

Свет, человек и космическая среда

Исследования ИМБП и международная карта научных направлений

Научно-аналитический обзор и карта источников для интеллекта проекта

Академия света · 18 сентября 2026 года · Версия 1.0

Идентификатор: AL-LSC-RV-20260918-001

GUID: 2fe214c2-16b6-4809-b47e-130bc193027a

Подготовлено по запросу Алексея Ананьина. Исследовательская инициатива: световая среда человека на Земле и в космосе. Текст подготовлен с применением ИИ по открытым научным публикациям и официальным материалам организаций. Внешнее научное рецензирование не проводилось.

Аннотация

Искусственное освещение космического жилища участвует в организации сна, зрительной работы, суточных ритмов и растительного звена жизнеобеспечения. Обзор объединяет работы Института медико-биологических проблем РАН, североамериканских, европейских и китайских коллективов. Основное внимание уделено динамическому освещению, которое меняет интенсивность и спектральный состав в течение суток, измерению воздействия света на человека и ограничениям переноса результатов между лабораторией, наземной изоляцией и полётом.

Данные поддерживают дальнейшее исследование суточного управления светом. Уверенность в конкретных эффектах зависит от показателя: изменения циркадной фазы подтверждены лучше, чем универсальное улучшение сна или всех когнитивных функций. Малые выборки, связанные публикации об одних участниках и одновременное изменение нескольких параметров ограничивают обобщения. Предлагается программа, соединяющая измерение реальной экспозиции, проверяемые вычислительные модели, контролируемые испытания и оценку энергетической стоимости результата.

Ключевые слова: ИМБП; космическая медицина; циркадные ритмы; динамическое освещение; меланопическая освещённость; HERA; замкнутые среды; светокультура; персонализация.

Основной вывод

Перспективный предмет совместной работы состоит в управлении светом на протяжении полных суток с учётом человека, деятельности и ресурсов среды. Ни цветовая температура, ни название технологии источника сами по себе не определяют полезность освещения. Для базы знаний проектного ИИ нужны взаимодополняющие научные источники: космическая физиология, хронобиология, метрология, зрение, моделирование и инженерия жизнеобеспечения.

1. Границы обзора и язык измерений

Это целевой повествовательный обзор, завершённый 18 сентября 2026 года. Он охватывает выбранные работы 2013–2025 годов и доступные на дату подготовки страницы организаций. Поиск включал сочетания IBMP / ИМБП, light / lighting, circadian, spaceflight, confinement, HERA, Mars500 и названия найденных работ. Приоритет получили первичные статьи, репозитории авторских организаций и официальные описания экспериментов. Это не исчерпывающий систематический обзор и не метаанализ; единый объединённый размер эффекта не рассчитывался.

Включались исследования с описанными условиями освещения и показателями состояния человека либо работы замкнутой биологической системы. Официальные сообщения о полётных экспериментах использованы для подтверждения их проведения. Такие сообщения не заменяют публикацию результатов. Для китайской работы 2022 года использована доступная аннотация; детали протокола требуют проверки по полному тексту [11].

Что необходимо измерять

Зрительная задача. Фотопическая освещённость в люксах характеризует свет с учётом стандартной дневной чувствительности зрения. Освещённость стола и освещённость у глаза различаются. Для сравнения исследований нужны положение датчика, направление взгляда, геометрия светильников и отражающие поверхности.

Биологическое воздействие. Меланопическая эквивалентная дневная освещённость, melanopic EDI, описывает воздействие с учётом меланопсинового механизма. Она тоже выражается в люксах, но не равна обычной фотопической освещённости. Международный стандарт CIE S 026 задаёт систему измерений; сам по себе он не устанавливает лечебную эффективность [17].

Время и история. Важны часы воздействия относительно биологической фазы, продолжительность, предшествующий свет и темнота. Один и тот же режим может действовать по-разному утром, вечером и при сменной работе. Коррелированная цветовая температура, CCT, недостаточна для восстановления полного спектра или melanopic EDI.

Качество и ресурсы. Отдельно фиксируются спектр, временная модуляция, блики, цветопередача, индивидуальное управление, электрическая энергия и тепловая нагрузка. В растительном модуле нужны плотность потока фотосинтетических фотонов, PPFD, и суточная сумма света. Эти показатели нельзя подменять метриками для человека.

Далее различаются четыре типа свидетельств: эксперимент на человеке; наблюдение в изоляции; полётная демонстрация; исследование растений или системы жизнеобеспечения. Это предотвращает перенос вывода за пределы исходной задачи. В отбор включаются положительные и отрицательные результаты. Научная полезность источника определяется измеримостью, воспроизводимостью и способностью уточнять или опровергать гипотезы проекта. Для каждой работы отдельно сохраняются условия доступа и лицензия.

2. ИМБП: свет в герметичной среде

2.1. Психическая работоспособность и динамические режимы

В работах А. Э. Смолеевского и коллег изучалось постоянное и изменяющееся в течение суток светодиодное освещение в герметичных объектах. Программа включала короткие изоляционные эксперименты продолжительностью около 11–12 суток. Оценивались выполнение операторских заданий, субъективное состояние и зрительные функции [1, 2].

В публикации 2016 года высокая точность выполнения заданий сохранялась при обоих режимах. Изменение продуктивности относительно исходного уровня нельзя автоматически приписать освещению: повторное выполнение заданий создаёт эффект обучения. Статья 2018 года дополняет эту программу психофизиологическими измерениями. Эти работы следует рассматривать как связанные части исследовательской линии, пока независимость отдельных выборок не подтверждена [1, 2].

Показателен результат по интегральной оценке настроения: в динамическом режиме описан рост медианы на 78,9%, в статическом на 14,1%. Однако для первого изменения приведено $p = 0,063$ при $n = 8$. Поэтому яркая величина процента не даёт основания объявлять доказанное преимущество. Значимых изменений субъективных оценок сна и дневной сонливости авторы также не обнаружили [2].

Практический вклад этой линии состоит в соединении светотехники с задачами оператора внутри ограниченной среды. Следующий шаг требует более крупных сравнений, заранее определённого главного показателя и отделения эффекта света от обучения, режима дня и самой изоляции.

2.2. Mars500: длительность как самостоятельный фактор

Международный анализ 520-суточной изоляции Mars500 включал шесть мужчин и длительную регистрацию активности и света. У четырёх участников обнаруживались разные нарушения сна или связанные с ними особенности функционирования; у одного сформировался цикл сна и бодрствования около 24,98 часа. Одновременно происходили изменения активности и поведения [4].

Этот результат показывает уязвимость суточной организации при длительной изоляции. Он не устанавливает свет как единственную причину: действовали расписание, ограничение среды, индивидуальные особенности и другие факторы. Значение Mars500 для программы света состоит в необходимости многонедельного и многомесячного наблюдения, когда короткий лабораторный тест уже недостаточен.

Исследовательский вопрос для сотрудничества с ИМБП: можно ли заранее предсказывать накопление рассогласования между световым режимом, внутренними часами и операторской работой, а затем уменьшать его управляемым вмешательством?

3. ИМБП: зрение и растительное звено

3.1. Зрительная система при четырёхмесячной изоляции

Совместная работа офтальмологов и специалистов ИМБП исследовала шесть добровольцев, трёх мужчин и трёх женщин, в четырёхмесячной изоляции 2019 года. Применялось динамическое LED-освещение с диапазонами 2700–6500 К и 200–800 лк. В основной части дневного времени использовались более узкие рабочие диапазоны [3].

На групповом уровне не было значимых изменений основных электрофизиологических показателей сетчатки и зрительной системы. У отдельных участников наблюдались изменения. Отсутствие выявленного группового эффекта при $n = 6$ не доказывает безопасность любого светодиодного источника, спектра или многолетней экспозиции. Исследование описывает конкретный комплекс условий и не содержит полноценного параллельного сравнения разных систем света [3].

Для будущей программы это аргумент в пользу включения специалиста по зрению с самого начала. Самочувствие, циркадная фаза и состояние зрительной системы являются разными результатами и требуют собственных методов оценки.

3.2. Свет для растений и биологического жизнеобеспечения

Ю. А. Беркович, И. О. Коновалова и коллеги исследовали светодиодные режимы для листовых овощей. В работе 2019 года на китайской капусте изучались спектральный состав и импульсное освещение, в том числе содержание аскорбиновой кислоты. В конкретных режимах оно приближалось к двукратному уровню относительно натриевого освещения при сопоставимом усреднённом потоке фотонов [5].

Это отдельный объект исследования. Повышение содержания вещества в растении не устанавливает полезность такого же режима для человека. Для космического поселения важен другой вопрос: сколько пищи требуемого качества система производит на единицу электрической энергии, площади, воды и времени, как она отводит тепло и насколько устойчива к отказам.

3.3. Российские авторы как источники для ИИ проекта

Первое направление связано с А. Э. Смолеевским, О. М. Манько и Ю. А. Бубеевым: изоляция, операторская деятельность и психофизиология. Второе связано с М. В. Зуевой и коллегами: объективная оценка зрительной системы. Третье представлено Ю. А. Берковичем и И. О. Коноваловой: светокультура в системах жизнеобеспечения. Здесь названы авторы подтверждённых работ; актуальные аффилиации и новые публикации необходимо проверить отдельно [2, 3, 5].

4. Северная Америка: от спектра к работе экипажа

4.1. NASA, Brigham and Women's Hospital и Jefferson

Американская линия объединяет исследования циркадной физиологии с разработкой освещения для космических аппаратов. Группа George C. Brainard и John P. Hanifin в Thomas Jefferson University изучала зрительную работоспособность и регуляцию мелатонина при твердотельном освещении для МКС. Публикация 2013 года отражает эту инженерно-физиологическую связь [6].

В наземном комплексе NASA HERA сравнили динамический и постоянный свет при 45-суточной имитации миссии. В анализ вошли 16 участников, по восемь на условие. Две ночи с восьмичасовой возможностью сна чередовались с пятью ночами по пять часов. Динамический режим усиливал дневное воздействие и существенно уменьшал его перед сном [7].

В динамическом условии циркадная фаза была стабильнее, а эпизоды сна реже приходились на неблагоприятную биологическую фазу. Различий по самооценке продолжительности сна и времени засыпания не обнаружили. Улучшения отдельных когнитивных заданий не означают одинакового эффекта для всей работоспособности [7].

Публикация 2024 года анализирует внимание в той же программе: динамический режим сопровождался меньшим числом провалов внимания в PVT. При этом ограничение сна продолжало ухудшать показатели. Это дополнительный анализ связанной выборки, поэтому его нельзя считать независимым повторением исследования 2022 года [8].

4.2. NASA Ames: свет, кофеин и ночная задача

Erin Flynn-Evans и коллеги провели перекрёстное исследование 16 человек в модели управления космической робототехникой. Сравнивались белые световые условия разного спектрального состава при близкой фотопической освещённости, а также кофеин и плацебо. Свет влиял на отдельные когнитивные и ЭЭГ-показатели; по скорости реакции и провалам внимания в PVT убедимого самостоятельного улучшения от света не получили [9].

Значение работы для нашей программы состоит в точном разделении результатов: одна система освещения может помогать конкретной задаче, сохраняя ограничения в другой. Световое вмешательство нельзя оценивать как замену достаточному сну. Официальный профиль NASA подтверждает работу Flynn-Evans во главе Fatigue Countermeasures Laboratory [18].

4.3. Канадская связь

Brianne A. Kent, соавтор исследований HERA, представляет полезную связь с канадским направлением нейронауки, циркадных ритмов и открытой науки. Официальный профиль Health Research BC указывает Simon Fraser University. Её текущая программа шире космической темы; участие в HERA подтверждает релевантный опыт, но не означает наличие отдельной действующей космической лаборатории [7, 8, 19].

5. Европа: дозиметрия света и индивидуальная реакция

5.1. Базель: динамика дня и вечерний мелатонин

Oliver Stefani, Christian Cajochen и коллеги сравнили динамическое и статическое LED-освещение у 14 здоровых мужчин в двух 49-часовых лабораторных условиях. Динамический режим лучше сохранял вечернюю секрецию мелатонина. Для структуры и субъективного качества сна, когнитивной работы и зрительного комфорта значимых различий не обнаружили [10].

Принципиальная особенность: к вечеру менялись и интенсивность, и спектр. Исследование не позволяет приписать результат только цветовой температуре. Небольшая однородная выборка также ограничивает перенос на женщин, старшие возраста и экипажи с иным расписанием.

5.2. Manchester, TUM и международная метрология

Timothy M. Brown, Robert J. Lucas, Manuel Spitschan и другие специалисты участвуют в разработке количественного языка биологического действия света. Международные рекомендации 2022 года предлагают для здоровых взрослых с дневным режимом ориентировки melanopic EDI у глаза: не менее 250 лк днём, не более 10 лк в последние три часа перед сном и не более 1 лк во время сна [16].

Это экспертные ориентиры для определённой группы и режима, а не универсальная инструкция для детей, ночных смен или космической миссии. Они полезны как отправная точка при проектировании и сравнении исследований. Для конкретной системы требуется одновременно обеспечить зрительную задачу и проверить фактическую экспозицию [16, 17].

Официальный профиль Manuel Spitschan в TUM подтверждает направление Chronobiology and Health. Для нашей задачи особенно полезны его компетенции в измерении света, лабораторных и полевых исследованиях и индивидуальных различиях. Такая группа может связать датчики, описание экспозиции и проверку прогнозов модели [20].

5.3. ESA: испытание света в реальной среде

Официальные материалы ESA подтверждают проведение Circadian Light во время миссии Andreas Mogensen на МКС; доступна документация января 2024 года [21]. Это важный переход к реальной эксплуатации. Однако подтверждение проведения эксперимента не равно доказательству улучшения сна: в данном обзоре для него не установлена опубликованная сравнительная оценка клинического или когнитивного эффекта.

В европейском сегменте группы хронобиологов, метрологов и разработчиков полётного оборудования следует учитывать отдельно. Их публикации следует связывать в базе знаний через конкретную задачу и сопоставимые показатели результата.

6. Китай: замкнутые помещения и биорегенеративные системы

6.1. Tongji University: суточное управление освещением

Группа Luoxi Hao изучает освещение и состояние человека в ограниченной среде. В работе 2022 года двадцать участников находились в подземном пространстве четыре недели. Исследовались статический режим и последовательные изменения светового расписания; отслеживались циркадная фаза и сон. Сообщалось о сдвигах времени начала секреции мелатонина при смене режимов [11].

Последовательность условий и изменения расписания ограничивают выделение чистого эффекта спектра. Полный протокол этой работы требует дополнительной проверки. Публикацию Tongji 2024 года о статическом освещении нельзя заранее считать независимой выборкой: необходимо сопоставить участников и даты проведения [12]. Официальные страницы Tongji и CIE подтверждают профессиональное направление Luoxi Hao [22].

6.2. Zhejiang University of Technology и China Astronaut Research and Training Center

В исследовании 2025 года набрали 30 участников для сравнения шести сочетаний освещённости, 300 и 500 лк, и цветовой температуры, 2800, 5000 и 6500 К. Результаты по субъективной бодрости, объективному вниманию и рабочей памяти различались. Для некоторых задач лучшие значения наблюдались при 300 лк; преимущества максимальной цветовой температуры по всем показателям не было. Физиологические показатели не демонстрировали общего выраженного разделения условий [13].

Это краткосрочная работа в замкнутой среде, а не длительный эксперимент на орбите. Она полезна как пример необходимости выбирать конкретную задачу и основной результат. Авторы для дальнейшего поиска публикаций: Hongting Li, Changhua Jiang и Shaowen Ding, чьи аффилиации приведены в статье [13].

6.3. Beihang University: Lunar Palace

Hong Liu и команда Lunar Palace исследуют биорегенеративное жизнеобеспечение, объединяющее человека, растения и другие биологические компоненты. Публикация 2024 года описывает длительные наземные испытания и развитие этой линии [14, 15].

Это смежная компетенция для управления ресурсами будущего поселения. Её ценность для проекта света связана с фотонным бюджетом растений, пищевой продукцией, газообменом и устойчивостью системы. Опыты с целой экосистемой не изолируют биологическое действие освещения на человека; для этого необходим самостоятельный протокол.

7. Что можно утверждать на основании выбранных работ

Направление	Поддерживаемый вывод	Граница вывода
Циркадная фаза	Суточное распределение света способно менять и стабилизировать биологическую фазу [7, 10, 11]	Размер эффекта зависит от времени, экспозиции и исходного режима
Сон	Правильно организованный свет может улучшать согласование сна с биологической фазой [7]	Продолжительность и субъективное качество сна улучшаются не во всех исследованиях
Внимание и работа	Эффекты обнаруживаются для отдельных показателей и условий [8, 9, 13]	Нельзя обещать универсальный рост продуктивности
Зрение	Возможна многомесячная объективная оценка зрительной системы в изоляции [3]	Малой выборки недостаточно для всеобщего вывода о безопасности технологии
Растения	Спектр и временной режим влияют на свойства выращиваемой культуры [5]	Результаты конкретной культуры не переносятся автоматически на другие растения и человека
Реальный полёт	Освещение исследуется и внедряется на МКС [6, 21]	Наземные эффекты требуют проверки в условиях полёта

Основные пробелы

Во-первых, многие работы малы по числу людей. Повторные измерения у одного человека не превращаются в новых независимых участников. Публикации одной программы также нельзя суммировать как независимые подтверждения.

Во-вторых, часто одновременно меняются спектр, интенсивность и расписание. Это может быть оправдано для испытания готовой системы, но затрудняет объяснение механизма. Исследования механизма и эффективности продукта должны иметь разные планы анализа.

В-третьих, описания светильника недостаточно. Реальная экспозиция зависит от позы, направления взгляда, экрана, соседних помещений и ручного управления. Для персонализации нужны измерения у человека и анализ качества этих данных.

В-четвёртых, остаётся разрыв между физиологическим эффектом и полезностью целой системы. Затраты энергии, тепловой режим, надёжность, обслуживание и приемлемость для экипажа должны войти в общую оценку.

Эти выводы являются аналитическим сопоставлением выбранных источников. Они не устанавливают превосходство одной страны, института или технологии.

8. Исследовательская программа Академии света

Следующие положения являются предложением для обсуждения и проверки. Они не представлены как уже доказанные результаты.

8.1. Общая цель

Разработать управляемую световую среду, которая поддерживает выбранные физиологические и рабочие показатели при измеримых ограничениях по энергии, теплу, зрительному комфорту и стоимости обслуживания. Человек сохраняет возможность обратной связи и ручной отмены действия системы.

8.2. Пять проверяемых гипотез

H1. Полные сутки важнее отдельной настройки. Перераспределение света между днём и вечером улучшает согласование сна и циркадной фазы по сравнению с постоянным режимом. Главный результат: заранее заданный показатель фазового рассогласования. Опровержение: отсутствие воспроизводимого практически значимого различия при сопоставимых условиях сна.

H2. Персонализация добавляет измеримую пользу. Учёт индивидуальной фазы и истории экспозиции улучшает прогноз и результат по сравнению с единым расписанием. Проверка проводится на участниках, чьи данные не использовались для настройки модели. Отсутствие преимущества над простым расписанием является содержательным отрицательным результатом.

H3. Геометрия может уменьшить энергозатраты. Изменение направления света и локальных рабочих зон позволяет поддержать заданную экспозицию у глаза и зрительную задачу при меньшем расходе электрической энергии. Требуется совместно проверить эффект, блики, удобство и потребление в Вт·ч.

H4. Полезность зависит от деятельности. Режимы для чтения, длительного наблюдения и краткой критической операции имеют разные компромиссы. Основной показатель выбирается до эксперимента; случайное улучшение одного из множества тестов не признаётся общей победой режима.

H5. Свет человека и растений требует согласования. Раздельное управление жилым и растительным модулями позволяет оптимизировать суммарные ресурсы. Результат оценивается по урожаю требуемого качества, состоянию человека, энергии, теплу и устойчивости, с явным описанием компромиссов.

8.3. Последовательность проверки

Сначала создаются карта доказательств, паспорт экспозиции и модель с обозначенной неопределённостью. Затем модель проходит проверку на независимых реальных данных. После этого проводится измерительный пилот и контролируемое исследование, при возможности с рандомизированным перекрёстным дизайном. Нужны заранее выбранный основной показатель, расчёт объёма выборки, план работы с пропусками и регистрация протокола. Массовые добровольные наблюдения полезны после калибровки измерений; большой объём неконтролируемых данных не устраняет систематические ошибки.

9. Предварительная карта учёных: человек, ритмы, зрение

Это исходный реестр перспективных научных источников для искусственного интеллекта проекта. Единица реестра связывает учёного с его опубликованными работами, данными, методами и проверяемыми выводами. Идентификация источника не требует решения учёного об участии в проекте. Если указан только источник-статья, организация относится к моменту публикации. Научная близость определяется полезностью методов и доказательств для проверки гипотез проекта.

Учёный как источник	Подтверждённая связь	Ценность для базы знаний
Александр Э. Смолеевский	ИМБП; автор работ об освещении в изоляции [1–3]	Свет и операторская деятельность; постановка наземного аналога
Ольга М. Манько	ИМБП; психофизиология изоляции [2, 3]	Показатели состояния и длительное наблюдение
Юрий А. Бубеев	ИМБП; исследования герметичной среды [2, 3]	Космическая психофизиология и организация протокола
Марина В. Зуева	НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца; работа 2021 года [3]	Электрофизиология и оценка зрительной системы
Erin Flynn-Evans	NASA Ames; официальный профиль и эксперимент [9, 18]	Сон, утомление и операционная работоспособность
Shadab A. Rahman	Brigham and Women’s Hospital / Harvard в работе HERA [7]	Циркадные вмешательства и анализ динамического света
Leilah K. Grant	Первый автор анализа HERA 2024 года [8]	Повторные измерения внимания и статистический анализ
George C. Brainard	Jefferson; Professor Emeritus по официальному профилю [6, 23]	Фотобиология и история исследований космического освещения
John P. Hanifin	Jefferson; работы по МКС и HERA [6, 8, 24]	Световая экспозиция и лабораторная реализация
Brianne A. Kent	Simon Fraser University по официальному профилю; HERA [7, 19]	Циркадная нейронаука, воспроизводимость и открытая наука
Christian Cajochen	Базельская группа; исследования динамического света [10]	Мелатонин, сон и контроль лабораторного протокола
Manuel Spitschan	TUM; официальный профиль [20]	Метрология, индивидуальная реакция и полевые данные

Агенты связывают материалы каждого автора с конкретными задачами: сопоставление реальной экспозиции, проверка модели циркадной фазы, анализ экспериментальной выборки. Карточка автора не должна превращаться в имитацию его личности или утверждение, что он поддерживает проект.

10. Предварительная карта учёных: светотехника и жизнеобеспечение

Учёный как источник	Подтверждённая связь	Ценность для базы знаний
Timothy M. Brown	University of Manchester в рекомендациях 2022 года [16]	Количественная оценка биологического действия света
Luoxi Hao	Tongji University; официальные материалы Tongji и CIE [11, 22]	Световая среда замкнутых пространств и инженерные режимы
Hongting Li	Zhejiang University of Technology в статье 2025 года [13]	Экспериментальная психология и эргономика света
Changhua Jiang	China Astronaut Research and Training Center в статье 2025 года [13]	Человеческий фактор в замкнутой среде
Hong Liu	Beihang University / Lunar Palace [14, 15]	Интеграция биорегенеративного жизнеобеспечения
Юлий А. Беркович	ИМБП; автор работы о светокультуре [5]	Фотобиология растений и космическая оранжерея
Ирина О. Коновалова	ИМБП; соавтор работы о светокультуре [5]	Экспериментальные режимы выращивания растений

Всего в исходной карте 19 персон. Их опубликованные работы образуют начальный набор научных источников для ИИ. Агенты уточняют имена, аффилиации, авторский вклад, связанные публикации и доступные данные. Научное качество и соответствие задаче оцениваются независимо от желания автора дополнительно взаимодействовать с проектом.

Архитектура научного корпуса

Корпус должен покрывать космическую физиологию, хронобиологию, метрологию света, зрение, операторскую работу, статистику и проверяемые модели, инженерию освещения и энергетики. Светокультура и замкнутое жизнеобеспечение составляют связанный модуль. В текущей карте недостаточно отдельно проверенных источников по энергетической оптимизации и открытым вычислительным моделям; их поиск включён в задание агентам.

Для углублённого разбора предлагается выбрать 8–10 авторских корпусов по доказательствам и пробелам в знаниях.

Уведомление и добровольное дополнение

После идентификации учёному можно направить информационное уведомление: проект использует его опубликованные работы как научные источники с указанием авторства. При желании он может предложить дополнительные материалы, исправление интерпретации или самостоятельное исследование. Ответ не является условием включения открыто опубликованной работы в научную карту. Дополнительное взаимодействие фиксируется отдельно от статуса источника. Уведомления в рамках подготовки этого обзора не рассылались.

Правила идентификации, проверки публикаций, устройства реестра и уведомления определяет связанное задание **AL-LSC-TZ-20260918-001**.

11. Источники: экспериментальные исследования

Библиографические ссылки ведут к первичным публикациям или репозиториям авторских организаций. Названия отдельных англоязычных работ сокращены. Дата проверки ссылок и сведений: 18.09.2026.

- [1] Smoleevskiy A. E. Influence of LED lighting on mental performance. 2016. [Страница статьи](#).
- [2] Smoleevskiy A. E., Man'ko O. M., Bubeev Yu. A., Smirnova T. A. Psychophysiological effects of LED lighting in conditions of hermetic objects. 2018. DOI: [10.17816/rmmar14209](#).
- [3] Neroev V. V., Zueva M. V., Tsapenko I. V. и соавт. Исследование зрительной системы при четырёхмесячной изоляции и динамическом LED-освещении. Вестник РАМН. 2021;76(5):488–496. DOI: [10.15690/vramn1323](#).
- [4] Basner M. et al. Mars 520-d mission simulation reveals protracted crew hypokinesia and alterations of sleep duration and timing. PNAS. 2013. DOI: [10.1073/pnas.1212646110](#).
- [5] Беркович Ю. А., Коновалова И. О., Лапач С. Н., Смолянин В. Г., Смолянина С. О. Оптимизация светодиодного освещения листовых овощей с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты. Светотехника. 2019. [Статья издателя](#).
- [6] Brainard G. C. et al. Solid-state lighting for the International Space Station: Tests of visual performance and melatonin regulation. Acta Astronautica. 2013;92(1):21–28. DOI: [10.1016/j.actaastro.2012.04.019](#).
- [7] Rahman S. A. et al. Динамическое освещение, циркадная фаза, сон и работа в 45-суточном аналоге миссии. Journal of Pineal Research. 2022;73:e12826. DOI: [10.1111/jpi.12826](#). [Полный текст](#).
- [8] Grant L. K. et al. Динамическое освещение и нейроповеденческая работоспособность в 45-суточной модели миссии. SLEEP Advances. 2024;5:zpa032. DOI: [10.1093/sleepadvances/zpa032](#). [Репозиторий Jefferson](#).
- [9] Flynn-Evans E. E. et al. Кофеин и обогащённый коротковолновым светом режим в модели космической робототехники. npj Microgravity. 2023. DOI: [10.1038/s41526-023-00332-w](#).
- [10] Stefani O. et al. Changing color and intensity of LED lighting across the day impacts on circadian melatonin rhythms and sleep in healthy men. Journal of Pineal Research. 2021. DOI: [10.1111/jpi.12714](#).
- [11] Wang T. et al. Active interventions of dynamic lighting on human circadian rhythm and sleep quality in confined spaces. Building and Environment. 2022. DOI: [10.1016/j.buildenv.2022.109766](#). При подготовке доступна аннотация; детали подлежат проверке по полному тексту.
- [12] Impacts of Static Lighting in Confined Spaces on the Circadian Parameters, Alertness, Performance and Well-Being. Buildings. 2024;14(4):1115. DOI: [10.3390/buildings14041115](#). Использовано описание издателя; независимость выборки от [11] не установлена.

12. Источники: исследования, стандарты и организации

- [13] Sun Z., Xie S., Hu S. et al. The Impact of Lighting Conditions on Users' Alertness and Working Memory in Confined Spaces. *PsyCh Journal*. 2025;14:614–629. DOI: [10.1002/pchj.70022](https://doi.org/10.1002/pchj.70022). [Полный текст](#).
- [14] Liu Hui, Yao Zhikai, Liu Hong. Материал команды Lunar Palace о человеческой лунной базе. *The Innovation*. 2024. DOI: [10.1016/j.xinn.2024.100592](https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100592).
- [15] Beihang University. Профессор Liu Hong и биорегенеративные системы жизнеобеспечения. [Официальный материал университета](#).
- [16] Brown T. M. et al. Recommendations for daytime, evening, and nighttime indoor light exposure to best support physiology, sleep, and wakefulness in healthy adults. *PLOS Biology*. 2022;20:e3001571. DOI: [10.1371/journal.pbio.3001571](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001571).
- [17] CIE S 026/E:2018. CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light. [Официальная страница стандарта](#).
- [18] NASA. Erin Flynn-Evans. [Официальный профиль](#).
- [19] Health Research BC. Brianne Kent. [Профиль исследователя](#).
- [20] Technical University of Munich. Manuel Spitschan. [Официальный профиль](#).
- [21] ESA. Andreas Mogensen Huginn mission: January 2024, Science Experiment, Circadian Light. [Официальные материалы миссии](#).
- [22] Tongji University. Luoxi Hao. [Официальный профиль](#). CIE. [Профиль Luoxi Hao](#).
- [23] Thomas Jefferson University. George C. Brainard, PhD. [Официальный профиль](#).
- [24] Thomas Jefferson University. John Hanifin, PhD. [Официальный профиль](#).

Статус документа и обновления

Обзор представляет проверяемую исходную карту источников для ИИ проекта и постановки дальнейших работ. Он не является клинической рекомендацией или результатом собственного эксперимента. Включение учёного в реестр обозначает научную ценность его опубликованных работ; личное участие и поддержка проекта из этого не следуют.

При обновлении сохраняется идентификатор документа, повышается номер версии, добавляются дата и журнал изменений. GUID идентифицирует этот документ и не является DOI. Для исправления вывода требуется указать источник и конкретное основание изменения.

Связанный документ: AL-LSC-TZ-20260918-001, «Идентификация учёных как научных источников для ИИ проекта “Свет, человек и космос”».