



СТРАТЕГИЧЕСКАЯ СТАТЬЯ

Редакционная дата: 23 октября 2026 года

Когда света становится больше, а экономика исчезает из кадра

Могут ли спутники прочесть саудовскую экономику раньше статистики?

The Satellite's Economic Illusion: What Nighttime Lights Can—and Cannot—Reveal About Saudi Arabia

Вступление: в Рамадан город может стать ярче, не удвоив при этом свою производительность. Между спутниковым снимком, который улавливает следы жизни, и экономическим показателем, который пытается измерить её стоимость, рождается новая наука — и вместе с ней новые заблуждения. Эта статья начинается с документированного наблюдения из Саудовской Аравии и приходит к вычислительному эксперименту, созданному специально для одного вопроса: когда спутники сообщают нам нечто действительно новое, а когда лишь укрепляют уверенность в ошибочной истории?

1. Ночь, в которой машина видит экономический праздник

Ещё до того, как большие языковые модели (Large Language Models; LLMs) стали темой каждой конференции, исследователей Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства США (National Aeronautics and Space Administration; NASA) занимал на первый взгляд скромный вопрос: почему в определённые недели года некоторые города светятся ярче? Они изучали данные

прибора VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite), установленного на спутнике Suomi NPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership), и сопоставляли показания датчика с общественным календарём, о котором сам спутник ничего не знает.

В 2014 году агентство представило примечательный результат: согласно анализу команды, в Рамадан освещённость саудовских городов, включая Эр-Рияд и Джидду, возрастала примерно на **60–100%**; расширенное научное исследование вышло в 2015 году. Саудовская Аравия не была загадочным исключением. Исследователи Мигель Роман (Miguel O. Román) и Элеанор Стоукс (Eleanor C. Stokes) установили, что сезонные световые картины связаны с общественными и религиозными обычаями городов Ближнего Востока, а в некоторых районах США — с празднованием Рождества и Нового года. Исследование не утверждает, что валовой внутренний продукт удвоился. Его вывод точнее и интереснее: **у города есть привычки, способные оставить в небе фотонную подпись S01S02**.

Представим — только в качестве мысленного эксперимента, — что организация потратила огромные средства на систему экономического прогнозирования, поглощающую спутниковые изображения (Satellite Imagery), и заметила рост освещённости на 80%. Если система ничего не знает об общественном календаре, характере освещения и изменении часов активности, она может с большой уверенностью сообщить о производственном буме. Отчёт будет выглядеть современно, панель порадует цветами, а график, вероятно, покажет несколько десятичных знаков. Но эти знаки не скажут нам, что модель прекрасно поняла лампы и забыла о людях, которые их зажгли.

Разумеется, Рамадан сопровождается и реальной экономической активностью. Меняется режим работы ресторанов, рынков, транспорта и гостиничного сектора. Однако процентный рост света не равен процентному росту стоимости произведённых ими товаров и услуг. Научное различие проходит не между «экономическим» и «культурным» событием, а между **измеренным явлением** и **выведенной величиной**, связь между которыми должна выдерживать статистическую проверку. В обществе, где активность перераспределяется между днём и ночью, пренебрежение культурным контекстом может оказаться ошибкой в проектировании данных ещё до того, как станет пробелом в эрудиции.

В сезон хаджа 2026 года Главное управление статистики Саудовской Аравии (General Authority for Statistics; GASTAT), по сообщению Саудовского агентства печати (Saudi Press Agency; SPA), насчитало **1 707 301** паломника, из них **1 546 655** прибыли из-за пределов королевства S03. Это официальное число описывает колоссальное перемещение людей за короткий срок, но не позволяет вывести из него изменение освещённости Мекки или экономики, пока данные за эти дни не будут действительно обработаны. Саудовская действительность тем самым предлагает потенциальный естественный эксперимент

(Natural Experiment): документированный общественный фактор, известные место и время и проверяемую спутниковую гипотезу — но не результат, который можно объявить заранее.

2. Когда спутник исправлял ошибку статистики

Чтобы понять привлекательность этой идеи, вернёмся к работе Дж. Вернона Хендерсона (J. Vernon Henderson), Адама Сторигарда (Adam Storeygard) и Дэвида Вейла (David N. Weil). В статье 2012 года «Измерение экономического роста из космоса» (Measuring Economic Growth from Outer Space), опубликованной в *American Economic Review*, они предложили объединить два показателя, принадлежащих разным институциональным системам: национальные счета (National Accounts) и ночную освещённость Земли (Nighttime Lights). Первый возникает в человеческой системе учёта производства, цен и сделок; второй — в датчике, регистрирующем световое излучение в определённых спектральных диапазонах. Ценность идеи не в том, что второй источник всегда прав, а первый подозрителен. Иногда они просто совершают **ошибки разного рода** S04.

Если в стране плохо развиты обследования предприятий и учёт неформальной деятельности, снимок может дать независимое наблюдение о расширении застройки или распространении электричества. Но независимость здесь — методологическая гипотеза со своими условиями. Ошибки статистики и спутников могут пересекаться, конфликт может воздействовать на оба источника, а свет — реагировать на политику освещения, которая не создаёт новой производственной стоимости. Поэтому статья не давала разрешения заменить ВВП ночным снимком. Она исследовала, как улучшить измерение, когда известны свойства и границы ошибки.

Позднее Всемирный банк (World Bank) опубликовал работу «Измерение квартального экономического роста из космоса» (Measuring Quarterly Economic Growth from Outer Space). Авторы изучили данные различных групп экономик со второго квартала 2013-го по четвёртый квартал 2020 года. Они обнаружили, что прямая временная связь между изменениями освещённости и выпуска может быть слабой или статистически незначимой, если не учитывать общие временные эффекты; в спецификациях с таким контролем связь усиливалась. Исследователи также предложили способ учитывать ошибки измерения и отметили, что связь света с выпуском различается в развитых и развивающихся экономиках S05.

Маркетологам такой вывод не по душе. Удобно сказать: «Чем больше света, тем выше выпуск». Между тем из работы следует, что **связь между разными городами — одно, а способность объяснить изменение конкретного города в конкретный месяц — совсем другое**. Модель может безошибочно отличать крупный промышленный город от

тёмной деревни, но не справиться с вопросом, выросло ли производство в том же самом городе в этом квартале. Она запомнила образ богатства, но не всегда научилась видеть движение активности.

3. Физика, которой нет в заголовке графика

Датчик дневного и ночного диапазона (Day/Night Band; DNB) регистрирует видимый и ближний инфракрасный свет, исходящий от поверхности Земли и окружающего пространства. В этой короткой фразе скрыто множество различий. Источником может быть витрина, улица или завод, а может — газовый факел (Gas Flare), пожар, судно или лунный свет, отражённый облаком. Датчик не занимается бухгалтерским учётом компаний. Он измеряет **энергетическую яркость** (Radiance) — физическую величину со своей единицей и калибровочными приборами, — а о «выручке», «зарплате» и «прибыли» узнаёт лишь тогда, когда мы обучаем его на связи, подтверждённой независимыми измерениями [S06](#).

Система NASA Black Marble решает эту задачу кропотливой научной обработкой. Её ежедневный продукт VNP46A2 — не просто необработанное изображение с датчика. Он вносит поправки на лунное освещение, атмосферу и геометрию направления света и отражения (Bidirectional Reflectance Distribution Function; BRDF), выпускает слои качества данных и последнего высококачественного наблюдения, а также отличает обработанную освещённость от значений, которыми алгоритм заполнил пробелы при отсутствии наблюдений [S06S07](#).

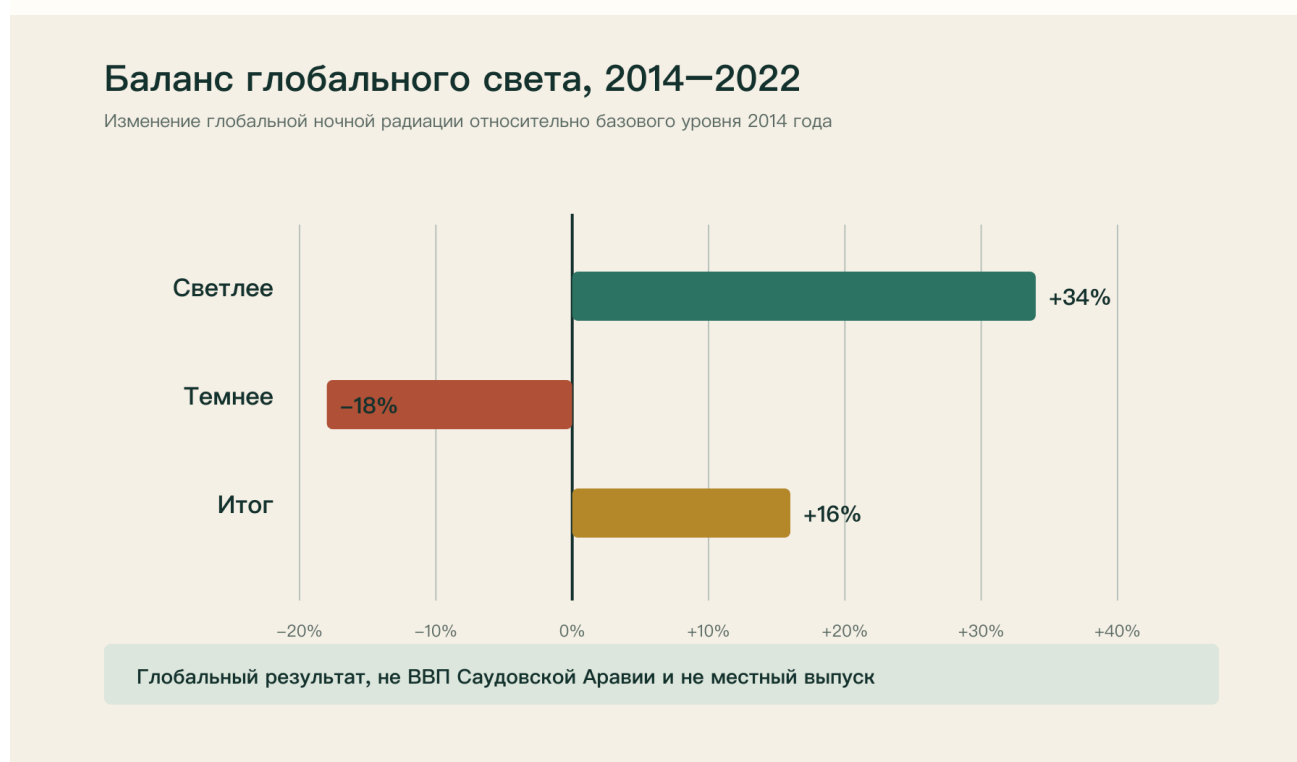
Размер пикселя (Pixel) в этом продукте составляет около 500 метров. Пространственное разрешение не позволяет увидеть отдельный банковский счёт или работающий компьютер. Даже в пределах половины километра свет витрины смешивается со светом соседней дороги, парковки, уличных фонарей и других источников, которые могут не иметь прямого экономического веса. Существует и другое, **экономическое разрешение**, которого камера не даёт: различие между двумя соседними заводами, создающими одинаковую стоимость, если один из них расходует ночью больше света.

В спутниковом продукте есть примечательный слой «последнее высококачественное извлечение» (Latest High-Quality Retrieval). Если облака закрыли обзор в определённую ночь или показание не прошло проверку качества, обработка может использовать последнее надёжное измерение либо модель временного заполнения пробелов (Temporal Gap-Filling). Значение под сегодняшней датой не всегда означает **новое фотонное наблюдение именно сегодня**. Оно может быть выведено из прошлых наблюдений и прозрачных правил очистки. Это различие принципиально, если мы заявляем, что способны обнаружить неожиданность прошлой ночи. Разграничить

текущий и восстановленный сигнал — не техническая мелочь; это всё равно что отличить очевидца события от свидетеля, который лишь рассказывает о привычках этого места [S07](#).

4. Исследование 2026 года: Земля одновременно стала светлее и темнее

8 апреля 2026 года Тянь Ли (Tian Li) и его коллеги опубликовали в Nature статью «Спутниковые изображения выявляют рост изменчивости ночной активности человека» (Satellite Imagery Reveals Increasing Volatility in Human Night-time Activity). Команда использовала ежедневные ночные снимки и методы непрерывного обнаружения изменений (Continuous Change Detection), чтобы изучить колебания искусственного освещения в 2014–2022 годах. Глобальный итог нельзя изобразить спокойно восходящей линией: в одних областях освещённость выросла на величину, равную 34% исходной общей яркости, в других снизилась на 18%, и чистый прирост по миру составил 16% [S08](#).



Разложение изменения искусственного освещения в мире с 2014 по 2022 год

Рисунок 1. Составляющие изменения глобального искусственного освещения относительно уровня 2014 года по данным исследования Nature 2026 года. Эти проценты не показывают рост ВВП, а снижение освещённости не всегда означает экономический спад. Источник: [S08](#).

Важнее итогового числа причины обоих движений. Где-то освещение усилилось вместе с ростом городов или электрификацией жилья. Где-то оно сократилось благодаря повышению энергоэффективности, ограничениям избыточной подсветки или замене старых ламп на светодиоды (Light-Emitting Diode; LED). Некоторые территории потемнели из-за войн, кризисов или отключений электричества. Изображение сообщает о зрительном исходе каждого случая, но не о его экономическом и этическом качестве. Одинаковый цвет может объединить страну, улучшившую освещение, и страну, где остановилось производство. Нельзя решать судьбу экономики по общему цвету.

Есть и дополнительная спектральная проблема. При замене ламп меняется состав света, а чувствительность датчика неодинакова для разных длин волн (Wavelengths). Исследования светового загрязнения (Light Pollution) обсуждают расхождение между тем, что регистрируют спутники, и тем, что видит человек, в том числе возможную роль спектральных сдвигов при переходе на LED S09. Это не означает, что всякое снижение на спутниковом снимке вызвано лампами. Однако смена технологии освещения способна изменить **калибровку связи с показателем**, даже если общественная функция места остаётся прежней.

5. Три экономики на одной карте

Представим три саудовских района — без вымышленных названий и без притязаний на реальные измерения. В первом организация сферы услуг переходит от бумажного документооборота к программам, позволяющим выполнять больше работы в тех же офисах. Благодаря лучшей организации и знаниям растёт добавленная стоимость (Value Added), а свет в районе может остаться прежним. Во втором открывается комплекс с яркими фасадами и просторными парковками: зарегистрированная освещённость резко увеличивается, хотя заполняемость магазинов и их прибыльность ещё неизвестны. В третьем систему уличного освещения заменяют более эффективной, и при улучшении услуги на земле вверх рассеивается меньше света.

Спутник может рассказать об этих районах три истории, противоположные их экономической реальности: застой там, где выросла производительность; рост там, где жизнеспособность ещё не доказана; спад там, где услуга стала эффективнее. Этот пример **полностью гипотетический**, но он показывает, почему цель надо определить до выбора показателя. Если нас интересует **расширение электрифицированных населённых территорий**, свет полезен; если **добавленная стоимость программного обеспечения и услуг**, он неполон; если **надёжность работы освещения**, его следует сочетать с данными об электричестве и качестве услуги, а не использовать вместо них.

Саудовская экономика ещё раз меняет расстановку сил. Нефть и газ могут оставлять излучение факелов, но стоимость нефтедобычи не вычисляется по свету над пламенем. Телекоммуникации, финансовые технологии и вычислительные услуги создают стоимость, которая способна расти без новых ламп на каждом рабочем цикле. Религиозный туризм, общественные обычаи и часы работы заведений, напротив, влияют на сезонную связь ночи с трудом. **Недостаточно определить точку на карте — нужно определить функцию света в этой точке.**

Это не призыв отказаться от космического наблюдения. Это серьёзная причина пользоваться им правильно. Кто не различает виды сигналов, получит не экономическую разведку, а библиотеку изображений с быстрым сумматором.

6. Экономический показатель, который не рождается окончательным

30 июля 2026 года Главное управление статистики (GASTAT) выпустило оперативную оценку (Flash Estimate) за второй квартал. На его сайте было указано годовое снижение реального валового внутреннего продукта (Real Gross Domestic Product; Real GDP) на **4,8%**. Это **предварительная оценка, опубликованная в определённую дату**. Её нельзя считать вневременной величиной или сравнивать с другим кварталом без учёта сезонной корректировки, базы сравнения и базисного года S10. Это число приведено не для диагноза саудовской экономики, а чтобы показать проблему, знакомую каждому статистику: официальный показатель описывает уже завершившийся период, выходит после сбора и уточнения данных и может измениться при последующих пересмотрах.

Экономистам бывает важно узнать об активности июля до выхода июльского отчёта. Это задача оценки текущего состояния (Nowcasting). Она не предсказывает отдалённый год и не пытается уличить статистическое ведомство в ошибке. Она оценивает текущую величину, окончательные данные по которой ещё не опубликованы, и прямо указывает, какая информация была доступна в момент оценки. Парадокс в том, что спутниковый снимок может опережать статистику **по моменту съёмки**, но не обязательно **по аналитической готовности**: часть продуктов требует обработки и проверки, часть заполняет пробелы наблюдений, а более оперативные экономические переменные могли уже выйти.

Поэтому я предлагаю снабжать каждую спутниковую оценку четырьмя отдельными датами или характеристиками, не растворяя их в печати «обновлено сегодня»: время съёмки (Acquisition Time), время доступности обработанного продукта (Data Availability Time), время выпуска оценки (Forecast Issue Time) и версия целевых экономических данных (Target Data Vintage). Если модель проверяют на десяти годах, пользуясь окончательно пересмотренной версией каждого показателя и обработанными

снимками, которых в тот момент ещё не было, получается **ретроспективная реконструкция** (Retrospective Reconstruction), а не честная имитация того, что тогда можно было знать.

Такая ошибка называется утечкой данных (Data Leakage). Она особенно коварна: не вносит в показатели явную ложь, а тайком проводит в комнату решений сведения, которых на момент решения ещё не существовало. После события всякий результат выглядит стройным. Даже соседский прорицатель покажется гением, если позволить ему переписать прогноз после финального свистка.

7. Даёт ли модели новое окно дополнительную информацию?

Многие преувеличения можно опровергнуть простым способом. Вместо вопроса «Связана ли освещённость с активностью?» спросим: **улучшает ли свет оценку активности по сравнению с уже доступными традиционными данными?** Это дополнительная прогностическая ценность (Incremental Predictive Value). Если модель уже знает агрегированные продажи, потребление электроэнергии и некоторые опубликованные производственные показатели, а после добавления спутниковых снимков её ошибка вне обучающей выборки (Out-of-Sample Error) не снижается, мы приобрели новый технический слой, но не получили полезной для решения информации.

Ответ требует испытаний, которые соблюдают ход времени. Сначала строится базовая модель (Baseline Model) на доступных традиционных данных, затем другая модель видит те же данные плюс показатель освещённости. Каждую обучают только на прошлом, **которое было доступно в тот момент**, и просят оценить период, статистика по которому ещё не вышла. Затем точку отсечения переносят вперёд и повторяют процедуру. Такая проверка со скользящей точкой начала прогноза (Rolling-Origin Evaluation) уменьшает соблазн обучить модель на нашем будущем и анализировать прошлое, приведённое в порядок после того, как результат уже известен.

Для этого годится простая регуляризованная регрессия (Regularized Regression), динамическая факторная модель (Dynamic Factor Model) или более сложная вероятностная модель. Сложность ничего не гарантирует. На коротком месячном ряду глубокая модель может запомнить десятки сезонов и местных различий, красиво предсказать уже виденные данные и затем столкнуться с трудностью ещё не виденного времени. Поэтому о качестве новой модели нельзя судить, пока её не сравнили с простым и справедливым ориентиром, не зафиксировали даты выхода каждой переменной и не исключили попадание будущего одновременно в обучение и проверку.

8. Малый эксперимент, обнаруживший крупную потерю понимания

Для этой статьи проведена открыто описанная исследовательская симуляция. Мы не использовали экономику королевства и не загружали реальные спутниковые сцены. Вместо этого создали **180 синтетических месяцев** со скрытой экономической активностью, традиционным экономическим показателем, доступным в течение месяца, и показателем освещённости, содержащим часть информации об активности и часть сезонного шума. Истинное значение активности публикуется с задержкой в два месяца. В синтетическом месяце **116** технология или политика освещения меняется так, что световой показатель снижается на **четыре пункта**, хотя сама активность из-за этого изменения не падает. Числа, шум и случайное зерно опубликованы в исследовательском приложении и доступны для повторного запуска. Это лаборатория, а не скрытая история Саудовской Аравии [S13](#).

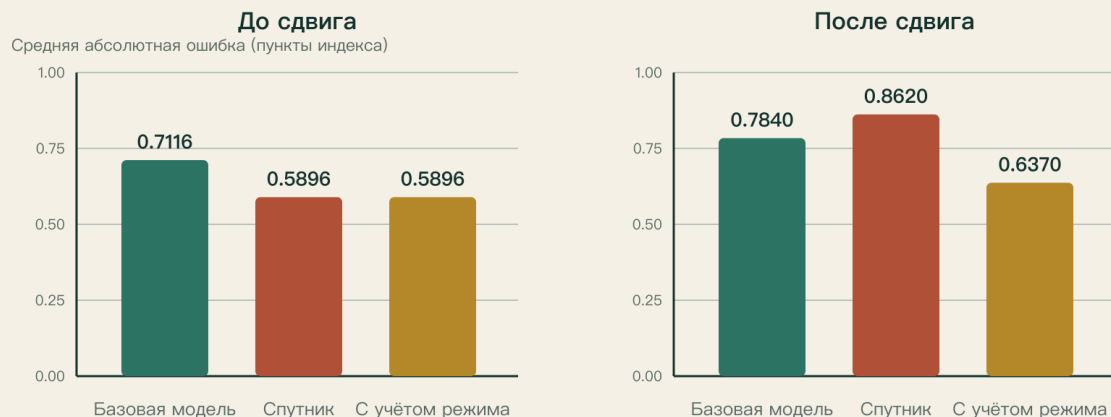
Проверка начинается через **65 месяцев** после старта синтетического ряда и использует расширяющееся окно обучения с учётом задержки публикации цели. Сравниваются три модели: традиционный показатель вместе с прошлой активностью; те же данные плюс свет; и модель, которой известно лишь, что в определённую дату изменилась политика или технология освещения. Последняя не знает численную величину эффекта заранее, а учится на наблюдениях, накапливающихся после изменения. Для всех моделей измеряется средняя абсолютная ошибка (Mean Absolute Error; MAE) в единицах **синтетического индекса активности**, а не в процентных пунктах роста саудовского ВВП.

Часть синтетической проверки	Традиционная модель	Добавляет свет, не понимая изменения	Добавляет свет и знает о факте изменения
До смены освещения, 51 оценка	0.712	0.590	0.590
После смены освещения, 63 оценки	0.784	0.862	0.637

На первом этапе свет добавил полезную информацию, и ошибка снизилась. На втором тот же показатель стал помехой после изменения своей связи с активностью: модель, использовавшая его без поправки, ошибалась сильнее традиционной. Модель, учитывающая смену режима освещения, сумела снова извлечь пользу из сигнала. Эти результаты **целиком зависят от синтетических предпосылок и одного случайного зерна**. Они не показывают, как часто такое бывает в Саудовской Аравии, и не доказывают, что третья модель всегда окажется успешной. Эксперимент со ста четырнадцатью синтетическими оценками — не национальное исследование ста четырнадцати реальных месяцев.

Синтетический бэкtest до и после сдвига освещённости

Средняя абсолютная ошибка для синтетической скрытой активности; меньше — лучше



Полностью синтетическая симуляция: нет саудовских наблюдений и измеренной точности прогноза.

Сравнение ошибок трёх моделей до и после смены технологии освещения в синтетической симуляции

Рисунок 2. Средняя абсолютная ошибка трёх моделей в компьютерной симуляции. Рисунок не описывает саудовскую экономику и не основан на реальных спутниковых данных. Код, входные данные и даты обучения сохранены в сопроводительных материалах [S13](#).

Есть и более важный парадокс: добавленная переменная способна немного уменьшить среднюю ошибку по всему ряду, но ухудшить результат в поздние годы. Поэтому общая средняя величина может скрыть перевернут в пригодности показателя. Синтетическая версия, в которой для иллюстрации запрещённой утечки к текущему показателю добавлялось 35% **будущего** спутникового наблюдения, в этом запуске не дала улучшения. Отсюда следует отдельный урок: прогноз, нарушающий порядок доступности информации, **методологически недействителен**, оказался он успешным или нет. Неудача не оправдывает подлог, как и высокая точность при удачном совпадении не делает его допустимым.

9. Когда культура входит в уравнение, а не остаётся абзацем во введении

За выражением «сезонная корректировка» (Seasonal Adjustment) скрывается глубокое расхождение между теми, кто считает месяцы одинаковыми, и теми, кто знает, что общество перераспределяет своё время. Рамадан перемещается по григорианским месяцам вслед за календарём хиджры; хадж ежегодно меняет григорианскую дату;

праздники и сезонная деятельность не всегда приходятся на одни и те же периоды. Алгоритм может выучить, что август — «месяц яркого света», и ошибиться, когда Рамадан сместится. Поэтому модели нужны временные переменные, связанные с **реальными сезонами**, а не только с номерами месяцев, и она должна отличать подлинный экономический эффект сезона от чисто зрительного.

Это не предложение перегрузить модель названиями праздников, а требование проверять гипотезы. В одних регионах может оказаться достаточно поправок на длину дня и облачные ночи; в других добавление общественного календаря уменьшит ошибку; а свет жилого района может уступить по информативности расходам приезжих. Решить это можно лишь проверкой вне обучающей выборки по заранее установленным правилам анализа.

Именно в Саудовской Аравии такая деталь может стать источником местного исследовательского преимущества. Глобальные данные умеют видеть излучение, но не всегда содержат точное знание образа жизни, функциональных границ районов, перемен в досуге, ресторанном и транспортном поведении, сезонов хаджа и умры. Тот, кто правильно опишет эти механизмы переменными, сможет создать **оригинальное арабское и саудовское прочтение глобальных данных**, а не просто купить снимок и написать поверх него название города.

10. Соблазн многосенсорного наблюдения: свидетелей больше, согласия нет

Видимый свет — не единственный инструмент космического наблюдения. Радиолокационная система с синтезированной апертурой (Synthetic Aperture Radar; SAR) в системе «Сентинел-1» (Sentinel-1) способна регистрировать изменения поверхности ночью и сквозь облака — в пределах физических и эксплуатационных ограничений радиолокационного зондирования [S11](#). Есть агрегированные сигналы движения судов из автоматической идентификационной системы (Automatic Identification System; AIS), изображения городской активности и показатели концентрации некоторых газов, например диоксида азота (Nitrogen Dioxide; NO₂). Но множество свидетелей не превращает их показания в одну историю.

Радар регистрирует обратное рассеяние электромагнитных волн (Radar Backscatter), которое зависит от шероховатости поверхности, угла наблюдения, влажности и материала, а не от общей суммы зарплат работников внутри объекта. Траектория судна не сообщает массу его груза; выключенный транспондер не доказывает исчезновение судна; концентрация газа в воздухе зависит от погоды не меньше, чем от некоторых выбросов. Научная ошибка — превратить различия физики в мнимое экономическое согласие с помощью программы, складывающей все переменные в один столбец.

Но те же различия дают качественный способ рассуждать. Если освещённость логистической зоны остаётся прежней, а документированное движение судов снижается, можно спросить, не слеп ли первый показатель к определённому виду торгового замедления. Если совокупная активность порта меняется и подтверждённый поток грузовиков растёт, обсерватория может проверить согласованность двух свидетельств. Если показатели расходятся, это расхождение может быть богатым научным результатом, который нужно понять, а не ошибкой, которую следует спрятать под словами «мультимодальное объединение» (Multimodal Fusion).

При этом нельзя собирать чувствительные карты критической инфраструктуры или привязывать анализ к отдельным объектам под прикрытием экономического исследования. Агрегированных уровней отраслей и регионов достаточно для полезных экономических гипотез; превращать обсерваторию в карту оперативных целей незначем.

11. От телескопа, который видит, к лаборатории, способной опровергнуть себя

Статья предлагает для саудовской обсерватории конкретный проект, а не новое ведомство для накопления снимков. Его исследовательское название — **«Лаборатория добавленной ценности спутникового сигнала»** (Satellite Signal Value Laboratory). Начать следует с десятков небольших экспериментов с опровержимым результатом, а не с всеобъемлющего национального индекса в первый же день.

Первый эксперимент посвящён совокупному показателю ненефтяной активности (Non-oil Activity) в выбранных регионах, где доступны агрегированные официальные данные. Исследователи объединяют месячные измерения света со слоями качества наблюдений, документированными фактами замены освещения, общественным календарём и традиционными экономическими показателями в корректной исторической версии. Они заранее объявляют дату выпуска оценки и сравнивают ошибку расширенной модели с ошибкой простого экономического ориентира. Проверка повторяется для разных лет и сезонов. Если свет не улучшит результат, это будет **полезный вывод**, показывающий, где инвестиции в новые изображения не оправданы.

Второй эксперимент рассматривает торговлю и логистику на уровне портов или регионов с использованием агрегированных морских показателей и подходящих изображений. Цель — не определить отдельное судно, а выяснить, улучшает ли зондирование обнаружение изменений потоков по сравнению с опубликованными торговыми индикаторами. Третий сравнивает разные экономические зоны: сервисные районы, создающие почти невидимую стоимость; промышленные районы, чья связь с

материальным энергопотреблением теснее; территории с религиозными или туристическими сезонами. Если прогностическая сила в этих классах действительно различается, **настройка модели по функции места** может оказаться ценнее огромной национальной модели, поглощающей всё подряд.

Что именно следует измерять? Не «точность 98%» из пресс-релиза. Нам важно снижение ошибки прогноза на будущих проверочных периодах, устойчивость этого снижения после смены технологии освещения, число дней, на которое снимок опередил публикацию экономического показателя, доля ночей с качественным наблюдением, различия между регионами и интервал неопределённости (Uncertainty Interval), фактическое покрытие которого мы проверили. **Ошибки должны быть столь же открыты, как успехи.**

12. Стратегическая ценность информации, признающей свои границы

Вокруг этой задачи можно построить целую экономику, но она не сводится к отрасли спутниковых снимков. Её продукты — инструменты для хранения исторического набора действительно доступных на каждый момент данных (Point-in-Time Data Store), обработки изображений с прослеживаемым происхождением (Provenance-Aware Processing), сопоставления моделей на разделённых по времени периодах (Time-Series Backtesting), выявления разрыва между показателем и измеряемой целью (Concept Drift Detection), а также экономического объединения данных, которое прямо отмечает границы знания.

На этой основе могут появиться компании, экспортирующие услуги в страны, где региональные данные слабы или публикуются медленно. Их успех измеряется не числом обработанных снимков и не количеством раскрашенных стран на интерактивной карте, а тем, улучшили ли они конкретное решение раньше, чем его автор и без них узнал бы фактический результат. Если такие сигналы не дают прогностической пользы экономике с богатыми данными, более подходящими рынками могут стать наблюдение за застройкой, обнаружение перебоев и отслеживание пространственной активности там, где подробной статистики нет. Это разные исследовательские рынки, и объединять их в одно обещание нельзя.

Саудовская Аравия может рассматривать открытые космические данные как **сырьё для экспортируемой национальной методики анализа**. Для этой отрасли нужны специалисты по оптике, данным, экономике и искусственному интеллекту (Artificial Intelligence; AI), способные видеть, где начинается физика и где заканчивается экономический аргумент. Нужны и местные эксперты, которые объяснят, почему в

определённый сезон городская жизнь перемещается из дня в ночь, почему после хорошего проекта освещения спутник видит меньше света и почему существует стоимость без заметного теплового или фотонного следа.

Впечатляет в этой возможности не перспектива «увидеть всё». Это старое заблуждение, которому приборы лишь дают новые имена. Гораздо интереснее научиться понимать, **чего изображение не означает**, и поставить эксперимент, выявляющий смысл, который оно действительно способно нести. Научный прогресс начинается не с первого графика, поразившего министра или инвестора. Он начинается с первого честного результата: этот сигнал нам не помог; здесь помог, а там нет; помогал до замены ламп, а затем перестал.

13. Экономика, которую не поймает уличный фонарь

Если наложить на Эр-Рияд из космоса сетку с ячейкой в полкилометра, получатся миллионы возможных связей между поверхностью, светом и временем. Ни одна из них не содержит готового определения производительности, учёта неоплачиваемого труда, стоимости программы, написанной в небольшой квартире, или различия между портом, переполненным грузами, и портом, переполненным светом. Но они содержат реальные физические наблюдения, которые ни одна организация не может создать пресс-релизом. Поэтому к ним следует относиться серьёзно.

Пожалуй, самая наивная фраза космической экономики звучит так: «Спутник не лжёт». У спутника нет обязанности быть правдивым в нужном нам смысле: он вообще не даёт экономических показаний. Фотоны проходят через линзы, калибровки и алгоритмы коррекции, а затем человек вводит их в модель, для которой выбрал цель и набор предпосылок. **Наблюдение может быть верным, а ответ — относиться не к тому вопросу.**

Когда наступит 2030 год и у королевства будет больше слоёв наблюдения и анализа, настоящий вопрос для руководителей будет не в том, сколько освещённых городов можно вывести на экран. Он будет звучать так: **для каких решений эти сигналы помогли раньше узнать нечто верное и чем доказано, что без них мы бы ошиблись?**

Вот расстояние между глазом на орбите и исследовательским разумом на Земле.

Источники статьи и проверяемые материалы

1. NASA, *The Lights of Ramadan and Eid al-Fitr*, 2015. <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/the-lights-of-ramadan-and-eid-al-fitr-84923/>
2. Miguel O. Román and Eleanor C. Stokes, *Holidays in Lights: Tracking Cultural Patterns in Demand for Energy Services*, *Earth's Future* 3 (2015), 182–205.

<https://doi.org/10.1002/2014EF000285>

3. Saudi Press Agency, *GASTAT: Total Number of Pilgrims for Hajj 2026 Reaches 1,707,301, 2026*. <https://www.spa.gov.sa/en/N2599493>
4. J. Vernon Henderson, Adam Storeygard and David N. Weil, *Measuring Economic Growth from Outer Space*, *American Economic Review* 102(2), 2012, 994–1028. <https://doi.org/10.1257/aer.102.2.994>
5. World Bank, *Measuring Quarterly Economic Growth from Outer Space*, 2022. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/692011641480491613/pdf/Measuring-Quarterly-Economic-Growth-from-Outer-Space.pdf>
6. NASA Goddard Space Flight Center, *Black Marble Product Description*. <https://viirsland.gsfc.nasa.gov/Products/NASA/BlackMarble.html>
7. NASA, *Black Marble User Guide, Collection 2.0*, 2024, sections on temporal gap-filling and product quality flags. https://viirsland.gsfc.nasa.gov/PDF/BlackMarbleUserGuide_Collection2.0.pdf
8. Tian Li et al., *Satellite Imagery Reveals Increasing Volatility in Human Night-time Activity*, *Nature* 652 (2026), 379–386. <https://doi.org/10.1038/s41586-026-10260-w>
9. Salvador Bará and José J. Castro-Torres, *Diverging Evolution of Light Pollution Indicators*, author manuscript, 2024. <https://arxiv.org/abs/2409.13111>
10. General Authority for Statistics, *GDP: Flash Estimate Q2/2026*, published 30 July 2026. <https://www.stats.gov.sa/en/search-publication?category=publication&delta=4&q=الناتج+المحلي+الإجمالي>
11. *Synthetic Vintage-Aware Backtest*, version 1.0. See [analysis/reproduce.py](#), [data/backtest_metrics.csv](#) and independent companion.
12. European Space Agency, *Sentinel-1 Mission*. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1

Сведения о подготовке: эта исследовательская статья подготовлена по опубликованным источникам и документированному синтетическому анализу. Она не содержит утверждений о прямом спутниковом измерении роста саудовской экономики или закрытых данных какой-либо организации и не проходила независимое научное рецензирование.