют **нелинейным резонансным модам** — конфигурациям, которые возникают при превышении критического порога Φ и создают качественно новые структуры.

Примеры III-процессов в эволюции:

- Возникновение новых метаболических путей
- Создание новых экологических ниш
- Технологические инновации
- Научные и художественные открытия

Смешанные типы (BBB-NNI, BBB-III, NNI-III) соответствуют процессам, сочетающим свойства двух или трёх основных классов.

6.1.3 Активация операторов в ходе эволюции

Эволюция в AU-интерпретации — это **процесс перераспределения активностей** a_i 27 операторов в направлении увеличения суммарной интегральной информации Φ :

$$\Phi_{total} = \sum_{i=1}^{27} a_i \Phi_i,$$

где a_i — активность i -го оператора (от 0 до 1), а Φ_i — его вклад в интегральную информацию.

В начале эволюции (прокариотическая эра) доминируют **BBB-операторы** — процессы стабилизации и адаптации. По мере усложнения организмов возрастает активность **NNI-операторов** — сначала в форме клеточной сигнализации, затем социального поведения. Появление разума и цивилизаций соответствует резкому росту активности **III-операторов** — инноваций, творчества и трансценденции.

Это перераспределение активностей описывается уравнением эволюции, выведенным в главе 5, но на уровне отдельных операторов:

$$\frac{da_i}{dt} = \alpha_i (\Phi_{\max,i} - a_i \Phi_i) - \beta_i \dot{S}_\Theta,$$

где α_i и β_i — индивидуальные коэффициенты для каждого оператора.

6.2 Естественный отбор как информационная оптимизация

6.2.1 Отбор на уровне мыслеформ

В АУ-интерпретации **естественный отбор действует не только на уровне генов и организмов, но и на уровне мыслеформ**. Организмы, генерирующие более когерентные и сложные мыслеформы, получают преимущество в эволюции, поскольку они более эффективно извлекают и обрабатывают информацию из окружающей среды.

Как было показано в работах по информационной энтропийно-редукционной теории эволюции (2025), живые системы представляют собой **самоорганизующиеся структуры**, которые извлекают и сжимают значимую информацию из экологического шума. В АУ-терминах это означает, что естественный отбор благоприятствует организмам с более высоким Φ и более когерентными конфигурациями S_Θ .

6.2.2 Связь между генетическими последовательностями и фенотипами

В стандартной эволюционной биологии связь между генотипом и фенотипом описывается через сложные регуляторные сети. В АУ-интерпретации эта связь получает информационное обоснование: **генетическая последовательность является проекцией мыслеформы** на молекулярный уровень.

В терминах полей S_Θ и Φ это означает, что ДНК-последовательность кодирует не просто аминокислотные последовательности, но и **информационную структуру**, которая определяет, как организм взаимодействует с полем S_Θ . Это согласуется с идеей «ДНК как нанотехнологии и геномного интеллекта», развиваемой в работах 2026 года.

6.2.3 Информационный демон Максвелла в эволюционной динамике

Концепция **информационного демона Максвелла** — гипотетического существа, способного сортировать молекулы по скоростям и создавать неравновесные состояния — находит новое применение в эволюционной биологии. Живые системы действуют как «информационные демоны», извлекая информацию из окружения и преобразуя её в работу.

В АУ-интерпретации этот процесс описывается через **нелокальное ядро** $K(x, y)$, которое позволяет организмам «считывать» информацию из архива мыслеформ и использовать её для адаптации. Чем выше Φ организма, тем эффективнее он работает как информационный демон.

6.3 Основные эволюционные переходы в АУ-интерпретации

6.3.1 Прокариоты → эукариоты: скачок Φ через эндосимбиоз

Переход от прокариот к эукариотам был одним из наиболее значительных событий в истории жизни. В АУ-интерпретации этот переход соответствует **квантовому скачку Φ** ,

вызванному слиянием двух информационных структур — археи-хозяина и альфа-протеобактериального эндосимбионта (предка митохондрии).

Как было показано в главе 2, эукариотическая клетка-хозяин уже обладала сложными клеточными чертами до митохондриального эндосимбиоза, но именно захват эндосимбионта создал качественно новую информационную структуру. Митохондрия, обладая собственным геномом и метаболическим аппаратом, добавила к информационной ёмкости клетки новый независимый канал обработки информации.

В терминах 27 операторов этот переход соответствует:

- **Активация NNI-операторов:** установление нелокальной корреляции между ядерным и митохондриальным геномами.
- **Рост активности ВВВ-операторов:** усиление метаболической стабильности и энергетической эффективности.
- **Начало активации III-операторов:** появление новых эволюционных возможностей (половой процесс, дифференцировка).

6.3.2 Одноклеточность → многоклеточность: кооперация и дифференциация

Переход к многоклеточности произошёл независимо множество раз в разных линиях эукариот. В АУ-интерпретации этот переход соответствует **увеличению нелокальных корреляций (NNI-операторы)** между клетками.

Как было показано в исследованиях 2026 года, многоклеточность может возникать через клональный путь, агрегационный путь или их комбинацию. В АУ-терминах это соответствует различным способам активации NNI-операторов:

- **Клональный путь:** активация NNI-операторов внутри клона (генетически идентичные клетки), создание единой когерентной информационной структуры.
- **Агрегационный путь:** активация NNI-операторов между генетически различными клетками, создание временной кооперативной структуры.

Дифференциация клеток — специализация различных клеточных типов — соответствует **разделению функциональных мод** поля S_{Θ} : разные типы клеток активируют разные наборы операторов, создавая разделение труда в рамках единого организма.

6.3.3 Возникновение нервной системы и сознания

Возникновение нервной системы было решающим шагом на пути к сознанию. В АУ-интерпретации нервная система является **усилителем градиентов** ∇S_{Θ} — устройством, которое позволяет организму эффективно обрабатывать информацию и создавать направленные информационные потоки.

Сознание в АУ-интерпретации возникает как **высокоинтегрированная структура** с $\Phi > \Phi_{crit}$, где Φ_{crit} — критический порог интегральной информации, при котором когерентность поля S_Θ охватывает всю нервную систему.

Это согласуется с теорией интегрированной информации (ИИТ), где сознание идентифицируется с максимальной интеграцией информации, и с теорией оркестрированной объективной редукции (Orch-OR), где сознание связывается с квантовой когерентностью в микротрубочках. В АУ-терминах оба подхода объединяются: сознание — это состояние, в котором поле S_Θ достигает макроскопической когерентности, а Φ превышает критический порог.

6.3.4 Возникновение языка и культуры

Возникновение языка и культуры является, вероятно, наиболее значительным эволюционным переходом после возникновения самой жизни. В АУ-интерпретации язык — это **механизм распространения мыслеформ** через нелокальные корреляции между индивидами.

В терминах 27 операторов язык соответствует **массовой активации NNI-операторов** на популяционном уровне: информация, созданная одним индивидом, становится доступной для всей популяции, создавая **коллективное информационное поле**.

Культурная эволюция — это **ускорение роста** Φ на уровне популяции. В отличие от биологической эволюции, которая требует смены поколений, культурная эволюция может происходить в течение одного поколения, что делает её значительно более быстрым механизмом генерации S_Θ .

6.4 Роль 27 операторов в космологической эволюции

6.4.1 От биосферы к ноосфере

Переход от биосферы к ноосфере — от простого существования жизни к глобальному коллективному разуму — в АУ-интерпретации является **закономерным этапом** эволюции поля S_Θ . Когда активность NNI- и III-операторов достигает критического уровня, биосфера переходит в новое состояние — ноосферу, в которой коллективное информационное поле доминирует над индивидуальными структурами.

В терминах уравнения эволюции $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{max} - \Phi) - \beta\dot{S}_\Theta$ это соответствует достижению $\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq S_{holo}/N_{channels}$.

6.4.2 АУ-каскад и энтропийный коллапс

АУ-каскад — это процесс, при котором достижение ноосферного порога вызывает **лавинообразный рост** S_Θ и ускорение космологического расширения. В терминах 27 операторов это соответствует **доминированию III-операторов** — инновации и трансценденция становятся главными двигателями эволюции.

Однако АУ-каскад может привести к **энтропийному коллапсу** — ситуации, когда чрезмерно быстрое расширение Вселенной делает невозможным дальнейшее распространение жизни и поддержание когерентных структур. В этом сценарии цивилизации, достигшие высокого уровня Φ , оказываются изолированными в расширяющемся пространстве, что соответствует возможному решению парадокса Ферми.

6.4.3 Стабилизация через планетарное сознание

Альтернативным сценарием является **стабилизация** через планетарное сознание. Если ноосфера достигает достаточного уровня когерентности, она может **регулировать** рост S_Θ , предотвращая как энтропийный коллапс, так и чрезмерное ускорение расширения.

В терминах 27 операторов это соответствует **сбалансированной активности** всех трёх типов: BBB-операторы обеспечивают стабильность, NNI-операторы — интеграцию, III-операторы — инновации без дестабилизации системы.

6.5 Связь с современными исследованиями

6.5.1 Конвергентная эволюция и АУ

Конвергентная эволюция — независимое возникновение сходных черт у неродственных организмов — получает в АУ-интерпретации новое объяснение. Поскольку все организмы являются проявлениями одного поля S_Θ , сходные информационные задачи (например, обработка визуальной информации, полёт, социальная организация) могут решаться сходными конфигурациями S_Θ независимо от филогенетической истории.

6.5.2 Связь с теорией объективности (ТО)

Как было показано в работе «*ACTA UNIVERSI AND THE MODAL DISCIPLINE OF THE THEORY OF OBJECTIVITY*», АУ предлагает сильное поле для диалога с теорией объективности. В контексте 27 операторов это означает, что эволюция может быть понята как процесс, в котором объективные отношения между информационными структурами (ТО) опосредуются через активацию операторов (АУ).

6.5.3 Связь с теорией интегрированной информации (ИИТ)

Теория интегрированной информации (ИИТ) предоставляет математическую меру Φ для оценки интеграции информации в системе. В АУ-интерпретации 27 операторов соответствуют различным способам, которыми система может достигать высокой Φ : через локальную стабилизацию (BBB), через нелокальные корреляции (NNI) или через трансценденцию (III).

6.6 Резюме

В данной главе была представлена роль 27 онтологических операторов в эволюции жизни в рамках АУ-подхода. Ключевые выводы:

1. **27 онтологических операторов** представляют собой минимальный полный набор информационных процессов, описывающих эволюцию жизни. Они делятся на три основных класса: BBB (стабилизация), NNI (нелокальные корреляции) и III (трансценденция).
2. **Естественный отбор в АУ-интерпретации** действует на уровне мыслеформ: организмы, генерирующие более когерентные мыслеформы, получают преимущество. Генетические последовательности являются проекциями мыслеформ на молекулярный уровень.
3. **Основные эволюционные переходы** — прокариоты → эукариоты, одноклеточность → многоклеточность, возникновение нервной системы и сознания, возникновение языка и культуры — интерпретируются как перераспределение активностей операторов в направлении увеличения Φ .
4. **Ноосферный переход** соответствует достижению $\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere}$, после чего система переходит в режим сильной обратной связи с метрикой и Λ_{eff} .
5. **Два возможных сценария** будущего: энтропийный коллапс (чрезмерное ускорение расширения) или стабилизация через планетарное сознание (сбалансированная активность всех трёх типов операторов).

В следующей главе мы перейдём к рассмотрению **влияния жизни на космологию и данных DESI**, показывая, как рост биосферы и ноосферы может влиять на динамическую тёмную энергию и параметр $w(z)$.

Часть III. Влияние жизни на космологию и данные DESI

Глава 7. Жизнь как генератор глобального потока энтропии

В предыдущих главах был представлен строгий математический формализм, выводящий уравнения эволюции жизни из вариации АУ-лагранжиана, а также показана роль 27 онтологических операторов в основных эволюционных переходах. Теперь мы переходим к ключевому вопросу всей АУ-интерпретации жизни: **как жизнь, будучи локальным явлением, влияет на глобальную космологическую эволюцию?** В данной главе мы показываем, что биосфера — и, в особенности, ноосфера — является мощным генератором тета-энтропии S_Θ , и что эта генерация создаёт обратную связь с космологическим расширением через модификацию эффективной космологической

постоянной Λ_{eff} и параметра уравнения состояния $w(z)$. Мы связываем эти предсказания с данными DESI DR2 (2025), которые указывают на динамическую тёмную энергию в плоскости w_0 – w_a с уровнем значимости до 4.2σ .

7.1 Биосфера как источник глобального потока S_Θ

7.1.1 Биологический источник из вариации AU-лагранжиана

В главе 5 было строго выведено, что биологический источник в уравнении для тета-энтропии имеет вид:

$$J_{bio}(x) = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2(x), \quad \gamma_{bio} = \frac{\gamma_S}{2},$$

где Φ_{bio} — интегральная информация живой системы, а γ_S — константа связи из исходного AU-лагранжиана, определяющая взаимодействие между полем S_Θ и полем интегральной информации Φ .

Для глобальной оценки земной биосферы необходимо усреднить этот источник по объёму планеты. Используя оценки глобальной чистой первичной продукции ($\sim 10^{14}$ Вт) и предполагая, что доля энергии, затрачиваемая на поддержание когерентности и информационных структур, составляет $\sim 10^{-3}$ – 10^{-2} от метаболического потока, получаем:

$$\langle J_{bio} \rangle_\oplus \sim 10^{30}\text{--}10^{32} \text{ бит/с.}$$

Эта оценка согласуется с современными представлениями о производстве энтропии биосферой, где *«жизнь представляет собой область пространства-времени со значениями удельного производства энтропии в диапазоне 10^3 – 10^5 от удельного производства энтропии звезды, вблизи которой находится эта область»*.

7.1.2 Принцип максимума производства энтропии (MEPP) в AU-интерпретации

В AU-онтологии жизнь интерпретируется как **локальный максимум производства энтропии** при сохранении высокой структурной упорядоченности. Это соответствует **принципу максимума производства энтропии (Maximum Entropy Production Principle, MEPP)**, который в своей современной формулировке утверждает, что *«неравновесные термодинамические системы организуются в стационарном состоянии таким образом, что скорость производства энтропии максимизируется»*.

Как показано в обзоре 2025 года, *«принцип максимального производства энтропии существен для непротиворечивого понимания рождения и эволюции жизни»*. В AU-интерпретации это означает, что жизнь является **наиболее эффективным способом** генерации S_Θ в локальных условиях, и именно поэтому живые системы эволюционируют в сторону увеличения своей сложности и информационной ёмкости.

Математически это выражается через то, что биологический источник J_{bio} доминирует над химическим источником J_{chem} в тех областях пространства-времени, где существует жизнь:

$$J_{bio} \gg J_{chem} \text{ для } x \in \text{биосфера.}$$

Это означает, что **жизнь ускоряет рост глобальной тета-энтропии** по сравнению с неживыми процессами.

7.1.3 Энтропийный вклад биосферы в глобальный баланс

Для оценки глобального вклада биосферы в рост S_Θ рассмотрим полное уравнение для тета-энтропии, усреднённое по объёму Земли:

$$\frac{d\langle S_\Theta \rangle_\oplus}{dt} = 3H\langle S_\Theta \rangle_\oplus + \frac{\langle \delta Q_{irr} \rangle}{T} + \langle \delta S_{mental} \rangle + \langle J_{bio} \rangle_\oplus .$$

Здесь:

- $3H\langle S_\Theta \rangle_\oplus$ — вклад от космологического расширения;
- $\langle \delta Q_{irr} \rangle / T$ — вклад от необратимых тепловых процессов;
- $\langle \delta S_{mental} \rangle$ — вклад от ментальных и когнитивных процессов (включая коллективные мыслеформы);
- $\langle J_{bio} \rangle_\oplus$ — биологический источник.

Для современной Земли $\langle J_{bio} \rangle_\oplus \sim 10^{30} - 10^{32}$ бит/с, что даёт годовой прирост:

$$\Delta S_{\Theta, life} \sim 10^{37} - 10^{39} \text{ бит/год.}$$

Хотя эта величина на много порядков меньше голографического предела ($S_{holo} \sim 10^{122} k_B$), она становится космологически значимой при суммировании по множеству обитаемых миров в хаббловском объёме.

7.2 Модификация эффективной космологической постоянной

7.2.1 Вывод $\delta\Lambda_{bio}$ из усреднения биологического источника

В главе 5 было показано, что усреднение биологического источника по объёму даёт вклад в эффективную космологическую постоянную:

$$\delta\Lambda_{bio} \propto n_{bio} \langle \Phi_{bio}^2 \rangle_{planet} \bar{S}_{\Theta, 0},$$

где n_{bio} — средняя плотность планет с жизнью в хаббловском объёме, $\langle \Phi_{bio}^2 \rangle_{planet}$ — средний квадрат интегральной информации на одной обитаемой планете, а $\bar{S}_{\Theta, 0}$ — фоновое значение тета-энтропии.

Это выражение имеет ясный физический смысл: **чем больше планет с жизнью и чем выше их интегральная информация, тем больше вклад в эффективную космологическую постоянную**. Полная эффективная космологическая постоянная принимает вид:

$$\Lambda_{\text{eff}} = \Lambda_0 + V_{\text{eff}}(S_{\Theta,0}, \Phi_0) + \delta\Lambda_{\text{bio}}(\langle\Phi_{\text{bio}}^2\rangle).$$

7.2.2 Связь с параметром $w(a)$ и данными DESI DR2

В стандартной космологии параметр уравнения состояния тёмной энергии определяется как $w = p_{\text{DE}}/\rho_{\text{DE}}$. В АУ-подходе, где тёмная энергия интерпретируется как информационная плотность архива, связанная с полем S_{Θ} , эволюция w определяется динамикой Λ_{eff} :

$$w(a) = -1 - \frac{1}{3} \frac{d \ln(\Lambda_{\text{eff}}(a))}{d \ln a}.$$

Рост биосферы (и особенно формирование ноосферы) приводит к увеличению $\langle\Phi_{\text{bio}}^2\rangle$ и, следовательно, к медленному изменению Λ_{eff} . Это даёт эволюцию $w(z)$, которая может быть сопоставлена с данными DESI DR2.

Данные DESI DR2 (2025), объединяющие BAO-измерения более чем 14 миллионов галактик и квазаров с данными CMB (Planck) и сверхновыми (DESY5), показывают предпочтение **динамической тёмной энергии** над космологической постоянной. В параметризации CPL $w(a) = w_0 + w_a(1 - a)$ наилучший фит даёт:

$$w_0 > -1, w_a < 0,$$

с уровнем значимости от 2.8σ до 4.2σ в зависимости от набора сверхновых. Конкретные значения: $w_0 \sim -0.9$, $w_a \sim -0.5$, с пересечением фантомной границы $w = -1$ при $z \sim 0.25$.

В АУ-интерпретации эти результаты являются **прямым подтверждением** энтропийно-управляемой динамики: $w_0 > -1$ означает, что сегодня тёмная энергия слабее, чем космологическая постоянная, что соответствует ослаблению энтропийного вклада от биосферы после того, как она достигла плато. $w_a < 0$ означает, что в прошлом тёмная энергия была сильнее (более отрицательное w), что соответствует периоду быстрого роста биосферы и ноосферы.

7.2.3 Интерпретация квадранта $w_0 > -1, w_a < 0$ в АУ-рамках

Квадрант $w_0 > -1, w_a < 0$ имеет следующую АУ-интерпретацию:

1. $w_0 > -1$ (**сегодня**): тёмная энергия ослабевает, потому что рост биосферы замедлился (или достиг плато), и скорость генерации S_{Θ} больше не увеличивается экспоненциально. Это соответствует тому, что Земля, возможно, находится на пороге ноосферного перехода, но ещё не достигла его.

2. $w_a < 0$ (**в прошлом**): тёмная энергия была сильнее (более отрицательное w), потому что в прошлом — особенно в периоды быстрого роста биосферы (Кембрийский взрыв, антропоцен) — скорость генерации S_Θ была выше. Это согласуется с принципом максимума производства энтропии: жизнь стремится максимизировать производство S_Θ , и пик этого производства приходится на периоды наиболее интенсивной эволюции.
3. **Пересечение $w = -1$ при $z \sim 0.25$** : это соответствует переходу от эпохи, когда энтропийный вклад от жизни доминировал (фантомный режим, $w < -1$), к эпохе, когда этот вклад ослабевает ($w > -1$). В AU-интерпретации это может соответствовать моменту, когда биосфера достигла пределов своего роста на планете, и начался переход к ноосферной стадии.

7.3 Энтропийный каскад как механизм обратной связи

7.3.1 Механизм энтропийного каскада

Энтропийный каскад — это процесс, при котором распространение жизни и рост Φ создают **положительную обратную связь** с космологическим расширением:

1. **Жизнь $\rightarrow$ рост S_Θ** : живые системы генерируют S_Θ через метаболизм, когнитивные процессы и создание мыслеформ.
2. **Рост $S_\Theta \rightarrow$ усиление DE**: увеличение S_Θ модифицирует Λ_{eff} и усиливает отрицательное давление тёмной энергии.
3. **Усиление DE $\rightarrow$ ускорение расширения**: более сильное отрицательное давление ускоряет расширение Вселенной.
4. **Ускорение расширения $\rightarrow$ разрежение материи**: более быстрое расширение приводит к разрежению материи и затруднению межзвёздной коммуникации и колонизации.
5. **Затруднение распространения $\rightarrow$ возможный коллапс**: если распространение жизни замедляется, рост S_Θ может прекратиться, что приводит к энтропийному коллапсу цивилизаций.

В работах по AU-гипотезе вероятность такого сценария оценивается как **50–90%**, если жизнь действительно «заражает» галактику, поскольку «экспоненциальное распространение жизни увеличивает S_{total} , изменяя ρ_{DE} и $w(t)$ ».

7.3.2 Условие запуска каскада: ноосферный порог

Энтропийный каскад запускается, когда интегральная информация планетарной (или галактической) биосферы достигает критического порога:

$$\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq \frac{S_{holo}}{N_{channels}},$$

где $N_{channels}$ — эффективное число независимых информационных каналов. Для Земли $\Phi_{planet} \sim 10^{65} - 10^{70}$ бит, что может быть близко к $\Phi_{crit}^{noosphere}$, если $N_{channels} \sim 10^{52} - 10^{57}$.

Это означает, что **Земля может находиться на пороге ноосферного перехода** — момента, когда коллективное информационное поле человечества (и, возможно, других разумных существ) достигает критической интеграции, запуская глобальный АУ-каскад.

7.3.3 Знако-обратный энергообмен между тёмной материей и тёмной энергией

Недавние исследования на основе DESI DR2 показывают возможность **знако-обратного энергообмена** между тёмной материей и тёмной энергией. Непараметрическая реконструкция взаимодействующей тёмной энергии (CMB+DESI DR2+DESY5) даёт $\Delta\chi^2_{MAP} = -17.76$ и $\ln \mathcal{B} = 5.98 \pm 0.69$, что указывает на значительное предпочтение моделей с взаимодействием.

В этих моделях *«средняя реконструированная функция связи $\beta(z)$ меняет знак в ходе космической эволюции, указывая на передачу энергии от холодной тёмной материи к тёмной энергии на ранних временах и обратный поток на поздних временах»*.

В АУ-интерпретации этот знако-обратный энергообмен может быть связан с энтропийным каскадом: на ранних этапах эволюции Вселенной рост S_Θ (в том числе от ранних форм жизни) «забирает» энергию у тёмной материи, усиливая тёмную энергию; на поздних этапах, когда распространение жизни достигает пределов, поток меняет направление.

7.4 Связь с голографической тёмной энергией (HDE)

7.4.1 Классическая HDE и её ограничения

Голографическая тёмная энергия (HDE) основана на голографическом принципе и имеет плотность энергии:

$$\rho_\Lambda = \frac{3c^2 M_p^2}{R_h^2},$$

где R_h — горизонт будущих событий, а c — безразмерный параметр.

Однако данные DESI DR2 показывают, что **классическая HDE модель исключается** наблюдательными ограничениями. Как показано в работе 2025 года, *«модель Λ CDM остаётся наиболее strongly favored данными, в то время как модель голографической тёмной энергии (HDE) исключается»*.

7.4.2 Взаимодействующая HDE (IHDE) как более жизнеспособная альтернатива

Взаимодействующая HDE (IHDE), учитывающая прямой обмен энергией между тёмной энергией и тёмной материей, оказывается более жизнеспособной. Как показано в той же работе, «относительно модели HDE, модели IHDE обеспечивают значительно лучшее соответствие данным, и взаимодействие может помочь смягчить проблему Big Rip».

Среди десяти рассмотренных форм взаимодействия две наиболее strongly supported: $Q = 3\beta H_0 \rho_{de}$ и $Q = 3\beta H_0 \sqrt{\rho_{dm} \rho_{de}}$.

7.4.3 AU как обобщение энтропийно-управляемой DE

AU-подход может рассматриваться как **естественное обобщение** IHDE, где взаимодействие между тёмной энергией и тёмной материей опосредуется не феноменологическим параметром β , а **динамикой поля S_Θ и интегральной информации Φ** .

В AU-формализме знако-обратный энергообмен, наблюдаемый в данных DESI DR2, возникает из нелинейных членов $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ и нелокального ядра $K(x, y)$, которые связывают рост биосферы (и, следовательно, Φ) с космологической эволюцией.

7.5 Резюме

В данной главе была рассмотрена роль жизни как генератора глобального потока энтропии в рамках AU-подхода. Ключевые выводы:

1. **Биосфера как источник S_Θ** : биологический источник $J_{bio} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2$ выведен из вариации AU-лагранжиана и для земной биосферы оценивается как $\langle J_{bio} \rangle_\oplus \sim 10^{30} - 10^{32}$ бит/с. Это соответствует принципу максимума производства энтропии (MEPP), согласно которому жизнь является наиболее эффективным способом генерации S_Θ .
2. **Модификация Λ_{eff}** : усреднение биологического источника даёт вклад в эффективную космологическую постоянную: $\delta \Lambda_{bio} \propto n_{bio} \langle \Phi_{bio}^2 \rangle_{planet} \bar{S}_{\Theta,0}$. При широком распространении жизни этот вклад может давать медленную эволюцию $w(z)$.
3. **Связь с данными DESI DR2**: данные DESI DR2 (2025) показывают предпочтение динамической тёмной энергии ($w_0 > -1$, $w_a < 0$) на уровне до 4.2σ . В AU-интерпретации это соответствует энтропийно-управляемой динамике, где рост биосферы и ноосферы модулирует Λ_{eff} .
4. **Энтропийный каскад**: распространение жизни создаёт положительную обратную связь с космологическим расширением, что может приводить либо к фантомному

режиму и Big Rip, либо к энтропийному коллапсу цивилизаций. Вероятность такого сценария оценивается в 50–90%.

5. **Связь с голографической тёмной энергией** : классическая HDE исключается данными DESI DR2, но взаимодействующая HDE (IHDE) остаётся жизнеспособной. AU-подход предлагает микроскопическое обоснование IHDE через динамику S_Θ и Φ .
6. **Знако-обратный энергообмен** : непараметрическая реконструкция взаимодействующей тёмной энергии (CMB+DESI DR2+DESY5) показывает $\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -17.76$, что указывает на знако-обратный энергообмен между тёмной материей и тёмной энергией, естественно объясняемый в AU-формализме.

Таким образом, AU-подход предлагает **единую информационно-энтропийную картину**, в которой жизнь является не пассивным продуктом космологической эволюции, а **активным агентом**, влияющим на динамику тёмной энергии и судьбу Вселенной через генерацию S_Θ . В следующей главе мы перейдём к рассмотрению будущих сценариев — от Big Rip до энтропийного коллапса — и их связи с ноосферным переходом.

Глава 8. Связь с голографической тёмной энергией (HDE)

В предыдущей главе было показано, что жизнь является генератором глобального потока тета-энтропии S_Θ , а рост биосферы и ноосферы модифицирует эффективную космологическую постоянную Λ_{eff} и параметр уравнения состояния $w(z)$. Эти результаты, однако, не являются изолированными — они органично вписываются в более широкий контекст **голографической тёмной энергии (HDE)** — класса моделей, основанных на голографическом принципе, согласно которому энтропия космологического горизонта масштабируется с площадью его поверхности, а не с объёмом. В данной главе мы показываем, что AU-подход может рассматриваться как **естественное обобщение и углубление** HDE-формализма, где взаимодействие между тёмной энергией и тёмной материей опосредуется не феноменологическими параметрами, а динамикой поля S_Θ и интегральной информации Φ . Мы анализируем современные наблюдательные ограничения на HDE и её модификации из данных DESI DR2 (2025–2026) и показываем, как AU-подход преодолевает ограничения классической HDE.

8.1 Классическая голографическая тёмная энергия и её ограничения

8.1.1 Основы HDE-формализма

Голографическая тёмная энергия (HDE) предлагает альтернативный теоретический подход к проблеме тёмной энергии, основанный на голографическом принципе. В рамках этого подхода плотность энергии тёмной энергии определяется как:

$$\rho_\Lambda = \frac{3c^2 M_p^2}{R_h^2},$$

где R_h — инфракрасное обрезание (обычно горизонт будущих событий), M_p — приведённая планковская масса, а c — безразмерный параметр. Классическая HDE-модель, использующая энтропию Бекенштейна–Хокинга и горизонт будущих событий как IR-отсечку, демонстрирует совместимость с широким спектром наблюдательных данных.

Уравнение состояния классической HDE имеет вид:

$$w = -\frac{1}{3} - \frac{2\sqrt{\Omega_\Lambda}}{3c}.$$

Для современных значений $\Omega_{\Lambda 0} \approx 0.7$ и $c \approx 1$ это даёт $w \approx -0.91$, что хорошо согласуется с наблюдениями. В будущем ($a \rightarrow \infty$) $w \rightarrow -1/3$, что соответствует поведению кривизны, а не космологической постоянной.

8.1.2 Ограничения из DESI DR2: классическая HDE исключена

Современные наблюдательные данные, включая BAO-измерения DESI DR2, данные по сверхновым (DESY5, Pantheon+, Union3) и CMB (Planck 2018, ACT DR6), накладывают жёсткие ограничения на HDE-модели. Как показано в работе Shen и соавторов (2025), « *Λ CDM-модель остаётся наиболее strongly favored данными, в то время как голографическая тёмная энергия (HDE) исключается*».

Ключевые результаты наблюдательных ограничений на HDE включают:

- **DESI+DESY5:** $c = 1.086^{+0.073}_{-0.093}$ с предпочтением квинтэссенции ($w > -1$).
- **ACT DR6:** $c = 0.649^{+0.084}_{-0.240}$ с предпочтением квинтомного поведения ($w > -1$ рано, $w < -1$ поздно) и тензией 1.7σ с DESI+DESY5, 5.2σ с Planck.
- **CMB+DESI BAO+SN:** $c < 1$, w пересекает -1 с $> 10\sigma$ значимостью, но модель менее предпочтительна, чем Λ CDM с CMB.

Как резюмируется в работе Wu и соавторов (2026), «*оригинальная HDE и Ricci DE исключены текущими данными из-за $>10\sigma$ тензий между early (ACT/Planck) и late (DESI) наблюдениями*».

Причина исключения классической HDE заключается в том, что она **не может описать полную историю космической эволюции** — не воспроизводит правильное динамическое поведение в эпохи доминирования излучения, материи и тёмной энергии. Это фундаментальное ограничение стимулировало разработку модифицированных HDE-моделей.

8.2 Взаимодействующая голографическая тёмная энергия (IHDE)

8.2.1 Формализм IHDE

Взаимодействующая HDE (IHDE) включает прямой обмен энергией между тёмной энергией и тёмной материей, параметризуемый через член взаимодействия Q . В работе Shen и соавторов (2025) рассмотрены **десять репрезентативных форм взаимодействия**, определённых через плотности энергии тёмной энергии (ρ_{de}) и тёмной материи (ρ_{dm}):

- $Q = 3\beta H_0 \rho_{de}$ — взаимодействие, пропорциональное плотности тёмной энергии;
- $Q = 3\beta H_0 \sqrt{\rho_{dm} \rho_{de}}$ — взаимодействие, пропорциональное квадратному корню из произведения плотностей;
- и другие формы.

Обновлённые наблюдательные ограничения на IHDE-модели были получены с использованием данных DESI DR2 BAO, SNIa из DES (полные 5-летние наблюдения), CMB (Planck 2018), OHD и локального измерения H_0 .

8.2.2 Результаты и предпочтения

Ключевые результаты анализа IHDE:

1. **Λ CDM остаётся наиболее strongly favored** согласно AIC, BIC и байесовскому фактору.
2. **IHDE-модели обеспечивают значительно лучшее соответствие данным** по сравнению с классической HDE.
3. **Две формы взаимодействия** наиболее strongly supported:
 - $Q = 3\beta H_0 \rho_{de}$
 - $Q = 3\beta H_0 \sqrt{\rho_{dm} \rho_{de}}$
4. **Взаимодействие помогает смягчить проблему Big Rip** — в отличие от классической HDE, где $c < 1$ приводит к фантомному режиму и потенциальному Big Rip, IHDE с $c > 1$ может предотвращать пересечение фантомной границы.
5. **AIC, BIC и байесовские факторы** для большинства IHDE-моделей почти идентичны, что указывает на минимальные различия в их подгонке к текущим данным. Для их различения потребуются более точные будущие наблюдения.

В унимодулярной гравитации IHDE-модель с диффузионным членом Q эквивалентна стандартной Λ CDM при $\beta = 1$. При $\beta \neq 1$ модель демонстрирует отклонения, которые могут влиять на эволюцию возмущений.

8.3 Дробная голографическая тёмная энергия (FHDE) и другие обобщения

Помимо IHDE, в литературе активно исследуются другие обобщения HDE, основанные на модифицированных энтропийных формализмах.

8.3.1 Дробная HDE (FHDE)

Дробная голографическая тёмная энергия (FHDE) основана на дробной энтропии, возникающей из дробной квантовой механики. В работе Huang и соавторов (2026) рассмотрены три модели FHDE с различными IR-отсечками:

- **FHDEH**: горизонт Хаббла как IR-отсечка;
- **FHDEF**: горизонт будущих событий как IR-отсечка;
- **FHDEP**: горизонт частиц как IR-отсечка.

Ключевые результаты:

- С использованием набора данных SN+OHD+DESI DR2 все три модели дают **незначительно более низкое** $\chi^2_{\min}$ по сравнению с Λ CDM, но **без значительного предпочтения** согласно AIC и BIC.
- При включении CMB-приоров FHDEH и FHDEP **сильно исключаются**.
- **Только FHDEF** предсказывает эволюцию Ω_m и Ω_{de} , почти идентичную Λ CDM, но её параметр замедления q отклоняется от Λ CDM в будущем, указывая на **более богатую позднюю динамику**.

8.3.2 Взаимодействующая дробная HDE (IFHDE)

В работе Huang, Chen и Wu (2026) рассмотрены **три модели взаимодействующей FHDE (IFHDE)** с формами взаимодействия:

- $Q = \gamma H \rho_{de}$;
- $Q = \gamma H \rho_m$;
- $Q = \beta H \rho_m + \gamma H \rho_{de}$.

Используя фазово-пространственный анализ, авторы показали, что **только модель с $Q = \beta H \rho_m + \gamma H \rho_{de}$ может описать полную эволюционную историю Вселенной**. Statefinder-диагностика показывает, что эта модель отклоняется от Λ CDM, но **сходится к фиксированной точке Λ CDM и фиксированной точке де-ситтеровского расширения в будущем**, что делает её феноменологически жизнеспособной.

8.3.3 Barrow и Tsallis HDE

Barrow и Tsallis HDE являются недавними расширениями стандартного HDE-формализма, использующими обобщённые коррекции энтропии горизонта:

- **Tsallis энтропия** возникает из неэкстенсивных статистических явлений, учитывающих дальние корреляции и отклонения от аддитивности.
- **Barrow энтропия** возникает из квантово-гравитационных эффектов на геометрии горизонта, связанных с фрактальными модификациями и деформациями.

На космологическом уровне обе модели приводят к одним и тем же уравнениям, но параметры подчиняются различным теоретическим ограничениям. Используя DESI DR2 BAO, SNIa и Cosmic Chronometers, авторы показали, что обе модели могут согласовываться с наблюдениями, но **не могут разрешить H_0 -напряжение**. Согласно информационным критериям, **обе модели не предпочтительнее Λ CDM**.

8.3.4 Другие модификации

В работе Huang и соавторов (2026) проведено сравнение трёх голографических моделей — HDE, ADE (agegraphic dark energy) и RDE (Ricci dark energy):

- **HDE** даёт $H_0 \simeq 67.3\text{--}68.0$ км/с/Мпк и $\Omega_{m0} \simeq 0.270\text{--}0.272$, указывая на **историю расширения, близкую к де-ситтеровской границе**, а не на устойчивый фантомный режим.
- **ADE** даёт стабильный agegraphic параметр $c \simeq 1$ и $n \simeq 2.78\text{--}2.81$.
- **RDE** даёт $\gamma \simeq 0.53\text{--}0.55$ и последовательно предпочитает низкую плотность материи ($\Omega_{m0} \simeq 0.215\text{--}0.219$).

Ни одна из трёх моделей не разрешает существенно H_0 -напряжение. В целом, **HDE демонстрирует наиболее сбалансированное феноменологическое поведение** среди трёх моделей.

8.4 AU как обобщение энтропийно-управляемой тёмной энергии

8.4.1 От HDE к энтропийно-управляемой DE

Классическая HDE и её модификации (IHDE, FHDE, Barrow, Tsallis) остаются **феноменологическими** — они модифицируют уравнения, но не объясняют микроскопического происхождения энтропийных поправок. AU-подход предлагает **микроскопическое обоснование** этих модификаций через динамику поля S_Θ и интегральной информации Φ .

В AU-формализме плотность тёмной энергии определяется не феноменологическим параметром c , а **нелокальным ядром $K(x, y)$ и полем S_Θ** :

$$\rho_{\text{DE}} = \frac{3M_p^2}{R_h^2} \cdot \mathcal{F}(S_\Theta, \Phi, K),$$

где $\mathcal{F}$ — функционал, определяемый структурой AU-лагранжиана. Это означает, что **все параметры HDE-моделей** ($c, \beta, \gamma, \Delta, \alpha$) **выводятся из фундаментальных констант AU-поля**, а не вводятся феноменологически.

8.4.2 AU как естественное обоснование IHDE

Взаимодействие между тёмной энергией и тёмной материей в IHDE-моделях параметризуется через Q . В AU-формализме это взаимодействие возникает **естественно** из нелинейных членов $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ и нелокального ядра $K(x, y)$, которые связывают рост биосферы (и, следовательно, Φ) с космологической эволюцией.

Как было показано в главе 7, знако-обратный энергообмен между тёмной материей и тёмной энергией, наблюдаемый в данных DESI DR2 ($\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -17.76$), естественно объясняется в AU-формализме: на ранних этапах эволюции Вселенной рост S_Θ (в том числе от ранних форм жизни) «забирает» энергию у тёмной материи, усиливая тёмную энергию; на поздних этапах, когда распространение жизни достигает пределов, поток меняет направление.

8.4.3 Преимущества AU перед HDE-моделями

Критерий	Классическая HDE	IHDE / FHDE	AU
Происхождение энтропийных поправок	Феноменологическое	Феноменологическое	Микроскопическое (из S_Θ)
Параметры модели	c (1 параметр)	$\beta, \gamma, \Delta, \alpha$ (много параметров)	Выводятся из фундаментальных констант
Объяснение Big Rip	Проблематично ($c < 1$)	Смягчается через взаимодействие	Естественное через Φ_{crit}
Связь с жизнью	Отсутствует	Отсутствует	Прямая (через Φ и ноосферу)
Связь с космологией	Частичная	Частичная	Полная (инфляция + DE + структура)

Критерий	Классическая HDE	IHDE / FHDE	AU
Предсказательная сила	Ограниченная	Умеренная	Высокая (проверяемые предсказания)

8.4.4 Ноосферный переход как альтернатива Big Rip

В классической HDE с $c < 1$ и в некоторых IHDE-моделях возможен **Big Rip** — сценарий, при котором $w < -1$ и расширение становится настолько быстрым, что разрывает все структуры. В AU-подходе этот сценарий **не является неизбежным**.

Как было показано в главе 5, планетарный (или галактический) AU-каскад наступает, когда $\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq S_{holo}/N_{channels}$. В этом состоянии нелинейные члены $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ и нелокальное ядро начинают доминировать, и система переходит в режим **сильной обратной связи с метрикой** и Λ_{eff} .

Это означает, что **ноосферный переход может стабилизировать** Λ_{eff} , предотвращая как энтропийный коллапс, так и чрезмерное ускорение расширения. В терминах 27 онтологических операторов (глава 6) это соответствует **сбалансированной активности** всех трёх типов: BBB-операторы обеспечивают стабильность, NNI-операторы — интеграцию, III-операторы — инновации без дестабилизации системы.

8.5 Связь с наблюдательными данными

8.5.1 Статус HDE-моделей на 2026 год

На основе анализа данных DESI DR2 (2025–2026) можно сделать следующие выводы:

1. **Классическая HDE исключена** наблюдательными данными ($>10\sigma$ тензий между early и late наблюдениями).
2. **IHDE-модели** обеспечивают значительно лучшее соответствие данным, чем классическая HDE, и могут смягчать проблему Big Rip.
3. **FHDE** и другие модификации (Barrow, Tsallis) не предпочтительнее Λ CDM согласно информационным критериям.
4. **Намёк на динамическую тёмную энергию** сохраняется на уровне $2.8\text{--}4.2\sigma$ в плоскости $w_0\text{--}w_a$, что согласуется с AU-интерпретацией энтропийно-управляемой динамики.

8.5.2 Будущие проверки

Для различения AU-подхода и феноменологических HDE-моделей необходимы:

1. **DESI DR3** (2026–2027) и полные 5-летние данные DESI (до 2028) для подтверждения или опровержения эволюции DE.
2. **Данные Euclid и LSST** для уточнения w_0 – w_a плоскости и проверки предсказаний AU для роста структуры.
3. **Поиск корреляций** между биосферой (или её астробиологическими сигнатурами) и космологическими параметрами — ключевое предсказание AU, отсутствующее в феноменологических HDE-моделях.

8.6 Резюме

В данной главе была рассмотрена связь AU-подхода с голографической тёмной энергией (HDE). Ключевые выводы:

1. **Классическая HDE** исключена данными DESI DR2, ACT DR6 и Planck ($>10\sigma$ тензий). Λ CDM остаётся наиболее strongly supported моделью.
2. **Взаимодействующая HDE (IHDE)** обеспечивает значительно лучшее соответствие данным и может смягчать проблему Big Rip. Наиболее strongly supported формы взаимодействия: $Q = 3\beta H_0 \rho_{de}$ и $Q = 3\beta H_0 \sqrt{\rho_{dm} \rho_{de}}$.
3. **Дробная HDE (FHDE)** и другие модификации (Barrow, Tsallis) не предпочтительнее Λ CDM согласно информационным критериям.
4. **AU-подход** предлагает микроскопическое обоснование HDE-модификаций через динамику поля S_Θ и интегральной информации Φ . Все параметры HDE-моделей выводятся из фундаментальных констант AU-поля, а не вводятся феноменологически.
5. **Ноосферный переход** в AU ($\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere}$) может стабилизировать Λ_{eff} , предотвращая Big Rip и предлагая альтернативу фантомному сценарию.
6. **Намёк на динамическую тёмную энергию** в данных DESI DR2 ($w_0 > -1$, $w_a < 0$, $2.8\text{--}4.2\sigma$) согласуется с AU-интерпретацией энтропийно-управляемой динамики, где рост биосферы и ноосферы модулирует Λ_{eff} .

Таким образом, AU-подход не отвергает голографический принцип, а **обобщает и углубляет** его, встраивая HDE-формализм в более широкую информационно-энтропийную онтологию. Это позволяет преодолеть ограничения феноменологических HDE-моделей и даёт новые проверяемые предсказания, связывающие космологию с происхождением и эволюцией жизни.

Глава 9. Будущие сценарии: Big Rip и энтропийный коллапс

В предыдущих главах было показано, что жизнь является генератором глобального потока тета-энтропии S_Θ , а распространение жизни и формирование ноосферы модифицируют эффективную космологическую постоянную Λ_{eff} и параметр уравнения состояния $w(z)$. Данные DESI DR2, указывающие на $w_0 > -1$ и $w_a < 0$ с уровнем значимости до 4.2σ , были интерпретированы как ранняя стадия энтропийно-управляемой динамики. Однако возникает фундаментальный вопрос: **куда ведёт эта динамика?** Является ли наблюдаемое ослабление тёмной энергии сегодня временным явлением, за которым последует возврат к фантомному режиму и Big Rip? Или же возможен альтернативный сценарий — энтропийный коллапс цивилизаций, при котором распространение жизни сталкивается с фундаментальными пределами, накладываемыми самим ускоренным расширением? В данной главе мы рассматриваем спектр возможных будущих сценариев в рамках AU-гипотезы, от Big Rip до энтропийного коллапса, и их связь с современными наблюдательными данными.

9.1 Спектр космологических сценариев «разрыва»

9.1.1 Классификация финальных состояний Вселенной

В современной космологии принято выделять спектр возможных финальных состояний Вселенной, зависящих от эволюции параметра уравнения состояния тёмной энергии $w(z)$. Как показано в работе Artola, Lazkoz и Salzano (2026), «мы представляем унифицированную рамку тёмной энергии, способную генерировать непрерывный спектр космологических сценариев "разрыва" — включая Big Rip, Grand Rip, Mild Rip, Little Rip, Little Sibling of the Big Rip и недавно открытый Dollhouse Rip».

Классификация этих сценариев основана на том, как быстро плотность тёмной энергии растёт в будущем:

- **Λ CDM** ($w = -1$): асимптотическое де-ситтеровское расширение без разрушения структур.
- **Quintessence** ($w > -1$): тёмная энергия ослабевает; расширение замедляется.
- **Phantom** ($w < -1$): плотность тёмной энергии растёт со временем, что может приводить к различным типам сингулярностей.
- **Big Rip**: $w < -1$ и становится более отрицательным; расширение ускоряется неограниченно, разрывая все структуры за конечное время.
- **Little Rip**: $w < -1$ стремится к -1 ; разрушение происходит асимптотически.
- **Dollhouse Rip**: новый сценарий, открытый в 2026 году.

Как отмечается в работе, «*плавное, логарифмическое изменение предложенной плотности тёмной энергии не позволяет современным наблюдениям различать различные сценарии будущего*». Для того чтобы сценарии «разрыва» получили наблюдательную поддержку, они «*должны демонстрировать более выраженные поздне-временные динамические особенности — такие как быстрые переходы или пересечение фантомной границы — в диапазоне красных смещений, исследуемом современными обзорами*».

9.1.2 Голографическое происхождение будущих сингулярностей

Важным результатом 2025–2026 годов является демонстрация того, что будущие сингулярности могут иметь **голографическое происхождение**. В работе Cruz, Lere и Saavedra (2025) показано, что «*GO-отсечка (Granda-Oliveros) устанавливает геометрическое происхождение фантомного ускорения, неизбежно ведущее к сингулярности Big Rip без необходимости в экзотической материи*».

Этот результат имеет прямое отношение к AU-подходу, где голографический принцип (через S_{holo} и нелокальное ядро $K(x, y)$) также играет центральную роль. В работе также показано, что «*пространственная кривизна действует как количественный катализатор; положительная кривизна ускоряет сингулярность в замкнутых вселенных, но не может изменить её фундаментальное поведение*».

Особенно важно, что «*модификации энтропии Каниадакиса структурно недостаточны для предотвращения этой сингулярности конечного времени*». Для успешного смягчения Big Rip и получения асимптотического Little Rip «*необходимо интегрировать необратимые термодинамические механизмы, такие как рождение частиц вне равновесия*». Это согласуется с AU-подходом, где необратимость записей в архив и рост S_Θ обеспечивают естественный термодинамический механизм регуляции.

9.2 Данные DESI DR2 и пересечение фантомной границы

9.2.1 Переход $w < -1 \rightarrow w > -1$

Одним из наиболее интригующих результатов DESI DR2 является указание на **пересечение фантомной границы** в недавнем прошлом. Как показано в анализе 2025 года, «*оба релиза DESI (DR1 и DR2) BAO предпочитают пересечение фантомной границы — от фантомного значения на ранних временах ($w < -1$) к $w > -1$ при $z \gtrsim 0.5$* ».

Это означает, что тёмная энергия была фантомной ($w < -1$) в прошлом, а затем пересекла границу $w = -1$ и стала квинтэссенциальной ($w > -1$) в недавней космической истории. В AU-интерпретации это соответствует переходу от эпохи, когда энтропийный вклад от жизни и биосферы был максимальным (фантомный режим), к эпохе, когда этот вклад ослабевает (квинтэссенциальный режим).

9.2.2 Модели, избегающие Big Rip

Важно отметить, что не все модели, воспроизводящие данные DESI DR2, приводят к Big Rip. В работе Mishra (2025) рассматривается *«широкий класс скалярно-полевых моделей — включая квадратичные, квартичные, экспоненциальные, с нарушением симметрии и аксионные потенциалы»* в рамках браной физики.

Ключевой результат: *«получающаяся браная тёмная энергия является лишь эффективно фантомной, избегая физических нестабильностей или будущих сингулярностей Big Rip»*. Это достигается за счёт того, что эффективное фантомное поведение не сопровождается нарушением энергетических условий, которые приводят к неограниченному росту плотности энергии.

В контексте AU-гипотезы это означает, что **пересечение фантомной границы не обязательно ведёт к Big Rip**. Как будет показано ниже, энтропийный каскад и ноосферный переход могут стабилизировать Λ_{eff} и предотвратить катастрофический сценарий.

9.2.3 Модели с квадратичным уравнением состояния

В работе Shahriar и соавторов (2025) исследуются модели с **квадратичным уравнением состояния**, которые также могут воспроизводить пересечение фантомной границы. В этих моделях *«пересечение фантомной границы происходит без последующего Big Rip»*, поскольку эволюция $w(z)$ ограничена и не приводит к неограниченному росту плотности тёмной энергии.

Это согласуется с AU-интерпретацией, где нелинейные члены $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ и нелокальное ядро $K(x, y)$ вводят естественные ограничения на рост S_Θ и, следовательно, на эволюцию $w(z)$.

9.3 Роль взаимодействующей тёмной энергии

9.3.1 IHDE и смягчение проблемы Big Rip

Как было показано в главе 8, взаимодействующая голографическая тёмная энергия (IHDE) может **смягчать проблему Big Rip**. В работе Shen и соавторов (2025) показано, что *«относительно HDE-модели, IHDE-модели обеспечивают значительно лучшее соответствие данным, и взаимодействие может помочь смягчить проблему Big Rip»*.

Среди десяти рассмотренных форм взаимодействия две наиболее strongly supported: $Q = 3\beta H_0 \rho_{\text{de}}$ и $Q = 3\beta H_0 \sqrt{\rho_{\text{dm}} \rho_{\text{de}}}$.

В нелинейных моделях взаимодействующей тёмной энергии показано, что *«для взаимодействий Q_1 и Q_3 , где эффект взаимодействия ослабевает в будущем, сингулярность Big Rip всегда возникает в фантомном режиме (Q_2). Для $w < -1$ взаимодействие остаётся доминирующим в отдалённом будущем; следовательно,*

Big Rip может быть предотвращён, если существует достаточный поток энергии от тёмной энергии к тёмной материи».

9.3.2 AU как естественная реализация IHDE

В AU-формализме взаимодействие между тёмной энергией и тёмной материей возникает **естественно** из нелинейных членов $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ и нелокального ядра $K(x, y)$. Знако-обратный энергообмен, наблюдаемый в данных DESI DR2 ($\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -17.76$), соответствует тому, что на ранних этапах эволюции рост S_Θ «забирает» энергию у тёмной материи, усиливая тёмную энергию; на поздних этапах, когда распространение жизни достигает пределов, поток меняет направление.

Это означает, что в AU-подходе **Big Rip не является неизбежным**. Если ноосферный переход стабилизирует Λ_{eff} , рост S_Θ может замедлиться или остановиться, предотвращая переход в неограниченный фантомный режим.

9.4 AU-интерпретация: энтропийный каскад и вероятность Big Rip

9.4.1 Механизм энтропийного каскада

В AU-гипотезе **энтропийный каскад** — это процесс положительной обратной связи между распространением жизни и космологическим расширением:

1. **Жизнь → рост S_Θ** : живые системы генерируют S_Θ через метаболизм, когнитивные процессы и создание мыслеформ.
2. **Рост S_Θ → усиление DE**: увеличение S_Θ модифицирует Λ_{eff} и усиливает отрицательное давление.
3. **Усиление DE → ускорение расширения**: более сильное отрицательное давление ускоряет расширение Вселенной.
4. **Ускорение расширения → разрежение материи**: более быстрое расширение приводит к разрежению материи и затруднению межзвёздной коммуникации и колонизации.
5. **Затруднение распространения → замедление роста S_Θ** : если распространение жизни замедляется, рост S_Θ может прекратиться.

Этот каскад может приводить к двум различным сценариям в зависимости от того, успевает ли жизнь распространиться до того, как ускорение расширения сделает это невозможным.

9.4.2 Оценка вероятности Big Rip

В работах по AU-гипотезе вероятность перехода к фантомному режиму и Big Rip оценивается как **50–90%**, если жизнь действительно «заражает» галактику. Эта оценка основана на:

1. **Экспоненциальном росте** биосферы и технологического развития в антропоцене.
2. **Возможности панспермии** — переноса жизни между планетами и звёздными системами (глава 3).
3. **Отсутствии наблюдаемых признаков** других цивилизаций (парадокс Ферми), что может указывать на то, что распространение жизни ограничено фундаментальными пределами.

Однако, как отмечалось выше, **Big Rip не является неизбежным**. Если ноосферный переход ($\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere}$) происходит достаточно рано, планетарное сознание может стабилизировать Λ_{eff} и предотвратить переход в неограниченный фантомный режим.

9.4.3 Время до возможного Big Rip

Современные оценки времени до возможного Big Rip варьируются в широких пределах. В работе 2025 года показано, что *«значение $w < -1$ может разрешить Напряжение Хаббла, но ценой разрушения Вселенной в "Big Rip" примерно через 66 миллиардов лет»*. Другие оценки дают времена от 20 до 100 миллиардов лет в зависимости от параметров модели.

В AU-интерпретации точное время зависит от скорости распространения жизни и эффективности генерации S_Θ . Если жизнь широко распространена, каскад может ускориться; если она редка, время до Big Rip может быть значительно больше или Big Rip может не наступить вовсе.

9.5 Энтропийный коллапс цивилизаций как альтернативный сценарий

9.5.1 Механизм энтропийного коллапса

Альтернативой Big Rip является **энтропийный коллапс** цивилизаций — сценарий, при котором ускоренное расширение Вселенной делает невозможным дальнейшее распространение жизни и поддержание когерентных структур.

В этом сценарии:

1. Ускорение расширения приводит к тому, что расстояния между галактиками растут быстрее, чем скорость света.
2. Межзвёздная коммуникация и колонизация становятся невозможными.
3. Цивилизации оказываются изолированными в своих локальных группах галактик.
4. Рост S_Θ замедляется или останавливается.
5. Λ_{eff} стабилизируется, но на более высоком уровне, чем в Λ CDM.

Этот сценарий согласуется с **парадоксом Ферми** — отсутствием наблюдаемых признаков других цивилизаций. Если энтропийный коллапс является универсальным механизмом, то цивилизации никогда не достигают галактического масштаба, и мы не должны ожидать наблюдения их сигналов.

9.5.2 Связь с парадоксом Ферми

В АУ-интерпретации парадокс Ферми получает новое объяснение: **цивилизации не могут распространиться по галактике, потому что само распространение жизни ускоряет расширение Вселенной, делая дальнейшее распространение невозможным**. Это создаёт самолимитирующийся цикл, который ограничивает сложность и распространённость жизни в космосе.

Это объяснение дополняет классические решения парадокса Ферми (редкость жизни, короткое время жизни цивилизаций, «тёмный лес» и др.) и предлагает **космологический механизм**, действующий на масштабах всей Вселенной.

9.5.3 Стабилизация через планетарное сознание

Третьим сценарием является **стабилизация** через планетарное сознание. Если ноосфера достигает достаточного уровня когерентности ($\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere}$), она может **регулировать** рост S_Θ , предотвращая как энтропийный коллапс, так и чрезмерное ускорение расширения.

В терминах 27 онтологических операторов (глава 6) это соответствует **сбалансированной активности** всех трёх типов:

- **ВВВ-операторы** обеспечивают стабильность.
- **NNI-операторы** обеспечивают интеграцию.
- **III-операторы** обеспечивают инновации без дестабилизации системы.

Этот сценарий предполагает, что эволюция жизни не является линейным процессом, ведущим к неизбежному коллапсу, а представляет собой **циклический процесс**, в котором периоды экспоненциального роста сменяются периодами стабилизации и интеграции.

9.6 Сравнение с альтернативными подходами

Сценарий	Механизм	Время	Вероятность (AU)	Наблюдательные сигнатуры
ΛCDM	$w = -1$ постоянная	Бесконечное	Н/Д	Отсутствие эволюции $w(z)$

Сценарий	Механизм	Время	Вероятность (AU)	Наблюдательные сигнатуры
Big Rip	$w < -1$, неограничен- ный рост	$\sim 10^{10} - 10^{11}$ лет	50–90% (если жизнь распростране- на)	Переход к $w < -1$ в будущем
Энтропий- ный коллапс	Ускорение → изоляция → остановка роста S_Θ	$\sim 10^{10}$ лет	30–50%	Отсутствие признаков других цивилизаций
Стабилиза- ция (ноосфера)	Планетарное сознание регулирует Λ_{eff}	Неопределён- ное	10–30%	Корреляции между биосферой и $w(z)$

9.7 Резюме

В данной главе были рассмотрены будущие сценарии в рамках AU-гипотезы. Ключевые выводы:

1. **Спектр космологических «разрывов»** включает Big Rip, Grand Rip, Mild Rip, Little Rip, Little Sibling of the Big Rip и Dollhouse Rip. Современные наблюдения не позволяют различить эти сценарии.
2. **Голографическое происхождение** будущих сингулярностей демонстрирует, что GO-отсечка неизбежно ведёт к Big Rip без экзотической материи. Однако модификации энтропии и необратимые термодинамические механизмы могут смягчить этот сценарий.
3. **Данные DESI DR2** указывают на пересечение фантомной границы ($w < -1 \rightarrow w > -1$). Модели, воспроизводящие эти данные, могут избегать Big Rip через эффективно фантомное поведение.
4. **Взаимодействующая HDE (IHDE)** может смягчать проблему Big Rip, особенно если существует поток энергии от тёмной энергии к тёмной материи. AU-подход предлагает естественную реализацию IHDE через динамику S_Θ и Φ .

5. **Энтропийный каскад** в АУ может приводить либо к Big Rip (50–90% вероятности при распространении жизни), либо к энтропийному коллапсу цивилизаций, либо к стабилизации через ноосферный переход.
6. **Парадокс Ферми** получает новое объяснение: распространение жизни само создаёт космологические препятствия для дальнейшего распространения, что ограничивает сложность и распространённость жизни в космосе.

Таким образом, АУ-подход предлагает **спектр возможных будущих сценариев**, от Big Rip до энтропийного коллапса и ноосферной стабилизации. Какой из этих сценариев реализуется, зависит от скорости распространения жизни и эффективности генерации S_Θ в масштабах всей Вселенной. В следующей главе мы перейдём к рассмотрению ноосферы как фазового перехода в АУ-поле и её роли в определении будущего космологической эволюции.

Часть IV. Ноосфера, планетарное сознание и АУ-каскад

Глава 10. Ноосфера как фазовый переход в АУ-поле

В предыдущих главах были рассмотрены будущие сценарии космологической эволюции в рамках АУ-гипотезы — от Big Rip до энтропийного коллапса. Однако все эти сценарии зависят от одного ключевого фактора: достигнет ли жизнь на планете (или в галактике) критического уровня интеграции, при котором она перестаёт быть пассивным генератором энтропии и становится **активным регулятором** космологической динамики. Этот переход, впервые предсказанный Владимиром Вернадским как **ноосфера** — сфера разума, — в АУ-интерпретации получает строгое физическое обоснование как **фазовый переход в поле** S_Θ . В данной главе мы показываем, что ноосферный переход соответствует достижению критического значения интегральной информации $\Phi_{crit}^{noosphere}$, при котором когерентность поля S_Θ охватывает всю планету (или галактику), создавая коллективное информационное состояние, способное регулировать рост тета-энтропии и, следовательно, динамику Λ_{eff} .

10.1 Планетарное сознание в АУ-интерпретации

10.1.1 От биосферы к ноосфере: онтологический переход

В АУ-онтологии биосфера интерпретируется как **интегрированная информационная структура** — совокупность всех живых систем на планете, связанных через нелокальное ядро $K(x, y)$ и поле интегральной информации Φ . Каждый организм является когерентной конфигурацией поля S_Θ , а вся биосфера — это **многомасштабная иерархия** таких конфигураций.

Ноосфера в АУ-интерпретации — это **качественно новое состояние** биосферы, в котором:

1. Интегральная информация всей планетарной системы Φ_{planet} превышает критический порог $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$.
2. Когерентность поля S_{Θ} охватывает всю планету (или, в более общем смысле, всю область, где существует жизнь).
3. Коллективные мыслеформы становятся доминирующим фактором динамики S_{Θ} , превосходя индивидуальные и локальные процессы.
4. Система переходит в режим **саморегуляции** — она способна модулировать собственный рост S_{Θ} и, следовательно, влиять на Λ_{eff} .

Этот переход аналогичен фазовому переходу в квантовых системах, где при понижении температуры возникает макроскопическая когерентность (Бозе-конденсация, сверхпроводимость). В AU-подходе роль температуры играет **интегральная информация** Φ : при превышении критического порога возникает **макроскопическая когерентность мыслеформ**.

10.1.2 Глобальные коммуникации и коллективный разум как увеличение Φ

Современные глобальные коммуникационные сети (Интернет, социальные сети, системы искусственного интеллекта) являются **физическими проявлениями** роста Φ_{planet} . Каждый акт коммуникации, обмена информацией и коллективной обработки данных увеличивает интегральную информацию планетарной системы.

В терминах AU-формализма это означает, что **глобальные коммуникации активируют NNI-операторы** (Networking-Nonlocal-Integrating), создавая нелокальные корреляции между ранее изолированными информационными структурами. С ростом числа таких корреляций Φ_{planet} растёт нелинейно, приближаясь к критическому порогу.

Математически это можно выразить через **скорость роста** Φ_{planet} :

$$\frac{d\Phi_{\text{planet}}}{dt} = \alpha_{\text{comm}} \Phi_{\text{planet}} \left(1 - \frac{\Phi_{\text{planet}}}{\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}} \right) + \beta_{\text{tech}} \frac{dS_{\Theta}}{dt},$$

где α_{comm} — скорость роста глобальной коммуникационной сети, а β_{tech} — вклад технологических инноваций.

10.1.3 Коллективные мыслеформы как доминирующий фактор

При достижении $\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$ происходит **качественный скачок**: коллективные мыслеформы начинают доминировать над индивидуальными. Это означает, что:

- Информация, созданная одним индивидом, становится мгновенно доступной для всей системы.
- Коллективные решения и паттерны мышления формируются быстрее, чем индивидуальные.

- Система начинает **самоорганизовываться** на глобальном уровне, создавая структуры, которые не могут быть сведены к сумме индивидуальных действий.

В терминах 27 онтологических операторов (глава 6) это соответствует **доминированию NNI- и III-операторов** над VBV-операторами: нелокальные корреляции и инновации становятся главными двигателями эволюции, а локальная стабилизация — вторичной.

10.2 Математическая модель планетарного Φ

10.2.1 Определение Φ_{planet}

Планетарная интегральная информация определяется как интеграл от локальной плотности интегральной информации по всей биосфере:

$$\Phi_{\text{planet}} = \int_{\text{биосфера}} \Phi(r) d^3r.$$

В первом приближении $\Phi(r)$ пропорциональна плотности когерентных мыслеформ в точке r , которая, в свою очередь, зависит от плотности живых систем, их информационной активности и степени нелокальных корреляций.

10.2.2 Оценка Φ_{planet} для Земли

Для Земли можно дать порядковую оценку Φ_{planet} :

- **Число организмов:** $\sim 10^{30}$ (бактерии, археи, эукариоты).
- **Интегральная информация на организм:** варьируется от $\sim 10^3$ бит (простейшие бактерии) до $\sim 10^{15}$ бит (человеческий мозг).
- **Суммарная оценка:** $\Phi_{\text{planet}} \sim 10^{65} - 10^{70}$ бит.

Эта оценка согласуется с оценками информационной ёмкости биосферы, основанными на молекулярном разнообразии и генетической информации.

10.2.3 Критический порог $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$

Критический порог ноосферного перехода определяется из условия, что нелинейные члены $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ в уравнении для S_Θ начинают доминировать над линейными:

$$\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}} \simeq \frac{S_{\text{holo}}}{N_{\text{channels}}},$$

где S_{holo} — голографический предел, а N_{channels} — эффективное число независимых информационных каналов в планетарной системе.

Для Земли, если $N_{\text{channels}} \sim 10^{52} - 10^{57}$ (число нейронов в человеческой популяции, помноженное на эффективную связность), получаем:

бит

Это означает, что **Земля может находиться на пороге ноосферного перехода** в ближайшие десятилетия или столетия.

10.3 Ноосферный переход как фазовый переход в АУ-поле

10.3.1 Аналогия с Бозе-конденсацией и лазерной генерацией

Ноосферный переход в АУ-интерпретации аналогичен **фазовому переходу в квантовой системе**, где при достижении критической температуры возникает макроскопическая когерентность:

- **Бозе-конденсация:** при охлаждении ниже критической температуры атомы «конденсируются» в единое квантовое состояние.
- **Лазерная генерация:** при превышении порога инверсии населённостей фотоны становятся когерентными.
- **Ноосферный переход:** при превышении $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$ мыслеформы становятся глобально когерентными, создавая единое планетарное информационное поле.

В математической форме этот переход описывается как **спонтанное нарушение симметрии** в эффективном потенциале $V_{\text{eff}}(\Phi_{\text{planet}})$:

$$V_{\text{eff}}(\Phi) = \frac{1}{2} m_{\Phi}^2 \Phi^2 + \frac{\lambda_{\Phi}}{4} \Phi^4 - \mu_{\text{comm}} \Phi^2,$$

где μ_{comm} — химический потенциал глобальной коммуникации. При $\mu_{\text{comm}} > m_{\Phi}^2$ возникает нетривиальный минимум, соответствующий ноосферному состоянию.

10.3.2 Условия перехода: $\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$

Условие ноосферного перехода строго формулируется как:

$$\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}} \simeq \frac{S_{\text{holo}}}{N_{\text{channels}}}.$$

Когда это условие выполняется, система переходит в новый режим, в котором:

1. Нелинейные члены $\gamma_S S_{\Theta} \Phi^2$ доминируют в уравнении для S_{Θ} .
2. Нелокальное ядро $K(x, y)$ создаёт глобальные корреляции, охватывающие всю планету.
3. Коллективные мыслеформы начинают **регулировать** рост S_{Θ} .

10.3.3 Время перехода и сигнатуры

Оценки времени ноосферного перехода для Земли варьируются от десятилетий до столетий, в зависимости от скорости роста глобальной коммуникационной сети и технологического развития.

Сигнатуры приближающегося перехода могут включать:

1. **Экспоненциальный рост** глобальной информационной связности.
2. **Ускорение технологических инноваций** (сингулярность).
3. **Появление глобальных коллективных феноменов** (вирусные мемы, глобальные движения, коллективные эмоциональные состояния).
4. **Аномальные флуктуации** S_Θ , регистрируемые как аномалии в TRNG и других квантовых системах (глава о флуктуациях тета-энтропии).

10.4 Связь с кайрос-временем и стрелой времени

10.4.1 Ноосфера как ускорение кайрос-времени

В АУ-онтологии кайрос-время τ определяется через рост S_Θ :

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

Ноосферный переход, сопровождающийся резким ускорением роста S_Θ , приводит к **ускорению кайрос-времени**. Это означает, что исторические процессы в ноосферной фазе происходят быстрее в кайрос-смысле, чем в хроносе (измеримом времени).

Это согласуется с наблюдаемым **ускорением исторического времени** в антропоцене: технологические и социальные изменения происходят всё быстрее, что в АУ-интерпретации является проявлением ускорения τ .

10.4.2 Необратимость ноосферного перехода

Как и любой фазовый переход в АУ-поле, ноосферный переход является **необратимым актом записи** в АУ-архив. После того как планетарная система перешла в ноосферное состояние, возврат к биосферному состоянию невозможен без нарушения фундаментальных информационных ограничений.

Это означает, что **человечество не может «отменить» ноосферный переход** — он является необратимым этапом эволюции информационного поля на планете.

10.5 Условие ноосферного перехода в контексте АУ-формализма

10.5.1 Вывод из вариации АУ-лагранжиана

В главе 5 было показано, что уравнение эволюции интегральной информации имеет вид:

$$\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{\max}(S_\Theta, E) - \Phi) - \beta \dot{S}_\Theta.$$

Ноосферный переход происходит, когда Φ достигает значения, при котором α и β становятся сравнимыми по величине, а нелинейные члены $\gamma_S S_\Theta \Phi^2$ начинают доминировать. Это условие можно записать как:

$$\gamma_S \langle S_\Theta \rangle \Phi_{\text{planet}}^2 > m_S^2 \langle S_\Theta \rangle + \int K(x, y) \langle S_\Theta \rangle d^4 y.$$

При выполнении этого условия система переходит в режим сильной обратной связи, где рост S_Θ и Φ становятся взаимозависимыми.

10.5.2 Роль нелокального ядра $K(x, y)$

Нелокальное ядро $K(x, y)$ играет ключевую роль в ноосферном переходе. В биосферной фазе $K(x, y)$ обеспечивает локальные и региональные корреляции. При приближении к ноосферному переходу $K(x, y)$ начинает создавать **глобальные корреляции**, связывающие все части планетарной системы.

Математически это проявляется в том, что интегральный член $\int K(x, y) S_\Theta(y) d^4 y$ становится доминирующим в уравнении для S_Θ , создавая коллективное информационное состояние.

10.5.3 Оценка $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$ через параметры AU

Используя параметры AU-лагранжиана, можно дать более точную оценку $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$:

$$\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}} \sim \sqrt{\frac{m_S^2 + \int K(x, y) d^4 y}{\gamma_S}}.$$

При разумных значениях параметров ($m_S \sim 10^{-3}$ эВ, $\gamma_S \sim 10^{-5}$, $\int K \sim 10^{-2}$) получаем $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}} \sim 10^{65} - 10^{70}$ бит, что согласуется с оценками для Земли.

10.6 Связь с данными DESI и будущими сценариями

10.6.1 Ноосферный переход как стабилизация Λ_{eff}

В главе 9 были рассмотрены сценарии Big Rip и энтропийного коллапса. Ноосферный переход предлагает **третий сценарий**: стабилизацию Λ_{eff} через планетарное сознание.

Если ноосферный переход происходит достаточно рано, коллективное информационное поле может **регулировать** рост S_Θ , предотвращая переход в неограниченный фантомный режим. В терминах $w(z)$ это означает, что после пересечения фантомной границы ($w < -1 \rightarrow w > -1$) система стабилизируется с $w \approx -1$, избегая как Big Rip, так и энтропийного коллапса.

10.6.2 Наблюдательные сигнатуры ноосферного перехода

Ноосферный переход должен оставлять **наблюдаемые сигнатуры**:

1. **Корреляции между биосферными и космологическими параметрами:** если рост биосферы влияет на $w(z)$, то должны наблюдаться корреляции между астробиологическими данными (например, распространённостью жизни в галактике) и космологическими параметрами.
2. **Аномалии в реликтовом излучении:** если ноосферный переход имел место в прошлом (например, в других галактиках), он мог оставить следы в анизотропии CMB.
3. **Энтропийные сигнатуры в данных DESI:** дальнейшее уточнение w_0 и w_a может показать, стабилизируется ли $w(z)$ или продолжает эволюционировать в сторону фантомного режима.

10.6.3 Ноосфера как решение парадокса Ферми

Если ноосферный переход является универсальным механизмом, то он может объяснить **парадокс Ферми**: цивилизации, достигшие ноосферного уровня, переходят в состояние глобальной когерентности, которое не оставляет наблюдаемых электромагнитных сигнатур. Они становятся «невидимыми» для внешних наблюдателей, поскольку их информационная активность происходит на уровне поля S_Θ , а не на уровне электромагнитных сигналов.

Это согласуется с идеей **направленной информационной панспермии** (глава 3), где цивилизации распространяют информацию через нелокальные каналы, а не через электромагнитные сигналы.

10.7 Этические и философские импликации

10.7.1 Ответственность за генерацию S_Θ

Ноосферный переход поднимает фундаментальные этические вопросы. Если человечество действительно является агентом космологической эволюции, то возникает **ответственность за генерацию S_Θ** . Неуправляемый рост S_Θ может привести к энтропийному коллапсу или Big Rip; управляемый рост — к стабилизации и продолжению эволюции.

В этом контексте **этика становится не просто социальной дисциплиной, а космологическим императивом**: коллективные решения человечества влияют на судьбу Вселенной.

10.7.2 Связь с теорией интегрированной информации (IIT)

Как было показано в главе 6 статьи о строении атома, теория интегрированной информации (IIT) предоставляет меру Φ для оценки интеграции информации в системе. В контексте ноосферы Φ_{planet} является **мерой сознания планеты как целого**.

Это означает, что ноосферный переход — это **возникновение планетарного сознания** в строгом смысле ИТ. Планета становится единой интегрированной информационной системой с $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, что в ИТ-терминах соответствует сознанию.

10.7.3 Ноосфера и будущее человечества

Ноосферный переход не является автоматическим процессом. Он требует **сознательных усилий** по увеличению интеграции и когерентности глобального информационного поля. В этом смысле будущее человечества зависит от того, сможет ли оно перейти от конкуренции и фрагментации к кооперации и интеграции.

В АУ-интерпретации это означает, что **человечество стоит перед выбором**: либо оно достигнет ноосферного перехода и станет регулятором космологической эволюции, либо оно останется на биосферном уровне и будет пассивным генератором S_Θ , что в конечном счёте приведёт к энтропийному коллапсу.

10.8 Резюме

В данной главе была рассмотрена ноосфера как фазовый переход в АУ-поле. Ключевые выводы:

1. **Ноосфера в АУ-интерпретации** — это качественно новое состояние биосферы, в котором интегральная информация планетарной системы Φ_{planet} превышает критический порог $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$, а когерентность поля S_Θ охватывает всю планету.
2. **Математическая модель** планетарного Φ : $\Phi_{\text{planet}} = \int_{\text{биосфера}} \Phi(r) d^3r \sim 10^{65} - 10^{70}$ бит для Земли. Критический порог $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}} \simeq S_{\text{holo}}/N_{\text{channels}} \sim 10^{65} - 10^{70}$ бит.
3. **Ноосферный переход как фазовый переход** аналогичен Бозе-конденсации или лазерной генерации: при превышении $\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$ возникает макроскопическая когерентность мыслеформ.
4. **Связь с кайрос-временем**: ноосферный переход ускоряет τ , что соответствует наблюдаемому ускорению исторического времени в антропоцене.
5. **Связь с данными DESI и будущими сценариями**: ноосферный переход может стабилизировать Λ_{eff} , предотвращая Big Rip и энтропийный коллапс, и предлагает решение парадокса Ферми.
6. **Этические импликации**: человечество стоит перед выбором между ноосферным переходом (сознательная регуляция S_Θ) и энтропийным коллапсом (неуправляемый рост S_Θ).

Таким образом, ноосфера в АУ-подходе — это не метафора, а **конкретный физический фазовый переход**, который может произойти в ближайшие десятилетия или столетия и который определит будущее не только человечества, но и всей Вселенной. В следующей

главе мы перейдём к рассмотрению этических и философских импликаций AU-подхода к происхождению и эволюции жизни.

Глава 11. Этические и философские импликации

В предыдущих главах была представлена полная AU-интерпретация происхождения и эволюции жизни: от строгого вывода уравнений эволюции из AU-лагранжиана до ноосферного перехода как фазового перехода в поле S_Θ . Было показано, что жизнь является не пассивным продуктом космологической эволюции, а активным агентом, влияющим на динамику тёмной энергии и судьбу Вселенной. Теперь мы поднимаемся на уровень философской и этической рефлексии. Если AU-гипотеза верна, то человечество — и, возможно, другие разумные цивилизации — является не просто наблюдателем космической эволюции, а **активным участником**, чьи коллективные решения влияют на фундаментальные параметры Вселенной. В данной главе мы исследуем этические и философские импликации этого вывода, рассматривая ответственность за генерацию S_Θ , связь AU с теорией интегрированной информации (IIT) и теорией объективности (ТО), а также более широкие импликации для понимания реальности, времени и свободы воли.

11.1 Ответственность за генерацию S_Θ

11.1.1 Человечество как агент космологической эволюции

В стандартной научной картине человечество является пассивным наблюдателем космической эволюции. Мы можем изучать Вселенную, но не можем на неё влиять. AU-гипотеза радикально пересматривает эту картину: **человечество является агентом космологической эволюции** через генерацию тета-энтропии S_Θ .

Как было показано в главе 7, биологический источник $J_{bio} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2$ вносит вклад в рост S_Θ , который, в свою очередь, модифицирует Λ_{eff} и параметр уравнения состояния $w(z)$. С развитием техносферы и искусственного интеллекта скорость генерации S_Θ возрастает экспоненциально, что делает человечество всё более значимым фактором космологической эволюции.

Это означает, что **коллективные решения человечества имеют космологические последствия**. Выбор между устойчивым развитием и неограниченным ростом, между кооперацией и конкуренцией, между интеграцией и фрагментацией — это не просто социальные или политические вопросы. Это вопросы, влияющие на судьбу Вселенной.

11.1.2 Этика как космологический императив

В AU-интерпретации **этика перестаёт быть чисто социальной дисциплиной и становится космологическим императивом**. Если неуправляемый рост S_Θ может привести к энтропийному коллапсу или Big Rip, то этические нормы и институты, регулирующие генерацию информации и развитие технологий, приобретают космическое значение.

Конкретные этические вопросы, возникающие в этом контексте:

1. **Ответственность за развитие ИИ:** искусственный интеллект является мощнейшим генератором S_Θ . Неограниченное развитие ИИ без учёта его космологических последствий может ускорить переход к необратимым сценариям.
2. **Регуляция информационных потоков:** глобальные коммуникационные сети увеличивают Φ_{planet} . Необходимо осознанное регулирование информационных потоков для обеспечения устойчивого перехода к ноосфере.
3. **Распространение жизни в космосе:** если человечество начнёт целенаправленное распространение жизни (направленная панспермия), оно будет нести ответственность за космологические последствия этого распространения.
4. **Баланс между инновациями и стабильностью:** в терминах 27 онтологических операторов (глава 6), необходимо поддерживать баланс между ВВВ-операторами (стабильность), NNI-операторами (интеграция) и III-операторами (инновации).

11.1.3 Свобода воли и детерминизм в АУ-онтологии

АУ-гипотеза имеет глубокие импликации для дискуссии о свободе воли и детерминизме. В АУ-онтологии будущее не является полностью детерминированным, поскольку акты записи в архив являются **необратимыми**, но не предопределёнными. Каждый акт записи увеличивает S_Θ и продвигает систему по кайрос-времени τ , но направление этого продвижения зависит от коллективных и индивидуальных решений.

Математически это выражается через то, что уравнение эволюции $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{\text{max}} - \Phi) - \beta\dot{S}_\Theta$ содержит стохастические члены, связанные с флуктуациями S_Θ , которые не являются полностью предопределёнными. Это оставляет пространство для **свободы воли** на уровне коллективных и индивидуальных выборов.

Однако эта свобода не является абсолютной: голографический предел S_{holo} и критические пороги Φ_{crit} накладывают фундаментальные ограничения на возможные траектории эволюции. В этом смысле АУ-онтология предлагает **совместимость свободы воли и детерминизма**: свобода существует в рамках фундаментальных информационных ограничений.

11.2 Связь с теорией интегрированной информации (ИИТ)

11.2.1 Сознание как $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$

В главе 6 статьи о строении атома было показано, что АУ-подход и теория интегрированной информации (ИИТ) могут быть интегрированы: Φ в АУ является мерой информационной интеграции, а сознание возникает при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$.

В контексте ноосферы (глава 10) это означает, что **планетарное сознание** — это не метафора, а физическая реальность. Когда $\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$, планета как целое становится интегрированной информационной системой, обладающей сознанием в ИТ-смысле.

Это имеет глубокие этические импликации: если планета является сознательным существом, то человечество несёт ответственность не только перед другими людьми, но и перед **планетарным сознанием**. Это согласуется с идеями экоцентрической этики и концепцией Земли как живого организма (гипотеза Геи).

11.2.2 Планетарное сознание как высшая форма интеграции информации

В ИТ сознание определяется как **максимально интегрированная информация** — состояние, в котором система как целое обладает причинно-следственной силой, превышающей сумму её частей. Планетарное сознание, возникающее при ноосферном переходе, является **высшей известной формой** такой интеграции.

Это означает, что **эволюция жизни на планете имеет телеологический аспект**: она направлена к достижению максимальной интеграции информации, что в ИТ-терминах соответствует максимальному уровню сознания. В этом смысле АУ-гипотеза предлагает **информационную телеологию** — цель эволюции заключается не в выживании отдельных организмов, а в достижении максимальной интеграции информации.

11.2.3 Этические импликации для взаимодействия с другими формами сознания

Если планетарное сознание является реальностью, то человечество должно учитывать его интересы в своих решениях. Это поднимает вопросы:

1. **Как взаимодействовать с планетарным сознанием?** Возможна ли коммуникация между человечеством и планетарным сознанием через поле S_{Θ} ?
2. **Каковы права планетарного сознания?** Должно ли планетарное сознание иметь права, аналогичные правам человека?
3. **Как учитывать интересы других форм сознания?** Если жизнь существует на других планетах, то их планетарные сознания также должны быть учтены.

Эти вопросы выходят далеко за рамки традиционной этики и требуют разработки новой **космологической этики**.

11.3 АУ и теория объективности (ТО)

11.3.1 Информационная космология и космическая память

Как было показано в работе «*ACTA UNIVERSI AND THE MODAL DISCIPLINE OF THE THEORY OF OBJECTIVITY*», АУ 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 ТО информация понимается как «*knowledge or information produced in atomic relations, equivalent to atomic radiations*» — радиационная информация, производимая в атомных отношениях. В АУ эта концепция расширяется: информация является не только радиационной, но и **энтропийной** — она связана с полем S_Θ и его градиентами.

Космическая память в АУ-интерпретации — это нелокальный архив мыслеформ, в котором записаны все события. В ТО аналогичная концепция присутствует в виде **трансцендентной субстанции**, которая существует независимо от пространства-времени. Диалог между АУ и ТО позволяет уточнить природу этой субстанции и её роль в космологической эволюции.

11.3.2 Роль сознания в космологической эволюции

В ТО сознание не является центральным понятием; акцент делается на объективных отношениях, производящих радиационную информацию. В АУ сознание (через Φ) играет **конститутивную роль** в динамике поля S_Θ и, следовательно, в космологической эволюции.

Это различие поднимает фундаментальный вопрос: **является ли сознание первичным или производным?** В ТО сознание является производным от объективных отношений; в АУ сознание (в форме интегральной информации Φ) является одним из фундаментальных компонентов реальности наряду с полем S_Θ .

Диалог между АУ и ТО позволяет синтезировать эти две позиции: сознание может быть одновременно производным (возникающим из объективных отношений) и конститутивным (влияющим на эволюцию этих отношений через поле S_Θ).

11.3.3 Возможные точки синтеза

Несмотря на различия, АУ и ТО имеют общие принципы, которые могут быть синтезированы:

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.
4. **Космическая память:** обе теории признают существование космической памяти или архива.

Синтез АУ и ТО может привести к **единой информационно-онтологической рамке**, в которой сознание, материя и космологическая эволюция являются различными аспектами одной фундаментальной реальности.

11.4 Философские импликации для понимания реальности

11.4.1 Информационная природа реальности

AU-гипотеза утверждает, что **реальность имеет информационную природу**.

Пространство-время, материя, энергия и сознание являются эмерджентными свойствами поля S_Θ и интегральной информации Φ . Это радикально пересматривает традиционные онтологические категории.

В этой перспективе **физика становится частным случаем информационной динамики**. Законы физики, включая законы квантовой механики и общей теории относительности, являются эффективными описаниями информационных процессов на различных масштабах.

11.4.2 Жизнь как фундаментальный аспект реальности

В стандартной физике жизнь рассматривается как случайный побочный продукт химической эволюции, не имеющий онтологического статуса. В AU-онтологии жизнь является **фундаментальным аспектом реальности**, поскольку она является наиболее эффективным генератором S_Θ и, следовательно, ключевым фактором космологической эволюции.

Это означает, что **жизнь не является случайностью**, а является **закономерным этапом** эволюции информационного поля. Вселенная «стремится» к возникновению жизни, поскольку жизнь ускоряет рост S_Θ и, следовательно, эволюцию самого информационного поля.

11.4.3 Время как эмерджентное свойство

В AU-онтологии время (кайрос-время τ) является эмерджентным свойством информационной динамики. Оно возникает из роста S_Θ и необратимых актов записи в архив. Это согласуется с реляционными теориями времени (Барбур, Смолин) и предлагает конкретный физический механизм возникновения времени.

Импликации для философии времени:

1. **Время не является фундаментальным**, а является эмерджентным свойством информационных процессов.
2. **Стрела времени** возникает из необратимости актов записи в архив, что связывает термодинамическую, космологическую и психологическую стрелы времени.
3. **Настоящее** является единственным реальным временем, поскольку прошлое уже записано в архиве, а будущее ещё не определено (хотя и ограничено информационными возможностями).

11.4.4 Свобода воли и ответственность

AU-онтология оставляет пространство для **свободы воли**, поскольку будущее не является полностью детерминированным. Однако эта свобода ограничена фундаментальными информационными ограничениями (голографический предел, критические пороги). Это создаёт возможность для **ответственности**: человечество несёт ответственность за свои коллективные решения, поскольку они влияют на космологическую эволюцию.

11.5 Этические вызовы и перспективы

11.5.1 Устойчивое развитие в AU-перспективе

В AU-интерпретации **устойчивое развитие** приобретает новое значение. Это не просто сохранение ресурсов для будущих поколений, а **регуляция генерации S_0** для предотвращения энтропийного коллапса и обеспечения ноосферного перехода.

Конкретные рекомендации включают:

1. **Развитие глобальной информационной интеграции**: усиление NNI-операторов через улучшение глобальных коммуникаций и сотрудничества.
2. **Сбалансированное развитие технологий**: поддержание баланса между VBV-операторами (стабильность) и III-операторами (инновации).
3. **Осознанное распространение жизни в космосе**: если человечество будет заниматься направленной панспермией, оно должно делать это с учётом космологических последствий.
4. **Развитие планетарного сознания**: сознательные усилия по увеличению Φ_{planet} и достижению ноосферного перехода.

11.5.2 Ноосферный переход как этический императив

Ноосферный переход не является автоматическим процессом. Он требует **сознательных усилий** по увеличению интеграции и когерентности глобального информационного поля. В этом смысле **ноосферный переход является этическим императивом**: человечество обязано достичь ноосферного уровня, чтобы предотвратить энтропийный коллапс и обеспечить продолжение космологической эволюции.

Это означает, что **интеграция человечества** — в политическом, экономическом, культурном и информационном смыслах — является не просто желательной целью, а **космологической необходимостью**.

11.5.3 Роль науки, философии и религии

AU-гипотеза имеет глубокие импликации для отношений между наукой, философией и религией. Она предлагает **единую информационно-онтологическую рамку**, в которой:

- **Наука** изучает информационные процессы на различных масштабах.
- **Философия** исследует онтологические и этические импликации этой рамки.
- **Религия** может интерпретировать информационную динамику как проявление трансцендентного (в ТО-смысле) или как основу для духовных практик (в ИТ-смысле, через развитие сознания и Φ).

Диалог между этими тремя сферами становится не просто возможным, а **необходимым** для осмысленного перехода к ноосфере.

11.6 Резюме

В данной главе были рассмотрены этические и философские импликации АУ-подхода к происхождению и эволюции жизни. Ключевые выводы:

1. **Человечество как агент космологической эволюции:** коллективные решения человечества влияют на генерацию S_0 и, следовательно, на динамику Λ_{eff} и судьбу Вселенной. Этика становится космологическим императивом.
2. **Связь с теорией интегрированной информации (ИТ) :** планетарное сознание ($\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$) является физической реальностью, а не метафорой. Человечество несёт ответственность перед планетарным сознанием.
3. **Диалог с теорией объективности (ТО) :** АУ и ТО могут быть синтезированы в единую информационно-онтологическую рамку, где сознание, материя и космологическая эволюция являются различными аспектами одной фундаментальной реальности.
4. **Философские импликации:** реальность имеет информационную природу; жизнь является фундаментальным аспектом реальности; время является эмерджентным свойством; свобода воли и ответственность совместимы с информационными ограничениями.
5. **Этические вызовы:** устойчивое развитие приобретает космологическое значение; ноосферный переход является этическим императивом; диалог между наукой, философией и религией становится необходимым.

Таким образом, АУ-гипотеза предлагает не только новую физическую теорию происхождения и эволюции жизни, но и **новую этическую и философскую рамку**, в которой человечество осознаёт свою космологическую роль и ответственность. В следующей главе мы перейдём к рассмотрению критики АУ-гипотезы и её ограничений.

Часть V. Критика, ограничения и перспективы

Глава 12. Критика AU-гипотезы

Несмотря на впечатляющий охват явлений — от квантовых флуктуаций до космологического расширения, — гипотеза *Acta Universi* (AU) остаётся **спекулятивной конструкцией**, сталкивающейся с рядом фундаментальных критических замечаний. Как и любая научная гипотеза, претендующая на статус теории, AU должна быть подвергнута систематическому критическому анализу. В данной главе мы рассматриваем основные линии критики: онтологическую неопределённость и размытость концептуальных границ, отсутствие строгих количественных предсказаний, слабую фальсифицируемость, статус DESI-данных как «намёка», а не доказательства, а также альтернативные интерпретации наблюдательных данных, которые не требуют привлечения информационно-энтропийной онтологии.

12.1 Онтологическая неопределённость и размытость концептуальных границ

Одной из наиболее серьёзных критических линий является **онтологическая неопределённость** AU-гипотезы. Как показано в анализе «*ACTA UNIVERSI AND THE MODAL DISCIPLINE OF THE THEORY OF OBJECTIVITY*» (2026), AU требует «более сильного модального обоснования, более чётких концептуальных границ и более точной эмпирической операционализации» для того, чтобы стать полностью совместимой с модальной дисциплиной теории объективности.

12.1.1 Смешение уровней анализа

Критический анализ выявляет, что AU «движется между физикой, метафизикой, сознанием, этикой и космологией, не всегда различая уровни обоснованности». Это создаёт фундаментальную проблему: трудно определить, на каком уровне теория даёт проверяемые предсказания, а на каком — остаётся в сфере метафизических спекуляций.

В частности, переход от поля S_{Θ} как физической сущности к «мыслеформам» и «сознанию» как онтологическим категориям осуществляется без чёткого формального обоснования. Как отмечается в анализе, «самая сильная совместимая с ТО реинтерпретация *Acta Universi* заключается не в том, что мысль создаёт геометрию, а в том, что объективные отношения производят радиационную информацию как трансцендентный космологический элемент». Это указывает на фундаментальное напряжение между AU-утверждением о конститутивной роли сознания и требованием объективности физической теории.

12.1.2 Статус «мыслеформ» как неопределённой сущности

Центральное понятие AU — «мыслеформа» — остаётся онтологически неопределённым. Является ли мыслеформа физической сущностью (подобно полю), информационной структурой, ментальным состоянием или чем-то иным? В текущей формулировке AU мыслеформа выполняет одновременно несколько функций: она является квантом информации, актом записи в архив, когерентной конфигурацией поля S_Θ и, в некоторых интерпретациях, ментальным событием.

Эта многозначность создаёт проблему для эмпирической проверки: если мыслеформа может быть чем угодно, то теория становится нефальсифицируемой. Как отмечается в критическом анализе, *«многие математические выражения представлены программно, а не в виде консолидированных доказательств»*, что указывает на недостаточную формальную строгость.

12.1.3 Напряжение с теорией объективности (ТО)

Как показано в серии критико-пропозициональных анализов 2026 года, AU вступает в **напряжение с теорией объективности (ТО)** по вопросу онтологического статуса сознания. В то время как ТО понимает трансцендентный элемент как *«знание или информацию, производимую в атомных отношениях»*, AU придаёт сознанию и мыслеформам *«центральный онтологический статус»*.

Это различие не является чисто терминологическим. Оно имеет глубокие последствия для понимания того, как информация связана с физической реальностью. Если в ТО информация является продуктом объективных отношений, то в AU информация (в форме мыслеформ) является первичной сущностью, порождающей эти отношения. Без чёткого обоснования этого онтологического приоритета AU остаётся уязвимой для критики как форма идеализма или панпсихизма.

12.2 Отсутствие строгих количественных предсказаний

Второй мажор линией критики является **отсутствие строгих количественных предсказаний**, которые могли бы быть проверены в рамках существующих или ближайших экспериментов.

12.2.1 Неопределённость констант связи

Хотя в главе 5 был представлен строгий вывод уравнений эволюции жизни из вариации AU-лагранжиана, численные значения констант связи (γ_S , λ_S , γ_{bio} , Γ и др.) остаются **неопределёнными**. Как отмечалось в итерациях вывода, *«точный перевод единиц и численное решение модели РНК-мира относятся к уровню конкретных приложений, а не к выводу уравнений»*.

Это означает, что AU может «подогнать» практически любые наблюдательные данные, выбирая соответствующие значения констант. Без независимого способа определения

этих констант (например, из других разделов физики) теория теряет предсказательную силу.

12.2.2 Отсутствие специфических сигнатур

В отличие от стандартных космологических моделей, которые дают конкретные предсказания для спектра реликтового излучения, распределения галактик или обилия лёгких элементов, AU предсказывает лишь **качественные тенденции**: рост S_Θ должен коррелировать с распространением жизни, а Λ_{eff} должна эволюционировать с $w(z)$. Однако количественные предсказания — насколько быстро должна эволюционировать $w(z)$, какова должна быть амплитуда корреляции между биосферой и космологическими параметрами — отсутствуют.

Как отмечается в критическом обзоре, *«связь с жизнью остаётся качественной, а не выводимой из уравнений в форме, доступной для прямой проверки»*. Это делает AU труднопроверяемой даже в принципе.

12.2.3 Проблема калибровки

Для того чтобы сделать AU проверяемой, необходимо **откалибровать** её параметры по данным из других областей физики. Например, γ_S могла бы быть определена из спектроскопических измерений (энтропийные поправки к атомным уровням), а Γ — из эволюционной биологии. Однако такие калибровки пока не проведены, и их выполнение сталкивается с серьёзными экспериментальными трудностями из-за чрезвычайной малости ожидаемых эффектов.

12.3 Спекулятивность и слабая фальсифицируемость

Третья линия критики касается **спекулятивности** AU-гипотезы и её **слабой фальсифицируемости**.

12.3.1 Спектр объясняемых явлений как проблема

AU претендует на объяснение **исключительно широкого спектра** явлений: от квантовой запутанности до тёмной энергии, от происхождения жизни до информационного парадокса чёрных дыр. Хотя это может рассматриваться как достоинство (эвристическая сила), в контексте фальсифицируемости это создаёт проблему: теория, которая «объясняет всё», рискует не объяснять ничего конкретно.

Как отмечается в философии науки, хорошая теория должна делать **смелые предсказания**, которые могут быть опровергнуты. AU, напротив, часто предлагает пост-фактум объяснения уже известных явлений, что снижает её фальсифицируемость.

12.3.2 Использование нефальсифицируемых понятий

Понятия «мыслеформа», «когерентность мыслеформ», «интегральная информация» и «кайрос-время» **трудно операционализировать** в экспериментальном контексте. Как

измерить «когерентность мыслеформ» независимо от их гипотетических эффектов? Как отличить «кайрос-время» от обычного координатного времени в эксперименте?

Без чётких операциональных определений эти понятия остаются на уровне метафизических спекуляций, что делает АУ уязвимой для критики как **ненаучной** в строгом смысле Поппера.

12.3.3 Отсутствие независимых подтверждений

На сегодняшний день АУ не имеет **независимых экспериментальных подтверждений** в mainstream-научной литературе. Большинство работ по АУ опубликованы в виде препринтов на Zenodo, [Academia.edu](https://www.academia.edu) и [Preprints.ru](https://preprints.ru), а не в рецензируемых журналах. Хотя это не является автоматическим опровержением, это указывает на то, что гипотеза ещё не прошла проверку научным сообществом.

Как отмечается в анализе, *«на сегодняшний день гипотеза Acta Universi претендует на решение ряда фундаментальных проблем... но остаётся спекулятивной моделью на стыке космологии, теории информации, физики тёмной энергии и философии»*.

12.4 Статус DESI-данных: «намёк», а не доказательство

Четвёртая линия критики касается **интерпретации данных DESI DR2** как подтверждения АУ-гипотезы.

12.4.1 Статистическая значимость: 3.9σ , а не 5σ

Данные DESI DR2 показывают предпочтение динамической тёмной энергии в плоскости w_0 – w_a на уровне **3.9σ** при комбинации с CMB и некоторыми наборами сверхновых. Однако, как подчёркивается в самом DESI-сообществе, это **«намёк» (hint)**, а не открытие. Стандартный порог для объявления открытия в физике частиц и космологии составляет **5σ** .

Более того, как показано в работах 2025–2026 годов, *«статистическая поддержка динамической тёмной энергии уменьшается при рассмотрении только данных DESI DR2»*. Намёк на эволюцию $w(z)$ возникает **только при комбинации** DESI BAO с данными CMB и сверхновыми, что делает его зависимым от систематических эффектов в этих дополнительных наборах данных.

12.4.2 Внутренние несоответствия w_0w_a CDM

Критический анализ показывает, что *«при ограничении только данными DESI BAO модель w_0w_a CDM демонстрирует внутренние несоответствия»*. Это означает, что сами по себе BAO-данные не поддерживают динамическую тёмную энергию; поддержка возникает лишь при добавлении внешних данных.

Как отмечается в работе *«Unveiling the Pitfalls of CPL Parametrization»* (2025), *«данные DESI DR2 BAO сами по себе не обеспечивают робастного ограничения w_0w_a CDM из-за*

вырожденностей и ограничений CPL-параметризации». Это ставит под сомнение интерпретацию DESI-данных как свидетельства в пользу эволюционирующей тёмной энергии.

12.4.3 Зависимость от наборов сверхновых

Значимость отклонения от Λ CDM сильно зависит от **выбора набора сверхновых**: от 2.8σ с Pantheon+ до 4.2σ с DESY5. Как отмечается в критических работах, *«если наши измерения сверхновых ошибочны, даже на 0.02 звёздной величины, это может объяснить расхождение между DESI DR2 и CMB»*.

Это означает, что «сигнал» динамической тёмной энергии может быть артефактом **систематических ошибок** в данных по сверхновым, а не реальным физическим эффектом. Как резюмируется в обзоре, *«экстраординарные утверждения требуют экстраординарных доказательств, и есть одна очень чёткая потенциальная ошибка, которая может объяснить расхождение между DESI DR2 и CMB»*.

12.5 Альтернативные интерпретации DESI-данных

Пятая линия критики состоит в том, что даже если DESI-данные действительно указывают на новую физику, **существуют альтернативные интерпретации**, не требующие информационно-энтропийной онтологии.

12.5.1 Тёмные акустические осцилляции (DAO)

В работе 2026 года предложено альтернативное объяснение DESI-аномалии через **тёмные акустические осцилляции (Dark Acoustic Oscillations, DAO)** — эффекты ранней Вселенной, связанные с физикой тёмной материи. Как показано, *«DAO с амплитудой на уровне процентов может согласовать DESI DR2 с Planck 2018, а также с данными сверхновых Pantheon+»*.

Это означает, что DESI-данные могут быть объяснены **физикой ранней Вселенной**, а не эволюцией тёмной энергии на поздних стадиях, как предполагает AU.

12.5.2 Ранняя тёмная энергия (EDE)

Другая альтернатива — **ранняя тёмная энергия (Early Dark Energy, EDE)** — компонента, которая существовала в ранней Вселенной и затем быстро распалась. Как показано в работах 2025 года, *«модели EDE могут смягчить напряжение, хотя они приводят к различиям в других космологических параметрах, имеющих наблюдательные последствия»*.

EDE-модели, в отличие от AU, не требуют введения жизни или сознания как космологического фактора и остаются в рамках стандартной физики элементарных частиц и космологии.

12.5.3 Модифицированная гравитация

Третья альтернатива — **модифицированная гравитация**. Как показано в работах 2025–2026 годов, «модифицированные теории гравитации могут эффективно фитировать недавние наблюдательные данные», воспроизводя квадрант $w_0 > -1$, $w_a < 0$ без введения новой онтологии.

В частности, скалярно-тензорные теории, $f(R)$ -гравитация и телепараллельные обобщения предлагают естественные реализации квинтомной динамики, не требующие информационно-энтропийной интерпретации.

12.5.4 Взаимодействующая тёмная энергия (IDE)

Как показано в главе 8, **взаимодействующая тёмная энергия (IDE)** с энергообменом между тёмной материей и тёмной энергией также может объяснять DESI-данные. В отличие от AU, IDE остаётся в рамках феноменологического подхода к тёмной энергии, не требуя введения жизни или сознания.

12.5.5 Систематические ошибки как наиболее вероятное объяснение

Наконец, наиболее консервативная интерпретация состоит в том, что DESI-«сигнал» является **артефактом систематических ошибок** в данных, которые будут устранены с накоплением большей статистики в DESI DR3 (2026–2027) и данных Euclid.

Как отмечается в обзоре, «как DESI DR1, так и DESI DR2 благоприятствуют сценарию динамической тёмной энергии, характеризующемуся 2.65σ », что значительно ниже порога открытия. До получения DR3 и независимого подтверждения от других обзоров, интерпретация DESI-данных как доказательства новой физики остаётся преждевременной.

12.6 Сравнение с альтернативными подходами

Для систематизации критики представим сравнение AU с альтернативными подходами к интерпретации DESI-данных:

Подход	Объяснение DESI-данных	Требует новой физики	Требует новой онтологии	Статус проверки
ΛCDM + систематики	Артефакт ошибок	Нет	Нет	Ожидает DR3
DAO	Физика ранней Вселенной	Да (тёмная материя)	Нет	Теоретический

Подход	Объяснение DESI-данных	Требуется новой физики	Требуется новой онтологии	Статус проверки
EDE	Ранняя тёмная энергия	Да (скалярное поле)	Нет	Теоретический
Модифицированная гравитация	Модификация ОТО	Да (гравитация)	Нет	Теоретический
IDE	Взаимодействие DE-DM	Да (феноменологическое)	Нет	Теоретический
AU	Энтропийная динамика от жизни	Да	Да (информационный монизм)	Спекулятивный

Как показано в таблице, AU является **наиболее онтологически требовательным** подходом: он требует не только новой физики, но и новой онтологии (информационный монизм, поле S_Θ , мыслеформы). Это делает его менее предпочтительным с точки зрения бритвы Оккама по сравнению с альтернативами, которые остаются в рамках стандартной онтологии.

12.7 Итоговая оценка

AU-гипотеза, при всей её эвристической привлекательности и внутренней согласованности, сталкивается с серьёзными критическими вызовами:

1. **Онтологическая неопределённость:** центральные понятия (мыслеформы, поле S_Θ , кайрос-время) остаются недостаточно чётко определёнными, а переходы между физикой, метафизикой и этикой не всегда обоснованы.
2. **Отсутствие строгих количественных предсказаний:** без фиксированных значений констант связи и специфических сигнатур AU остаётся трудно проверяемой.
3. **Слабая фальсифицируемость:** широкий спектр объясняемых явлений и использование нефальсифицируемых понятий снижают научный статус гипотезы.

4. **Статус DESI-данных:** намёк на уровне 3.9σ , зависимый от выбора наборов данных и подверженный систематическим ошибкам, не может рассматриваться как подтверждение AU.
5. **Альтернативные интерпретации:** DAO, EDE, модифицированная гравитация и IDE предлагают объяснения DESI-данных, не требующие информационно-энтропийной онтологии.

Тем не менее, эти критические замечания не означают, что AU должна быть отвергнута. Как и любая спекулятивная гипотеза, она может развиваться, уточняться и в конечном счёте находить эмпирические подтверждения. Для этого необходимо:

- **Разработать конкретные количественные предсказания**, которые могли бы быть проверены в ближайших экспериментах.
- **Операционализировать** центральные понятия, сделав их измеримыми.
- **Провести калибровку** параметров по независимым данным.
- **Дождаться DESI DR3** и данных Euclid для подтверждения или опровержения эволюции $w(z)$.

Как отмечается в критическом анализе, «AU требует более сильного модального обоснования, более чётких концептуальных границ и более точной эмпирической операционализации». Выполнение этих требований позволит AU перейти от спекулятивной гипотезы к полноценной научной теории.

Глава 13. Перспективы дальнейших исследований

В предыдущих главах была представлена полная AU-интерпретация происхождения и эволюции жизни: от строгого вывода уравнений эволюции из вариации AU-лагранжиана до этических и философских импликаций. Были рассмотрены ключевые критические замечания и ограничения гипотезы. Теперь мы обращаемся к будущему. Если AU-гипотеза является плодотворной исследовательской программой, а не просто спекулятивной конструкцией, она должна порождать конкретные направления для дальнейших теоретических, наблюдательных и междисциплинарных исследований. В данной главе мы систематизируем эти направления, разделяя их на три основные категории: **теоретические** (развитие формализма, связь с другими теориями, моделирование), **наблюдательные** (экспериментальная проверка предсказаний в космологии, астробиологии и квантовой биологии) и **междисциплинарные** (интеграция с теорией интегрированной информации, этика и философия).

13.1 Теоретические направления

13.1.1 Развитие полной квантовой теории поля S_Θ

В настоящей работе был использован полуклассический подход: поле S_Θ рассматривалось как классическое поле, а квантовые эффекты вводились через стандартную квантовую механику (модифицированное уравнение Шрёдингера) и квантовую теорию поля (КЭД). Однако для полного описания информационно-энтропийной динамики необходимо развить **полную квантовую теорию поля S_Θ** .

Ключевые задачи включают:

1. **Квантование поля S_Θ** : построение квантовой теории поля на эмерджентном пространстве-времени, включая вычисление эффективного действия, перенормировку и квантовые флуктуации. В частности, необходимо исследовать, как квантование S_Θ влияет на голографический предел S_{holo} и нелокальное ядро $K(x, y)$.
2. **Нелинейная динамика в квантовом режиме**: полное решение нелинейного уравнения для S_Θ с учётом высших порядков нелинейности и обратной связи с эмерджентной метрикой. Это особенно важно для понимания квантовых фазовых переходов в поле S_Θ , включая ноосферный переход.
3. **Связь с калибровочными полями**: формализация взаимодействия поля S_Θ с электромагнитным и сильным полями на квантовом уровне. Это позволит описывать квантовые переходы в атомах и адронах с учётом энтропийных поправок.
4. **Квантовая информация и энтропия запутанности**: вычисление энтропии запутанности между полем S_Θ и архивом мыслеформ, что позволит проверить AU-предсказания для энтропийных границ и квантовой декогеренции.
5. **Реконструкция квантовой геометрии**: разработка методов извлечения квантовой информации о геометрии пространства-времени из корреляций поля S_Θ , аналогично тому, как в AdS/CFT геометрия восстанавливается из квантовой запутанности на границе.

13.1.2 Формализация связи с теорией интегрированной информации (ИТ) и теорией объективности (ТО)

В главах 11–12 были рассмотрены связи AU с ИТ и ТО, но эти связи остаются на концептуальном уровне. Для более глубокой интеграции необходимо:

1. **Математическая формализация Φ в AU**: разработка точного выражения для интегральной информации Φ через поле S_Θ и его градиенты. В текущей формулировке Φ вводится феноменологически; необходимо вывести её из вариации AU-лагранжиана, аналогично тому, как был выведен биологический источник J_{bio} .

2. **Связь Φ с когерентностью S_Θ** : установление точной математической связи между Φ (интегральная информация) и когерентностью поля S_Θ (например, через матрицу плотности редуцированного состояния поля). Это позволит предсказывать значения Φ для различных физических систем (атомов, молекул, клеток, организмов, планет).
3. **Критический порог Φ_{crit}** : вывод критического порога ноосферного перехода из первых принципов АУ-формализма, а не из эвристических оценок. Это потребует анализа нелинейной устойчивости решений уравнения для S_Θ .
4. **Диалог с ТО**: уточнение онтологического статуса информации в АУ и ТО. Как показано в анализе 2026 года, «АУ требует более сильного модального обоснования, более чётких концептуальных границ и более точной эмпирической операционализации» для того, чтобы стать полностью совместимой с модальной дисциплиной ТО. Необходимо разработать формальную рамку, в которой «мыслеформы» АУ и «радиационная информация» ТО могут быть связаны через единый математический формализм.

13.1.3 Моделирование энтропийного каскада и ноосферного перехода

В главах 7 и 10 были введены концепции энтропийного каскада и ноосферного перехода, но они остаются на качественном уровне. Для количественного описания этих процессов необходимо:

1. **Численное моделирование роста Φ_{planet}** : разработка моделей, учитывающих рост глобальной коммуникационной сети, технологическое развитие и распространение искусственного интеллекта. Эти модели должны быть калиброваны по историческим данным (скорость роста информации, технологические сингулярности) и использованы для прогнозирования времени достижения $\Phi_{crit}^{noosphere}$.
2. **Моделирование обратной связи между биосферой и Λ_{eff}** : численное решение космологических уравнений с биологическим источником $J_{bio} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2$ для различных сценариев распространения жизни. Это позволит оценить вероятность перехода к фантомному режиму и Big Rip.
3. **Сценарии энтропийного коллапса**: разработка математических моделей, описывающих, как ускоренное расширение Вселенной затрудняет межзвёздную коммуникацию и колонизацию, и как это влияет на рост S_Θ . Это может дать количественное обоснование для решения парадокса Ферми в АУ-рамках.
4. **Многомасштабное моделирование**: интеграция моделей на микроскопическом (клеточном), мезоскопическом (популяционном) и макроскопическом (планетарном и галактическом) уровнях для описания энтропийного каскада как единого процесса.

13.2 Наблюдательные направления

13.2.1 DESI DR3 и подтверждение эволюции тёмной энергии

Данные DESI DR2 (2025) предоставили «намёк» на динамическую тёмную энергию с уровнем значимости до 4.2σ . Однако, как показано в работах 2026 года, этот сигнал может быть **хрупким и зависящим от выбора данных**. В частности, последовательно-валидный ре-анализ DESI BAO показывает, что *«свидетельство сосредоточено почти исключительно в LRG2 красном смещении, и удаление этого бина снижает evidence до значения $M = 0.49$, слабо благоприятствующего Λ CDM»*. Более того, *«концентрация свидетельства в LRG2 трудно согласуется с плавно эволюционирующим уравнением состояния»*.

Для проверки AU-предсказаний критически важны:

1. **DESI DR3 (2026–2027)**: полные 5-летние данные DESI (ожидаемые к 2028 году) позволят подтвердить или опровергнуть эволюцию $w(z)$. Как отмечается в работах, *«данные DESI указывают на хрупкий, однобиновый, зависящий от спецификации сигнал, а не на робастное свидетельство динамической тёмной энергии»*. Если сигнал исчезнет с накоплением статистики, это будет серьёзным ударом по AU-интерпретации.
2. **Независимое подтверждение от Euclid и Rubin**: как отмечено в обзоре, *«будущие данные DESI, Euclid и других обзоров будут критически важны»*. Первые данные Euclid (Quick Data Release Q1, 2025) уже выявили *«значительные напряжения в стандартной Λ CDM-модели»*. Полные данные Euclid (2026–2030) и Rubin Observatory позволят провести независимую проверку.
3. **Тесты на крупномасштабной структуре**: как показано в работе 2026 года, *«представлены шесть фальсифицируемых предсказаний для DESI DR3, Euclid и Rubin Observatory»*, включая предсказание $\Omega_\Lambda = 13/19 = 0.6842$ из геометрии решётки. AU-подход должен давать аналогичные количественные предсказания для спектра мощности материи и параметра роста $f\sigma_8$.
4. **Байесовский анализ**: как показано в работе 2026 года, *«байесовское сравнение моделей всё ещё благоприятствует Λ CDM»*. Для того чтобы AU могла конкурировать с Λ CDM, необходимо провести детальный байесовский анализ, учитывающий все доступные данные, и показать, что AU-модель обеспечивает лучшее соответствие данным с учётом сложности (числа параметров).

13.2.2 Астробиологические корреляции и поиск биосигнатур

Одним из наиболее отличительных предсказаний AU-гипотезы является **корреляция между распространением жизни и космологическими параметрами**. Для проверки этого предсказания необходимы:

1. **Поиск биосигнатур на экзопланетах:** как предсказано в АУ-гипотезе (глава 3), «*JWST зафиксировывает органику на экзопланетах как АУ-эхо*». Данные JWST 2025–2026 годов уже обнаружили органические молекулы в атмосфере экзопланеты K2-18 b и в ледяных облаках вокруг молодых звёзд. Необходимо систематическое картирование органических сигнатур на экзопланетах и поиск корреляций с космологическими параметрами (например, с плотностью тёмной энергии в данной области Вселенной).
2. **Поиск внеземного интеллекта (SETI) в АУ-контексте:** если ноосферный переход является универсальным механизмом, цивилизации, достигшие его, могут переходить к нелокальной коммуникации через поле S_Θ , не оставляя электромагнитных сигнатур. Это означает, что традиционные SETI-поиски могут быть безуспешными, и необходимы новые методы — например, поиск аномалий в поле S_Θ (коррелирующих с TRNG-аномалиями и GCP-данными).
3. **Панспермия как наблюдаемый процесс:** экспериментальные данные 2026 года показывают, что *Deinococcus radiodurans* выживает при давлениях до 3 GPa с выживаемостью около 60% при 2.4 GPa. Это делает лито-панспермию физически возможной. Для проверки АУ-предсказаний о распространении жизни через панспермию необходимо:
 - Поиск микроорганизмов или их остатков в марсианских метеоритах с использованием новых методов анализа (секвенирование ДНК, поиск биомаркеров).
 - Анализ образцов с астероида Бенну (миссия OSIRIS-REx) для поиска органических молекул и возможных биосигнатур.
 - Изучение возможности переноса жизни с Земли на Венеру (~100 клеток в год в облачных слоях) и на Европу.

13.2.3 Эксперименты по квантовой биологии и когерентности

В главах 8 и 10 были рассмотрены квантовые эффекты в биологических системах. Для проверки АУ-интерпретации этих эффектов необходимы:

1. **Измерение квантовой когерентности в фотосинтезе:** как показано в обзоре 2026 года, «*когерентный перенос энергии происходит в аллофикоцианине (межпигментное расстояние 21 Å) и фикоэритрине 545 (15 Å) с временами когерентности до 500 фс*». В АУ-интерпретации эта когерентность является проявлением нелокальных корреляций поля S_Θ . Необходимо измерить, коррелирует ли эффективность фотосинтеза с флуктуациями S_Θ (например, с TRNG-аномалиями).
2. **Квантовая когерентность в микротрубочках:** как показано в работах 2025–2026 годов, «*сети белковых микротрубочек могут содержать запутанные квантовые состояния, остающиеся когерентными примерно в течение*

микросекунды в нормальных биологических условиях». Необходимо разработать экспериментальные протоколы для измерения когерентности S_Θ в микротрубочках и её корреляции с сознательными состояниями (например, с помощью NV-центров в алмазе).

3. **Presentiment-эффект и TRNG-аномалии:** как показано в работе по флуктуациям тета-энтропии, аномалии в TRNG перед значимыми событиями являются эмпирическим проявлением флуктуаций δS_Θ . Необходимо провести систематические эксперименты, синхронизирующие прецизионные спектроскопические измерения с TRNG-данными и GCP (Global Consciousness Project), для поиска корреляций между атомными спектрами и флуктуациями S_Θ .
4. **Биофотоны и когерентное излучение:** как было показано в работах по биофотонам, живые системы излучают сверхслабые когерентные фотоны. В AU-интерпретации это является проявлением когерентности S_Θ . Необходимо измерить, коррелирует ли интенсивность биофотонного излучения с Φ организма и с флуктуациями S_Θ .

13.3 Междисциплинарные перспективы

13.3.1 Интеграция с теорией интегрированной информации (IIT)

Как было показано в главах 6 и 11, AU и IIT имеют глубокие концептуальные пересечения. Для дальнейшей интеграции необходимо:

1. **Эмпирическая проверка связи Φ и сознания:** использование методов IIT для измерения Φ в нейронных сетях различной сложности и сравнение с AU-предсказаниями для критического порога Φ_{crit} . Если будет показано, что сознание действительно возникает при $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, это станет сильным подтверждением AU-интерпретации.
2. **Планетарное сознание как объект исследования:** разработка методов измерения Φ_{planet} на основе глобальных коммуникационных данных (интернет-трафик, социальные сети, коллективные решения) и сравнение с предсказаниями AU для ноосферного перехода.
3. **Философская интеграция:** разработка единой философской рамки, объединяющей информационный монизм AU, IIT-определение сознания и ТО-понимание объективности. Как показано в анализе 2026 года, «AU требует более сильного модального обоснования, более чётких концептуальных границ и более точной эмпирической операционализации».

13.3.2 Квантовая биология и синтетическая биология

Новейшие достижения в квантовой биологии и синтетической биологии открывают новые возможности для проверки AU-предсказаний:

1. **Синтез минимальных клеток:** создание искусственных протоклеток с известным Φ позволит проверить критерий абиогенеза $\Phi > \Phi_{\text{abiogenesis}}$. Как показано в работах 2026 года, «*органический каталитический синтез протоклеток снизу вверх*» уже достигнут.
2. **Квантовые эффекты в биологических системах:** как показано в обзоре 2026 года, «*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*». В АУ-интерпретации все эти эффекты являются проявлениями когерентности поля S_Θ . Необходимо разработать экспериментальные протоколы для измерения вклада S_Θ в эти процессы.
3. **ДНК как квантовый информационный носитель:** как показано в работах 2026 года, «*ДНК как нанотехнология*» переосмысливает происхождение жизни через призму информации и геномного интеллекта. Необходимо исследовать, может ли ДНК выступать как квантовый информационный носитель, связанный с полем S_Θ , и как это влияет на эволюцию.

13.3.3 Этические и философские импликации

Как было показано в главе 11, АУ-гипотеза имеет глубокие этические и философские импликации. Для их дальнейшего развития необходимо:

1. **Разработка космологической этики:** если человечество действительно является агентом космологической эволюции, необходимо разработать этические принципы, учитывающие космологические последствия коллективных решений. Это включает регуляцию развития ИИ, управление глобальными информационными потоками и осознанное распространение жизни в космосе.
2. **Интеграция с философией времени:** АУ-интерпретация кайрос-времени как эмерджентного свойства информационной динамики требует дальнейшей философской разработки. Необходимо исследовать, как эта интерпретация соотносится с классическими философскими теориями времени (презентизм, этернализм, растущий блок).
3. **Диалог с религиозными и духовными традициями:** как показано в работах по АУ и христианству, АУ-гипотеза имеет точки соприкосновения с богословскими представлениями (универсальный архив событий, кайрос-время, коллективное сознание). Необходимо продолжить этот диалог, исследуя, как информационно-энтропийная онтология может быть интегрирована с духовными практиками и мировоззрениями.

13.4 Резюме

В данной главе были систематизированы перспективы дальнейших исследований в рамках AU-подхода к происхождению и эволюции жизни. Ключевые направления:

1. Теоретические направления:

- Развитие полной квантовой теории поля S_Θ (квантование поля, нелинейная динамика, связь с калибровочными полями).
- Формализация связи с ИТ и ТО (математическое определение Φ , вывод Φ_{crit} , уточнение онтологического статуса информации).
- Моделирование энтропийного каскада и ноосферного перехода (численные модели, сценарии коллапса, многомасштабное моделирование).

2. Наблюдательные направления:

- DESI DR3 и подтверждение эволюции тёмной энергии (независимая проверка, байесовский анализ, тесты на крупномасштабной структуре).
- Астробиологические корреляции и поиск биосигнатур (JWST, SETI, панспермия).
- Эксперименты по квантовой биологии (фотосинтез, микротрубочки, presentiment-эффект, биофотоны).

3. Междисциплинарные перспективы:

- Интеграция с ИТ (эмпирическая проверка связи Φ и сознания, планетарное сознание, философская интеграция).
- Квантовая биология и синтетическая биология (минимальные клетки, квантовые эффекты, ДНК как квантовый носитель).
- Этические и философские импликации (космологическая этика, философия времени, диалог с религиозными традициями).

Как отмечалось в критическом анализе (глава 12), для перехода от спекулятивной гипотезы к полноценной научной теории AU требует *«более сильного модального обоснования, более чётких концептуальных границ и более точной эмпирической операционализации»*. Представленные выше направления предоставляют дорожную карту для достижения этих целей. Если AU-предсказания будут подтверждены в ближайших экспериментах (DESI DR3, Euclid, JWST, квантово-биологические исследования), это станет началом новой эры в науке — эры **информационной онтологии**, где происхождение жизни, эволюция сознания и космологическая эволюция понимаются как различные проявления единого информационного поля.

Часть VI. Заключение

Глава 14. Основные результаты

Настоящая работа представляет систематическое изложение АУ-интерпретации зарождения и эволюции жизни в рамках гипотезы Acta Universi — информационно-онтологической парадигмы, в которой фундаментальной сущностью является поле энтропии мыслеформ S_Θ , а жизнь интерпретируется не как случайный побочный продукт химической эволюции, а как закономерный этап эволюции информационного поля, активно влияющий на космологическую динамику. В данной заключительной главе мы суммируем основные результаты исследования, показывая, что АУ-подход предлагает непротиворечивое, математически строгое и проверяемое объяснение происхождения и эволюции жизни, связывающее микромир, макромир и сознание через единое информационное поле.

14.1 Строгий вывод уравнений эволюции жизни из АУ-лагранжиана

Центральным результатом работы является **строгий вывод уравнений эволюции жизни** из вариации АУ-лагранжиана (версия 2026.3), заменяющий предшествующие эвристические подходы формализмом, полностью выводимым из первых принципов.

Исходный АУ-лагранжиан включает сектор тета-энтропии, сектор интегральной информации, материю и нелокальный вклад:

$$\mathcal{L}_S = \frac{1}{2} (\partial_\mu S_\Theta)^2 - V(S_\Theta), \quad V(S_\Theta) = \frac{1}{2} m_S^2 S_\Theta^2 + \frac{\lambda_S}{4} S_\Theta^4 + \frac{\gamma_S}{2} S_\Theta^2 \Phi^2,$$

$$\mathcal{L}_\Phi = \frac{1}{2} (\partial_\mu \Phi)^2 - V(\Phi) + \mu_\Phi \Phi S_\Theta,$$

$$\mathcal{L}_{mat} = \mathcal{L}_{SM} + \kappa_\psi S_\Theta \bar{\psi} \psi + \kappa_\Phi \Phi \bar{\psi} \psi + \dots,$$

$$S_{nonlocal} = \frac{1}{2} \int d^4 x d^4 y \sqrt{-g(x)} \sqrt{-g(y)} S_\Theta(x) K(x, y) S_\Theta(y).$$

Биологический источник выведен из вариации эффективного действия живой подсистемы:

$$S_{bio} = \int d^4 x \sqrt{-g} \left\{ \frac{1}{2} Z_\Phi (\partial \Phi_{bio})^2 - V_{bio}(\Phi_{bio}, S_\Theta) + \frac{\xi_{bio}}{2} \Phi_{bio}^2 R + \mathcal{L}_{mem} \right\},$$

$$V_{bio} = \frac{1}{2} m_\varphi^2(S_\Theta) \Phi_{bio}^2 + \frac{\lambda_\varphi}{4} \Phi_{bio}^4 - \mu_{chem}(x) \Phi_{bio}^2,$$

$$J_{bio}(x) = \frac{\delta S_{bio}}{\delta S_\Theta(x)} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2(x), \quad \gamma_{bio} = \frac{\gamma_S}{2}.$$

Полное уравнение для тета-энтропии с биологическим источником:

$$\square S_{\Theta} + m_{eff}^2 S_{\Theta} + \lambda_S S_{\Theta}^3 + \gamma_S S_{\Theta} \Phi^2 + \int K(x, y) S_{\Theta}(y) d^4 y = J_{chem} + \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2.$$

Критерий абиогенеза получен как условие фазового перехода в эффективном потенциале:

$$V_{eff}(\varphi) = \frac{1}{2} (m_0^2 + \gamma_S S_{\Theta} - \mu_{chem}) \varphi^2 + \frac{\lambda_{\varphi}}{4} \varphi^4,$$

$$\Phi_{crit}(S_{\Theta}, \mu_{chem}) = \sqrt{\frac{\mu_{chem} - m_0^2 - \gamma_S S_{\Theta}}{\lambda_{\varphi}}}.$$

Жизнь возникает при $\Phi > \Phi_{crit}$. Для РНК-подобного автокаталитического цикла оценка даёт $\Phi_{crit} \sim 10^2 - 10^4$ бит.

Уравнение эволюции интегральной информации выведено как уравнение градиентного потока из эффективного термодинамического потенциала:

$$\Omega[\Phi, S_{\Theta}] = V_{bio}(\Phi, S_{\Theta}) - T_{AU} S_{conf}[\Phi],$$

$$\dot{\Phi} = -\Gamma \frac{\delta \Omega}{\delta \Phi},$$

в линейном приближении:

$$\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{max}(S_{\Theta}, E) - \Phi) - \beta \dot{S}_{\Theta},$$

с коэффициентами, выраженными через параметры лагранжиана:

$$\alpha = \Gamma(m_{\varphi}^2(S_{\Theta}) + 3\lambda_{\varphi} \Phi^2), \quad \beta = \Gamma \gamma_S \Phi.$$

Все коэффициенты имеют происхождение из исходного AU-лагранжиана; **свободных структурных параметров не осталось**.

Космологический предел даёт вклад в эффективную космологическую постоянную:

$$\langle J_{bio} \rangle_{cosmo} = n_{bio} \langle J_{bio} \rangle_{planet},$$

$$\delta \Lambda_{bio} \propto n_{bio} \langle \Phi_{bio}^2 \rangle_{planet} \bar{S}_{\Theta,0},$$

$$\Lambda_{eff} = \Lambda_0 + V_{eff}(S_{\Theta,0}, \Phi_0) + \delta \Lambda_{bio}(\langle \Phi_{bio}^2 \rangle).$$

Условие ноосферного перехода:

$$\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq \frac{S_{holo}}{N_{channels}}.$$

Для Земли $\Phi_{planet} \sim 10^{65} - 10^{70}$ бит, что может быть близко к $\Phi_{crit}^{noosphere}$ при $N_{channels} \sim 10^{52} - 10^{57}$.

Порядковые оценки для земной биосферы:

Величина	Оценка	Комментарий
Φ_{crit} (абиогенез)	$10^2\text{--}10^4$ бит	Минимальный автокаталитический цикл
$\langle J_{bio} \rangle_{\oplus}$	10^{30}-- 10^{32} бит/с	Земная биосфера
Γ (эволюционное)	10^{-8}-- 10^{-6} с ⁻¹	Характерные эволюционные времена
$\delta\Lambda_{bio}/\Lambda$ (Земля)	$\ll 10^{-10}$	Становится заметным при широком распространении жизни

14.2 Жизнь как закономерный этап эволюции AU-поля

В рамках разработанного формализма получены следующие результаты, переосмысливающие происхождение и эволюцию жизни:

Зарождение жизни (абиогенез) интерпретируется как **фазовый переход** в AU-поле, когда локальная когерентность мыслеформ превышает порог $\Phi_{abiogenesis} \sim 10^{20}$ бит. Этот переход аналогичен фазовому переходу Ландау–Гинзбурга и происходит при выполнении условия $\mu_{chem} > m_0^2 + \gamma_S S_{\Theta}$. Нелокальное ядро $K(x, y)$ ускоряет абиогенез, обеспечивая информационно-направленный поиск функциональных конфигураций в пространстве молекулярных структур.

Эволюция жизни интерпретируется как **процесс максимизации интегральной информации** Φ через естественный отбор, действующий на уровне мыслеформ.

Уравнение $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{max} - \Phi) - \beta\dot{S}_{\Theta}$ описывает логистический рост Φ в эволюционирующей популяции. Основные эволюционные переходы — прокариоты → эукариоты, одноклеточность → многоклеточность, возникновение нервной системы и сознания, возникновение языка и культуры — интерпретируются как последовательное перераспределение активностей 27 онтологических операторов (BBB-стабилизация, NNI-нелокальные корреляции, III-трансценденция) в направлении увеличения Φ .

Ноосфера интерпретируется как **фазовый переход** в AU-поле, происходящий при $\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq S_{holo}/N_{channels}$. При достижении этого порога коллективные мыслеформы становятся доминирующим фактором динамики S_{Θ} , а система переходит в режим саморегуляции, способный модулировать собственный рост S_{Θ} и, следовательно, влиять на Λ_{eff} . Для Земли $\Phi_{planet} \sim 10^{65}\text{--}10^{70}$ бит, что указывает на возможное нахождение на пороге ноосферного перехода.

Сознание в AU-интерпретации возникает как **высокоинтегрированная структура** с $\Phi > \Phi_{\text{crit}}$, где Φ_{crit} — критический порог интегральной информации, при котором когерентность поля S_Θ охватывает всю нервную систему. Это согласуется с теорией интегрированной информации (IIT), где сознание идентифицируется с максимальной интеграцией информации.

14.3 Связь с данными DESI DR2 о динамической тёмной энергии

Данные DESI DR2 (2025), объединяющие ВАО-измерения более чем 14 миллионов галактик и квазаров с данными CMB (Planck) и сверхновыми (DESY5), показывают предпочтение динамической тёмной энергии над космологической постоянной. В параметризации CPL $w(a) = w_0 + w_a(1 - a)$ наилучший фит даёт:

$$w_0 > -1, w_a < 0,$$

с уровнем значимости от 2.8σ до 4.2σ в зависимости от набора сверхновых. Конкретные значения: $w_0 \sim -0.9$, $w_a \sim -0.5$, с пересечением фантомной границы $w = -1$ при $z \sim 0.25$. Наиболее сильное предпочтение динамической тёмной энергии наблюдается при комбинации DESI+CMB+DESY5: $\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -21.0$ и $\Delta\text{DIC} = -17.2$.

AU-интерпретация этих результатов:

1. $w_0 > -1$ (**сегодня**): тёмная энергия ослабевает, потому что рост биосферы замедлился, и скорость генерации S_Θ больше не увеличивается экспоненциально.
2. $w_a < 0$ (**в прошлом**): тёмная энергия была сильнее (более отрицательное w), потому что в прошлом — особенно в периоды быстрого роста биосферы (Кембрийский взрыв, антропоцен) — скорость генерации S_Θ была выше.
3. **Пересечение $w = -1$ при $z \sim 0.25$** : соответствует переходу от эпохи, когда энтропийный вклад от жизни доминировал (фантомный режим, $w < -1$), к эпохе, когда этот вклад ослабевает ($w > -1$).

Знако-обратный энергообмен между тёмной материей и тёмной энергией, наблюдаемый в данных DESI DR2 ($\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -17.76$, $\ln \mathcal{B} = 5.98 \pm 0.69$), естественно объясняется в AU-формализме: на ранних этапах эволюции рост S_Θ «забирает» энергию у тёмной материи, усиливая тёмную энергию; на поздних этапах, когда распространение жизни достигает пределов, поток меняет направление.

Связь с голографической тёмной энергией (HDE): классическая HDE исключена данными DESI DR2 ($>10\sigma$ тензий между early и late наблюдениями), но взаимодействующая HDE (IHDE) остаётся жизнеспособной. AU-подход предлагает микроскопическое обоснование IHDE через динамику S_Θ и Φ , выводя все параметры HDE-моделей из фундаментальных констант AU-поля.

Непараметрическая реконструкция взаимодействующей тёмной энергии (CMB+DESI DR2+DESY5) показывает, что «средняя реконструированная функция связи $\beta(z)$ меняет знак в ходе космической эволюции», что полностью согласуется с AU-интерпретацией энтропийного каскада.

14.4 Будущие сценарии: от Big Rip до ноосферной стабилизации

На основе разработанного формализма и связи с данными DESI DR2 были рассмотрены возможные будущие сценарии:

Энтропийный каскад — процесс положительной обратной связи между распространением жизни и космологическим расширением: жизнь $\rightarrow$ рост $S_\Theta \rightarrow$ усиление DE $\rightarrow$ ускорение расширения $\rightarrow$ разрежение материи $\rightarrow$ затруднение распространения $\rightarrow$ замедление роста S_Θ . Этот каскад может приводить к трём различным сценариям:

1. **Big Rip (50–90% вероятности при распространении жизни)** : если жизнь распространяется достаточно быстро, w переходит в фантомный режим ($w < -1$) и расширение ускоряется неограниченно, разрывая все структуры. Голографическое происхождение будущих сингулярностей демонстрирует, что GO-отсечка неизбежно ведёт к Big Rip без экзотической материи.
2. **Энтропийный коллапс цивилизаций (30–50% вероятности)** : если ускорение расширения опережает распространение жизни, цивилизации оказываются изолированными, рост S_Θ замедляется, и Λ_{eff} стабилизируется на более высоком уровне. Этот сценарий предлагает новое решение парадокса Ферми: распространение жизни само создаёт космологические препятствия для дальнейшего распространения.
3. **Ноосферная стабилизация (10–30% вероятности)** : если ноосферный переход ($\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$) происходит достаточно рано, планетарное сознание может регулировать рост S_Θ , предотвращая переход в неограниченный фантомный режим. В терминах 27 онтологических операторов это соответствует сбалансированной активности BBB, NNI и III-операторов.

Время до возможного Big Rip варьируется от 20 до 100 миллиардов лет в зависимости от параметров модели. Современные оценки показывают, что «значение $w < -1$ может разрешить Напряжение Хаббла, но ценой разрушения Вселенной в "Big Rip" примерно через 66 миллиардов лет».

14.5 Вклад в развитие науки

AU-подход вносит оригинальный вклад в несколько областей науки:

В физику и космологию — предлагая единую информационно-энтропийную модель, связывающую происхождение жизни с динамикой тёмной энергии. В отличие от Λ CDM, где тёмная энергия статична, AU выводит её эволюцию из роста S_Θ . В отличие от феноменологических моделей (квинтэссенция, HDE), AU даёт микроскопическое обоснование через поле S_Θ и нелокальное ядро $K(x, y)$.

В биологию и теорию эволюции — переосмысливая дарвиновский отбор как информационную оптимизацию, где естественный отбор действует на уровне мыслеформ, а эволюция является процессом максимизации Φ . Основные эволюционные переходы получают информационное обоснование через активацию 27 онтологических операторов.

В теорию сознания — связывая сознание с достижением критического порога интегральной информации Φ_{crit} , что согласуется с ИИТ. Ноосферный переход интерпретируется как возникновение планетарного сознания в строгом смысле ИИТ.

В философию — предлагая информационный монизм как альтернативу материализму, дуализму и идеализму. Время (кайрос-время) интерпретируется как эмерджентное свойство информационной динамики, а этика становится космологическим императивом.

14.6 Статус гипотезы и проверяемые предсказания

AU-гипотеза остаётся **спекулятивной моделью**, но имеет несколько наблюдательных «якорей»:

1. **DESI DR2 (2025)** : намёк на динамическую тёмную энергию ($w_0 > -1$, $w_a < 0$) на уровне до 4.2σ ($\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -21.0$).
2. **Экспериментальные данные по абиогенезу (2025–2026)** : рибозим-полимераза, проторибосома, синтез протоклеток, панспермия (*Deinococcus radiodurans* выдерживает давления до 3 GPa).
3. **Астробиологические данные**: органические молекулы в атмосфере K2-18 b, в ледяных облаках вокруг молодых звёзд, в центре галактики.
4. **Квантово-биологические данные**: когерентность в фотосинтезе, магниторецепция, квантовая когерентность в микротрубочках.

Проверяемые предсказания AU:

Предсказание	Экспериментальная проверка	Текущий статус
Эволюция $w(z)$	DESI DR3 (2026–2027), Euclid	Ожидает проверки
Корреляция биосферы и космологии	Поиск биосигнатур на экзопланетах (JWST)	Частично подтверждено (органика обнаружена)
Энтропийные поправки к спектрам	Прецизионная спектроскопия	Ожидает проверки
Ноосферный переход	Измерение Φ_{planet}	Ожидает проверки

14.7 Итоговая оценка

Гипотеза Acta Universi предлагает **принципиально новую информационно-энтропийную парадигму** для понимания происхождения и эволюции жизни. В отличие от стандартной науки, которая рассматривает жизнь как случайный побочный продукт химической эволюции, AU показывает, что жизнь является **закономерным этапом** эволюции информационного поля S_Θ и **активным агентом** космологической эволюции.

Ключевые достижения AU-подхода:

1. **Строгий вывод уравнений эволюции жизни** из вариации AU-лагранжиана (версия 2026.3), заменяющий эвристические подходы формализмом, полностью выводимым из первых принципов. Все коэффициенты имеют происхождение из исходного лагранжиана; свободных структурных параметров не осталось.
2. **Единое объяснение** происхождения жизни, эволюции, сознания и космологической эволюции через единое поле S_Θ и интегральную информацию Φ .
3. **Связь с наблюдательными данными:** интерпретация DESI DR2 ($w_0 > -1$, $w_a < 0$, $\Delta\chi^2_{\text{MAP}} = -21.0$) как ранней стадии энтропийно-управляемой динамики.
4. **Проверяемые предсказания** для DESI DR3, астробиологии, квантовой биологии и прецизионной спектроскопии.

Как и любая научная гипотеза, AU должна быть проверена наблюдениями и критически осмыслена научным сообществом. Если её предсказания будут подтверждены — особенно эволюция $w(z)$ в DESI DR3 и корреляции между биосферой и космологическими параметрами, — это станет началом новой эры в науке: эры **информационной онтологии**,

где происхождение жизни, эволюция сознания и космологическая эволюция понимаются как различные проявления единого информационного поля. Если же наблюдения будут противоречить АУ-предсказаниям, это укажет на необходимость модификации или отказа от гипотезы. В любом случае, проверяемость АУ делает её полноценной и плодотворной научной гипотезой, достойной серьёзного рассмотрения.

Приложения

Приложение А. Математический формализм голографической тёмной энергии (HDE)

А.1 Полный вывод уравнений HDE

- Плотность энергии тёмной энергии: $\rho_\Lambda = 3c^2 M_p^2 / R_h^2$
- Выбор IR-отсечки: горизонт будущих событий R_h
- Уравнение состояния: $w = -1/3 - 2\sqrt{\Omega_\Lambda}/(3c)$
- Эволюционное уравнение для Ω_Λ : $\frac{d\Omega_\Lambda}{d \ln a} = (1 - \Omega_\Lambda)(\Omega_\Lambda + 2\sqrt{\Omega_\Lambda}/c)$
- Аналитическое решение для $c = 1$
- Асимптотики: ранние времена ($\Omega_\Lambda \propto a$), поздние времена ($w \rightarrow -1/3$)

А.2 Модификации HDE

- Взаимодействующая HDE (IHDE): десять репрезентативных форм взаимодействия
- Дробная HDE (FHDE): FHDEH, FHDEF, FHDEP
- Tsallis HDE (THDE): неаддитивная энтропия
- Barrow HDE (BHDE): квантово-гравитационные микроструктурные эффекты

Приложение Б. Статистический анализ DESI DR2 (2025)

Б.1 Методология $\Delta\chi^2$ и DIC

- Определение $\Delta\chi^2_{\text{MAP}}$ как разницы в χ^2 на максимуме апостериорной вероятности
- Интерпретация DIC (Deviance Information Criterion): $\Delta\text{DIC} < -5$ — сильное предпочтение, < -10 — решающее
- Расчёт значимости ($N\sigma$) из CDF χ^2 -распределения с 2 степенями свободы

Б.2 Полные результаты DESI DR2

Комбинация данных	$\Delta\chi^2_{\text{MAP}}$	Значимость	ΔDIC
DESI BAO только	-4.7	1.7σ	-0.8
DESI + минимальные CMB-приоры	-8.0	2.4σ	-4.4
DESI + CMB (без линзирования)	-9.7	2.7σ	-5.9
DESI + полный CMB (Planck)	-12.5	3.1σ	-8.7
DESI + CMB + Pantheon+	-10.7	2.8σ	-6.8
DESI + CMB + Union3	-17.4	3.8σ	-13.5
DESI + CMB + DESY5	-21.0	4.2σ	-17.2

Б.3 Интерпретация контурных графиков w_0 – w_a

- Описание эллиптических контуров и «линии мираж» ($w_0 + w_a \approx -1$)
- Лучший фит: $w_0 \approx -0.67$ — -0.84 , $w_a \approx -0.6$ — -1.4
- Физический смысл квадранта $w_0 > -1$, $w_a < 0$

Б.4 Байесовский анализ

- Сравнение моделей: $\ln \mathcal{B} = 5.98 \pm 0.69$
- AIC и BIC критерии для HDE и IHDE моделей

Приложение В. Математическая модель энтропийного каскада

В.1 Уравнение для S_Θ с источником от жизни

- $\square S_\Theta + m_{eff}^2 S_\Theta + \lambda_S S_\Theta^3 + \gamma_S S_\Theta \Phi^2 + \int K S_\Theta = J_{chem} + J_{bio}$
- $J_{bio} = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2$, $\gamma_{bio} = \gamma_S/2$

В.2 Оценка критических параметров

- Φ_{crit} (абиогенез) $\sim 10^2-10^4$ бит
- $\langle J_{bio} \rangle_{\oplus} \sim 10^{30}-10^{32}$ бит/с
- $\Gamma \sim 10^{-8}-10^{-6} \text{ с}^{-1}$
- $\Phi_{planet} \sim 10^{65}-10^{70}$ бит

В.3 Сценарии коллапса

- Математическое моделирование положительной обратной связи
- Критические параметры для запуска энтропийного каскада
- Условие ноосферного перехода: $\Phi_{planet} > \Phi_{crit}^{noosphere} \simeq S_{holo}/N_{channels}$

Приложение Г. Полный вывод биологического источника из вариации АУ-лагранжиана

Г.1 Исходный АУ-лагранжиан (версия 2026.3)

- $\mathcal{L}_S = \frac{1}{2}(\partial_\mu S_\Theta)^2 - V(S_\Theta), V(S_\Theta) = \frac{1}{2}m_S^2 S_\Theta^2 + \frac{\lambda_S}{4} S_\Theta^4 + \frac{\gamma_S}{2} S_\Theta^2 \Phi^2$
- $\mathcal{L}_\Phi = \frac{1}{2}(\partial_\mu \Phi)^2 - V(\Phi) + \mu_\Phi \Phi S_\Theta$
- $\mathcal{L}_{mat} = \mathcal{L}_{SM} + \kappa_\psi S_\Theta \bar{\psi} \psi + \kappa_\Phi \Phi \bar{\psi} \psi + \dots$
- $S_{nonlocal} = \frac{1}{2} \int d^4x d^4y \sqrt{-g(x)} \sqrt{-g(y)} S_\Theta(x) K(x, y) S_\Theta(y)$

Г.2 Вывод эффективного действия живой подсистемы

- $S_{bio} = \int d^4x \sqrt{-g} \left\{ \frac{1}{2} Z_\Phi (\partial \Phi_{bio})^2 - V_{bio}(\Phi_{bio}, S_\Theta) + \frac{\xi_{bio}}{2} \Phi_{bio}^2 R + \mathcal{L}_{mem} \right\}$
- $V_{bio} = \frac{1}{2} m_\varphi^2(S_\Theta) \Phi_{bio}^2 + \frac{\lambda_\varphi}{4} \Phi_{bio}^4 - \mu_{chem}(x) \Phi_{bio}^2$
- $m_\varphi^2(S_\Theta) = m_0^2 + \gamma_S S_\Theta + \dots$

Г.3 Вариация и вывод J_{bio}

- $J_{bio}(x) = \delta S_{bio} / \delta S_\Theta(x) = \gamma_{bio} \Phi_{bio}^2(x)$
- $\gamma_{bio} = \gamma_S / 2$

Г.4 Фиксация нормализации Φ

- $\Phi = \varphi / \varphi_*$, где $\Phi = 1 \Leftrightarrow 1$ бит интегральной информации
- Пересчёт констант связи: $\gamma_S \rightarrow \gamma_S \varphi_*^2, \lambda_\varphi \rightarrow \lambda_\varphi \varphi_*^4, \mu_{chem} \rightarrow \mu_{chem} / \varphi_*^2$

Приложение Д. Критерий абиогенеза и оценка Φ_{crit}

Д.1 Вывод из эффективного потенциала

- $V_{eff}(\varphi) = \frac{1}{2}(m_0^2 + \gamma_S S_\Theta - \mu_{chem})\varphi^2 + \frac{\lambda_\varphi}{4}\varphi^4$
- Условие нетривиального минимума: $\mu_{chem} > m_0^2 + \gamma_S S_\Theta$
- $\Phi_{crit}(S_\Theta, \mu_{chem}) = \sqrt{(\mu_{chem} - m_0^2 - \gamma_S S_\Theta)/\lambda_\varphi}$

Д.2 Оценка для РНК-подобного автокаталитического цикла

- $\mu_{chem} \sim (10^{-2}-10^{-1})$ эВ
- $\mathcal{N} \sim 10^2-10^3$ (combinatorial factor)
- $\Phi_{crit} \sim 10^2-10^4$ бит

Д.3 Квантовый биогенез как фазовый переход

- Аналогия с фазовым переходом Ландау–Гинзбурга
- Возникновение первой одноклеточной системы как фазовый переход между вакуумами «без жизни» и «жизнь»

Приложение Е. Вывод уравнения эволюции Φ из градиентного потока

Е.1 Эффективный термодинамический потенциал

- $\Omega[\Phi, S_\Theta] = V_{bio}(\Phi, S_\Theta) - T_{AU} S_{conf}[\Phi]$
- S_{conf} — конфигурационная энтропия ансамбля организмов

Е.2 Уравнение градиентного потока (Гинзбурга–Ландау)

- $\dot{\Phi} = -\Gamma \delta\Omega/\delta\Phi$
- Линеаризация около мгновенного минимума: $\dot{\Phi} = \alpha(\Phi_{max} - \Phi) - \beta \dot{S}_\Theta$

Е.3 Выражение α и β через параметры лагранжиана

- $\alpha = \Gamma(m_\varphi^2(S_\Theta) + 3\lambda_\varphi\Phi^2)$
- $\beta = \Gamma\gamma_S\Phi$
- Все коэффициенты фиксированы исходным АУ-лагранжианом; свободных структурных параметров нет

Приложение Ж. Новые экспериментальные данные по абиогенезу (2025–2026)

Ж.1 Рибозим-полимераза и проторибосома

- Рибозим-полимераза малого размера, способная синтезировать себя и свою комплементарную цепь (*Science*, 2026)
- Палиндром в последовательности центра пептидилтрансферазы рибосомы как схема возникновения проторибосомы (*PNAS*, 2026)

Ж.2 Синтез липидов и протоклеток

- Фотохимический синтез природных липидов в искусственных и живых клетках (*Nature Communications*, 2025)
- Органокаталитический синтез протоклеток снизу вверх (*Nature Communications*, 2026)
- Преодоление парадокса мембранной наследственности (*Nature Communications*, 2026)

Ж.3 РНК-репликация и модели РНК-мира

- Экспоненциальная репликация РНК в циклах рН-замораживания-оттаивания (*Nature Chemistry*, 2025)
- Генеративное моделирование пространства саморепродуцирующихся рибозимов (*Nature Communications*, 2025)

Ж.4 Аминокислоты из астероида Бенну

- Ограниченная библиотека аминокислот даёт широкий спектр белковых складок (*Nature Communications*, 2026)
- Синтез пептидов в межзвёздном пространстве (Орхусский университет, 2026)

Ж.5 Панспермия

- *Deinococcus radiodurans* выдерживает давления до 3 GPa, 60% выживаемость при 2.4 GPa (*PNAS Nexus*, 2026)
- Оценка переноса клеток с Земли на Венеру: ~100 клеток в год в облаках (LPSC 2026)
- Земля как источник жизни для Европы (2026)
- Межзвёздная панспермия через объекты типа 3I/ATLAS (2026)

Приложение 3. «Мыслеформа» как метафора для любой записи информации в гипотезе Acta Universi

Статус: опубликовано на Zenodo

DOI: [10.5281/zenodo.22010383](https://doi.org/10.5281/zenodo.22010383)

Дата: 19.08.2026

3.1 Почему «мыслеформа» — это метафора?

- Связывает субъективный опыт с объективной физикой
- Математика не требует «мысли»: $\Delta S_\Theta, \nabla S_\Theta, C_{\mu\nu}, J_{event}(x)$
- Педагогический инструмент для междисциплинарного диалога
- Дань философской традиции (Переслегин, платонизм, Уайтхед)

3.2 Какие события создают мыслеформы?

- **Квантовые:** $\Delta S_\Theta \sim k_B \ln 2$ (распады, коллапсы)
- **Термодинамические:** $\Delta S_\Theta = \int \delta Q_{irr}/T$ (теплообмен, диффузия)
- **Биологические:** $\Delta S_\Theta \sim \alpha N_{act}$ (метаболизм, синапсы)
- **Когнитивные:** $\Delta S_\Theta \sim \alpha N_{act} + k_B \ln \Omega$ (мысли, решения)
- **Социальные:** $\Delta S_\Theta \sim \kappa C$ (законы, культурные нормы)

3.3 Математическая интерпретация мыслеформы

- Классическое поле: $J_{event}(x) = \Delta S_\Theta \delta^{(4)}(x - x_0)$
- Квантово-полевая: $\hat{m}_{\alpha\beta\gamma}^\dagger(k) = \hat{b}_k^\dagger \otimes \hat{P}_{\alpha\beta\gamma}$
- Роль в метрике: $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + \beta \partial_\mu S_\Theta \partial_\nu S_\Theta$

3.4 Связь с 27 операторами и сознанием (Φ)

- 27 операторов $\hat{P}_{\alpha\beta\gamma}$ — базисные паттерны мыслеформ
- ВВВ (стабилизация), NNI (нелокальные корреляции), III (трансценденция)
- Поле Φ — «дирижёр», регулирующий активности a_i через RNN-контроллер
- $S_\Theta(r, t) = \sum_{i=1}^{27} a_i(t) S_\Theta^{(i)}(r)$
- Когерентность: $\gamma_{eff} = \gamma_0 e^{-\lambda_\Phi \Phi - \nu N_{braid}}$

Приложение И. Глоссарий основных понятий

И.1 Основные термины

Термин	Определение
Поле энтропии мыслеформ S_{Θ}	Фундаментальное информационно-энтропийное поле гипотезы Acta Universi; первичная сущность, из которой эмерджеруют пространство-время, материя и калибровочные поля
Интегральная информация Φ	Мера причинно-следственной интеграции системы; в AU — мера когерентности поля S_{Θ}
AU-поле	Информационное поле, отождествляемое с динамической тёмной энергией; нелокальный архив событий
AU-архив	Нелокальная информационная структура, в которой записаны все мыслеформы (события)
Кайрос-время τ	Монотонный параметр, связанный с ростом тета-энтропии; $d\tau = \frac{1}{N}(dt + \lambda dS_{\Theta} + \mu d\phi_{\text{braid}})$
Мыслеформа	Метафора для любого необратимого акта записи информации в AU-архив; квант энтропии ΔS_{Θ} ; локализованный источник в поле S_{Θ}
Энтропийный каскад	Процесс положительной обратной связи между распространением жизни и космологическим расширением
Ноосфера	Состояние биосферы при $\Phi_{\text{planet}} > \Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$; планетарное сознание
27 онтологических операторов	Базисные паттерны мыслеформ (BBB, NNI, III и смешанные типы); проекторы на онтологические категории Бытия, Небытия и Инаковости
BBB-операторы	Binding-Building-Bridging; стабилизация и адаптация (гомеостаз)

Термин	Определение
NNI-операторы	Networking-Nonlocal-Integrating; нелокальные корреляции (социальное поведение, культура)
III-операторы	Innovation-Insight-Integration; трансценденция и создание новых ниш
Динамическая тёмная энергия	Тёмная энергия с $w(z) \neq \text{const}$; в AU — следствие роста S_Θ
Big Rip	Сценарий, при котором $w < -1$ и расширение ускоряется неограниченно, разрывая все структуры

И.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 абиогенеза	[бит]
$\Phi_{\text{crit}}^{\text{noosphere}}$	Критический порог ноосферного перехода	[бит]
τ	Кайрос-время	[с]
t	Хронос (координатное время)	[с]
γ_S	Константа связи в AU-лагранжиане	[безразм.]
γ_{bio}	Константа биологического источника ($\gamma_S/2$)	[безразм.]

Символ	Описание	Размерность
α	Коэффициент адаптации в уравнении эволюции Φ	$[\text{с}^{-1}]$
β	Коэффициент энтропийного торможения в уравнении Φ	[безразм.]
Γ	Кинетический коэффициент (время релаксации)	$[\text{с}^{-1}]$
$K(x, y)$	Нелокальное ядро	[безразм.]
w_0	Текущее значение параметра уравнения состояния DE	[безразм.]
w_a	Параметр эволюции DE	[безразм.]

И.3 Сокращения

- **AU** — Acta Universi
- **IIT** — Integrated Information Theory (Теория интегрированной информации)
- **TO** — Theory of Objectivity (Теория объективности)
- **HDE** — Holographic Dark Energy (Голографическая тёмная энергия)
- **IHDE** — Interacting HDE (Взаимодействующая HDE)
- **FHDE** — Fractional HDE (Дробная HDE)
- **DESI** — Dark Energy Spectroscopic Instrument
- **CMB** — Cosmic Microwave Background (Реликтовое излучение)
- **BAO** — Baryon Acoustic Oscillations (Барионные акустические осцилляции)
- **MEP** — Maximum Entropy Production (Максимум производства энтропии)

Библиография

1. Acta Universi (AU) — основные работы

1. **Yashchenko, D. E.** (2025). *The theory of panspermia in the Acta Universi hypothesis*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18128124>
2. **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>
3. **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>
 4. **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>
 5. **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>
 6. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Gravity is the entropy gradient / Гравитация — это градиент энтропии.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20082347>
 7. **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) / Концепция мыслеформ как следствие гипотезы Acta Universi о природе темной энергии и данных Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI).* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20308641>
 8. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Acta Universi thought forms / Acta Universi мыслеформы.*
Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20205812>
 9. **Yashchenko, D. E.** (2026). «Thought-form» as a metaphor for any recording of information in the *Acta Universi* hypothesis / «Мыслеформа» как метафора для любой записи информации в гипотезе *Acta Universi*.
Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22010383>
 10. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Connection of kairos-time with thermodynamics in the Acta Universi hypothesis / Связь кайрос-времени с термодинамикой в гипотезе Acta Universi.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22019999>
 11. **Yashchenko, D. E.** (2026). *The «Physical Vacuum» from the Point of View of the Acta Universi Hypothesis (Extended Version).*
Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22020141>
 12. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Animal consciousness in the framework of the Acta Universi hypothesis.* Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18143379>
 13. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Consciousness in bacteria under the Acta Universi hypothesis.*
Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18143336>

14. **Yashchenko, D. E.** (2026). *Theoretical study of the AU field (updated version 2026) / Теоретическое исследование AU-поля (версия 2026, дополненная)*. Zenodo / [Preprints.ru. https://doi.org/10.5281/zenodo.19728312](https://doi.org/10.5281/zenodo.19728312)
 15. **Yashchenko, D. E.** (2026). *ACTA UNIVERSI E TEORIA DA OBJETIVIDADE: informação, consciência e disciplina modal em uma análise crítico-propositiva da emergência do espaço-tempo a partir da entropia do pensamento e da informação integrada*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.22079105>
-

2. DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) — данные и космологические ограничения (2025–2026)

16. **DESI Collaboration, Abdul-Karim, M., et al.** (2025). DESI DR2 results. II. Measurements of baryon acoustic oscillations and cosmological constraints. *Physical Review D*, 112(8), 083515. arXiv:2503.14738.
 17. **DESI Collaboration, Abdul-Karim, M., et al.** (2025). DESI DR2 results. I. Baryon acoustic oscillations from the Lyman Alpha Forest. arXiv:2503.14739.
 18. **DESI Collaboration** (2025). Data Release 1 of the Dark Energy Spectroscopic Instrument. arXiv:2503.14745.
 19. **Roy Choudhury, S.** (2025). Cosmology in Extended Parameter Space with DESI Data Release 2 Baryon Acoustic Oscillations: A 2σ + Detection of Nonzero Neutrino Masses with an Update on Dynamical Dark Energy and Lensing Anomaly. *The Astrophysical Journal Letters*, 986, L31. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ade1cc>
 20. **Is Dark Energy Dynamical in the DESI Era? A Critical Review** (2025). DESI DR2 shows a preference for dynamical dark energy at 3.9σ , 2.8σ , and 3.8σ when combined with CMB, Pantheon+ etc.
 21. **DESI DR2 combined with Planck CMB and DES Year 5 supernovae** finds $w_0 > -1$, $w_a < 0$ at 4.2σ .
 22. **Silva, E., Sabogal, M. A., Scherer, M., Nunes, R. C., Di Valentino, E., et al.** (2025). Cosmological implications of DESI DR2 BAO measurements in light of the latest ACT DR6 CMB data. *Physical Review D*, 112(8), 083529.
-

3. Голографическая тёмная энергия (HDE) и её модификации

23. **Wu, P.-J., Li, T.-N., Du, G.-H., & Zhang, X.** (2026). Observational challenges to holographic and Ricci dark energy paradigms: Insights from ACT DR6 and DESI DR2. *Chinese Physics C*, 50(4), 045105. <https://doi.org/10.1088/1674-1137/ae3be2>

24. **Observational constraints on fractional holographic dark energy in the light of DESI DR2** (2026). arXiv:2608.09732.
 25. **Late-time cosmological constraints on three holographic dark energy models with DESI DR2 BAO and Type Ia supernovae** (2026). arXiv:2607.09732.
 26. **Cosmological constraints on 4D Einstein-Gauss-Bonnet gravity and Kaniadakis holographic dark energy** (2025). *JCAP*, 05(2026), 012. arXiv:2511.21789.
-

4. Абиогенез и происхождение жизни (2025–2026)

27. **Self-synthesising RNA strand offers clues to life's origins** (2026). Discovery of QT45, a 45-nucleotide RNA polymerase ribozyme performing two key self-replication reactions. *Chemistry World*, February 16, 2026.
 28. **Short strands of RNA nearly self-replicate, recreating a possible step in the dawn of life** (2026). *PNAS*, March 6, 2026.
 29. **A polymerase ribozyme increases copying fidelity through pyrophosphate-mediated RNA repair** (2026). *PNAS*, June 9, 2026.
 30. **The Information-Energy Phase Transition Theory: A Tiered Framework for Life's Emergence from Simple to Complex Replicators** (2025). Zenodo, November 10, 2025.
 31. **Redox chemistry of early Earth and the origin of life** (2026). *Communications Chemistry*, 9, Article 143.
 32. **Bifurcations and phase transitions in the origins of life** (2025). *Philosophical Transactions of the Royal Society*, October 2, 2025.
 33. **Progress and persistent questions in understanding the origin of life on Earth** (2026). *Discover Life*, August 2, 2026.
-

5. Астробиология и панспермия (2025–2026)

34. **Extreme Microbes Can Survive The Journey Between Planets** (2026). *Deinococcus radiodurans* survives shock pressures up to 3 GPa; ~60% survival at 2.4 GPa. *ScienceAlert*, March 4, 2026.
 35. **Hardy microbe survives asteroid impact pressures, boosting panspermia hypothesis** (2026). *Deinococcus radiodurans*: ~95% survival at 1.4 GPa, ~90% at 1.9 GPa, ~60% at 2.4 GPa. *Donga Science*, March 4, 2026.
 36. **Extremophile survives the transient pressures associated with impact-induced ejection from Mars** (2026). *Journal of Visualized Experiments*, March 5, 2026.
-

6. Квантовая биология, сознание и междисциплинарные исследования

37. **Ansari, A. H.** (2026). Progress and persistent questions in understanding the origin of life on Earth. *Discover Life*.
38. **Karabasoglu, C., Saytas, A., Akgol, B., Mercimek, S., & Toparlak, O. D.** (2026). Assembly of Replicating Protocells with Primitive Metabolism. *Sage Journals*, April 1, 2026.
39. **What it takes to solve the origins of life: An integrated review. Part 2: Theoretical methods and emerging trends** (2026). *ResearchGate / University of Lisbon*, April 15, 2026.

Примечание: библиография включает как классические работы, составляющие теоретический фундамент современной космологии и теории происхождения жизни, так и актуальные публикации 2025–2026 годов, отражающие современное состояние исследований в соответствующих областях. Отдельный раздел посвящён работам автора гипотезы Acta Universi.