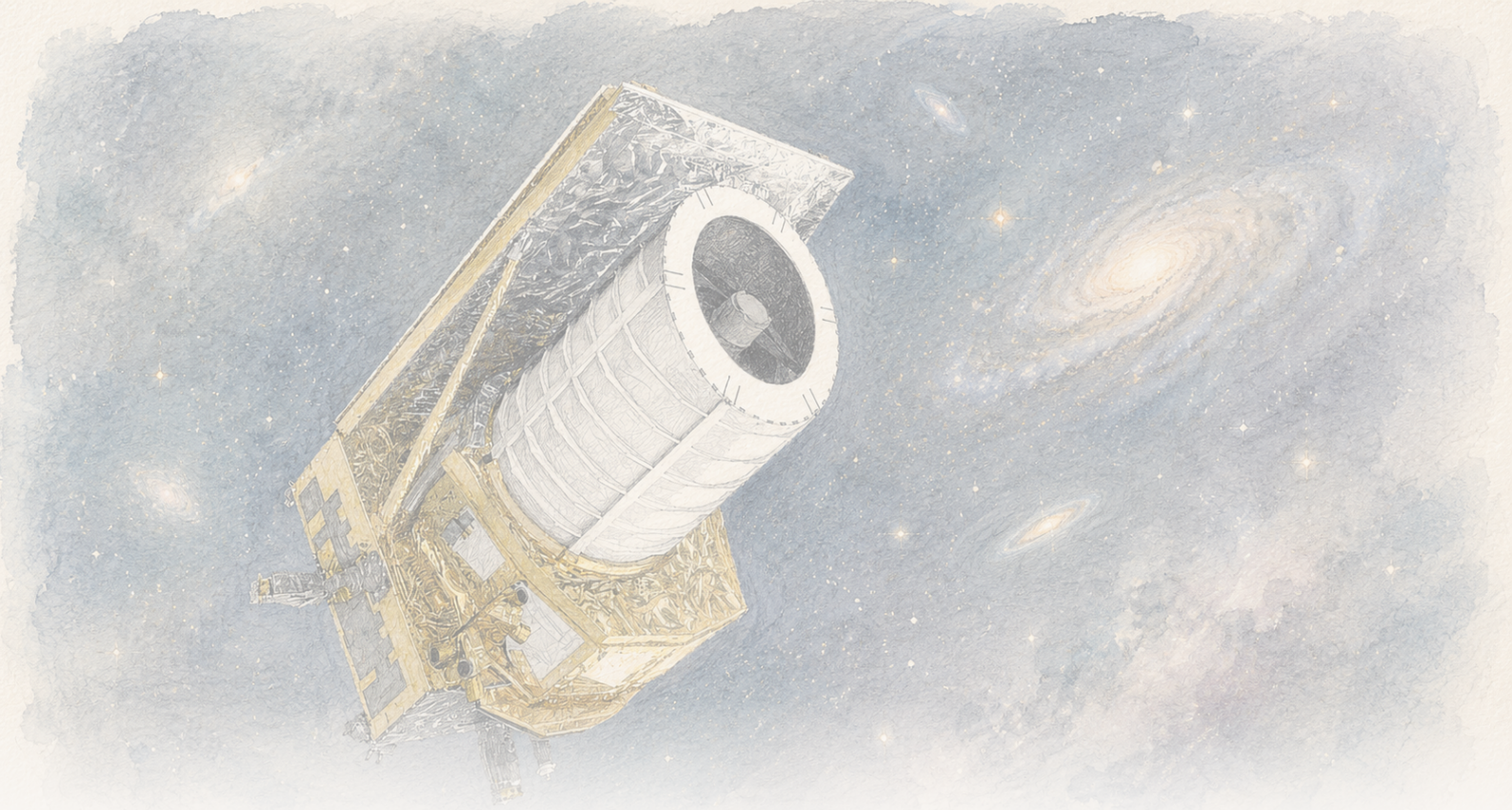


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

# Euclid нашёл 31 новый квазар ранней Вселенной — и более чем вдвое увеличил известную выборку на красном смещении 7

*За первые примерно полтора года широкого обзора Euclid коллаборация открыла 31 новый квазар с красным смещением 6,6–7,8, двенадцать из них — на 7 или выше, более чем вдвое увеличив известную там популяцию. Один объект на z≈7,77 стал самым далёким известным квазаром, но более важный результат — не небольшой рекорд расстояния, а способность Euclid массово находить редкие и сравнительно слабые квазары, необходимые для статистики роста первых сверхмассивных чёрных дыр и реионизации. Это ранний результат: спектроскопическое подтверждение и полный анализ популяции ещё продолжаются.*

---

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

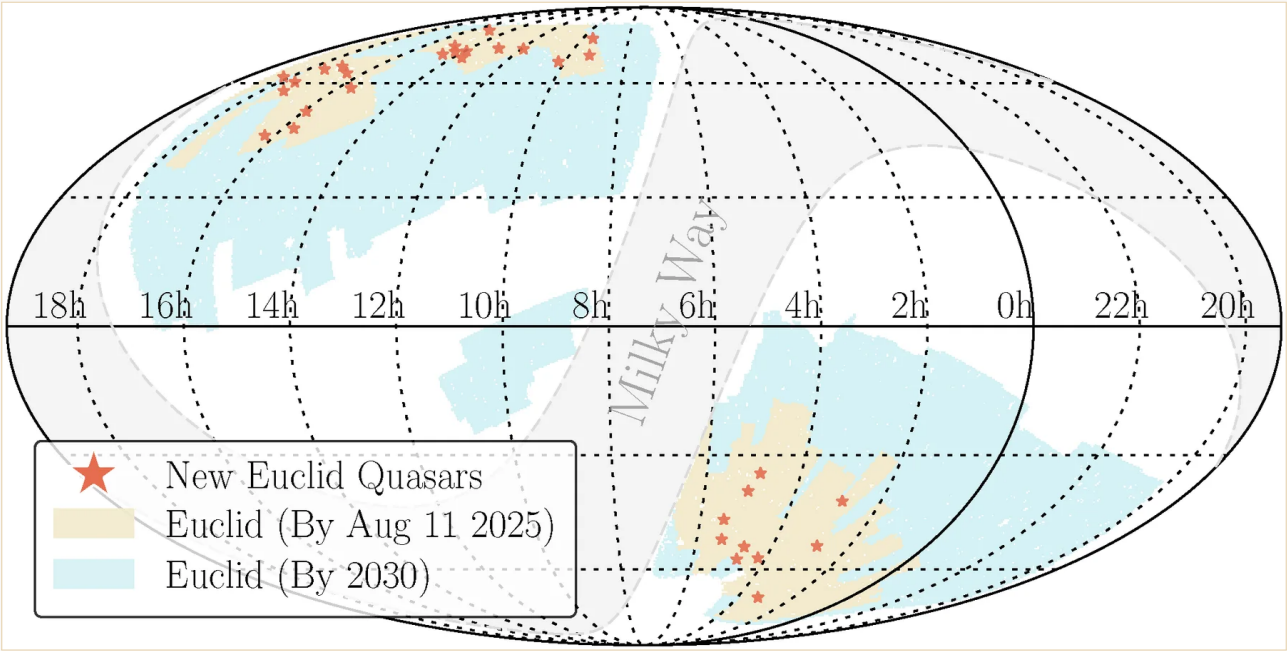
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

# Обзор, созданный для поиска редких объектов, только что нашёл целую их партию

Квазар — это сверхмассивная чёрная дыра, которую мы видим в момент активного поглощения вещества: падающий в неё газ светится настолько ярко, что может превосходить по светимости всю родительскую галактику. Поскольку квазары относятся к самым ярким стабильным источникам во Вселенной, они работают как маяки: найдите достаточно далёкий квазар — и его свет станет лампой, поставленной за миллиардами лет межгалактического пространства.

Самые далёкие квазары — те, чей свет отправился к нам, когда Вселенной было меньше миллиарда лет, — одновременно и самые редкие. До начала основного обзора космического телескопа Euclid выше красного смещения 7 было подтверждено лишь около девяти таких объектов; этот список медленно рос с первого открытия в 2011 году.

В новой статье в *Astronomy & Astrophysics* коллаборация Euclid сообщает о 31 новом квазаре с красным смещением от 6,6 до 7,8, найденном всего за первые полтора года обзора. Двенадцать из них имеют красное смещение 7 или больше. Один только этот ранний этап более чем вдвое увеличил известную популяцию на таких красных смещениях. Это история о силе обзорного наблюдения — и важно точно понимать, что она означает, а чего нет.




Область Euclid Wide Survey, уже покрытая наблюдениями (бежевая), на фоне полной площади, запланированной к 2030 году (голубая); 31 вновь открытый квазар с большим красным смещением отмечен красным. Они происходят лишь из первой части обзора, который в итоге должен охватить примерно 14 000 квадратных градусов — сила большого обзора в одном изображении.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

До Euclid выше красного смещения 7 было известно около девяти квазаров (2011–2024). Один ранний этап обзора добавил ещё двенадцать — конкретное воплощение «удвоения» на всё ещё небольшой выборке.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

## Почему настолько далёкие квазары стоят усилий

Красное смещение показывает, насколько расширение Вселенной растянуло свет источника по дороге к нам; большее красное смещение означает более старый свет и более раннюю Вселенную. При красном смещении 7 мы смотрим назад во время менее чем через миллиард лет после Большого взрыва, к заключительной части эпохи реионизации, когда первые яркие объекты рассеивали туман нейтрального водорода, заполнявший ранний космос.

> **Что такое красное смещение и почему оно одновременно работает как расстояние и часы**
>
> Если термин вам незнаком: *красное смещение* показывает, насколько свет источника к моменту прихода к нам был растянут к более длинным, «красным» длинам волн. Одно число так полезно по двум причинам. Во-первых, свет движется с постоянной скоростью, поэтому всё далёкое мы одновременно видим в далёком прошлом — смотреть глубоко в космос означает смотреть назад во

> времени. Во-вторых, Вселенная расширялась на протяжении всего путешествия света, поэтому чем дольше путь, тем сильнее он растянулся. Следовательно, большее красное смещение означает свет, отправившийся раньше и издалека, когда космос был моложе. Красное смещение 7 здесь соответствует свету из времени, когда после Большого взрыва прошло меньше миллиарда лет — значительно меньше десятой части нынешнего возраста Вселенной.

Квазары этой эпохи полезны по двум разным причинам. Во-первых, каждый уже содержит чёрную дыру массой от сотен миллионов до миллиардов Солнц. Вырастить что-то настолько массивное так рано непросто: при обычных ограничениях на темп аккреции чёрной дыры только достаточно массивные начальные «семена» успевают достичь таких масс за доступные несколько сотен миллионов лет. Поэтому само наличие и численность этих объектов ограничивают сценарии формирования и роста первых сверхмассивных чёрных дыр. Во-вторых, свет квазара, проходя через окружающую межгалактическую среду, несёт отпечаток того, насколько нейтральным был газ, поэтому каждый квазар служит зондом самой реионизации.

Проблема в том, что они чрезвычайно редки и трудны для поиска. На таких красных смещениях сильнейший признак квазара — лайман-альфа-разрыв — смещается из оптического диапазона в ближний инфракрасный. Чтобы их найти, нужны глубокие наблюдения в ближнем ИК на большой площади неба: до нужной яркости получается примерно один квазар на сто квадратных градусов. Именно сочетание «глубоко и широко в ближнем инфракрасном» с Земли было чрезвычайно сложным. Euclid создан, чтобы закрыть этот пробел.

## Что на самом деле сделал Euclid

Euclid — космический телескоп с зеркалом 1,2 метра, проводящий шестилетний обзор примерно 14 000 квадратных градусов неба в оптическом и ближнем инфракрасном свете. Работа над атмосферой позволяет на широком поле достигать глубины, которую наземные ИК-обзоры повторить не могут. В этой статье использованы данные примерно первых полутора лет обзора — около 3 000 квадратных градусов, наблюдавшихся между февралем 2024-го и августом 2025 года.

Космический аппарат Euclid в чистой комнате перед запуском. 1,2-метровый телескоп смотрит на небо через верхнюю часть белого цилиндра; над атмосферой его широкоугольная камера ближнего инфракрасного диапазона достигает большой глубины на широкой площади, недоступной наземным поискам.

ESA / NASA Science fair-use

Найти 31 иглу в этом стоге сена было не просто вопросом внимательного просмотра. Команда создала специальную фотометрию и применила к ней несколько машинно-обучающих и вероятностных классификаторов — модель плотности с extreme deconvolution, классификатор с градиентным бустингом и подгонку по шаблонам. Для каждого слабого точечного источника они оценивали вероятность того, что это квазар с большим красным смещением, а не один из гораздо более многочисленных загрязнителей выборки, прежде всего холодных коричневых карликов, цвета которых имитируют далёкий квазар. Кандидатов перекрёстно проверяли разными методами, просматривали вручную и определяли приоритеты для последующих наблюдений. Изображения самого Euclid отбирают кандидатов; подтверждение дают спектры с крупных наземных телескопов — среди них Magellan и Large Binocular Telescope, — которые раскладывают свет достаточно тонко, чтобы увидеть характерный разрыв и эмиссионные линии.

Этот этап подтверждения честно остаётся незавершённой работой. Спектроскопические наблюдения продолжаются и, по словам самой статьи, ещё не достигли полной комплектности, особенно в южной части неба. Для кандидатов, которые наблюдали, но которые не вошли в 31 подтверждённый квазар, авторы прямо описывают результат:

многие оказались загрязнителями выборки (значительная часть, вероятно, коричневые карлики), некоторые дали неоднозначный результат, у некоторых сигнал обнаружить не удалось. Пакет подтверждённых квазаров — это заголовок; полный учёт того, что именно отбор находит и пропускает, отложен до следующих статей.

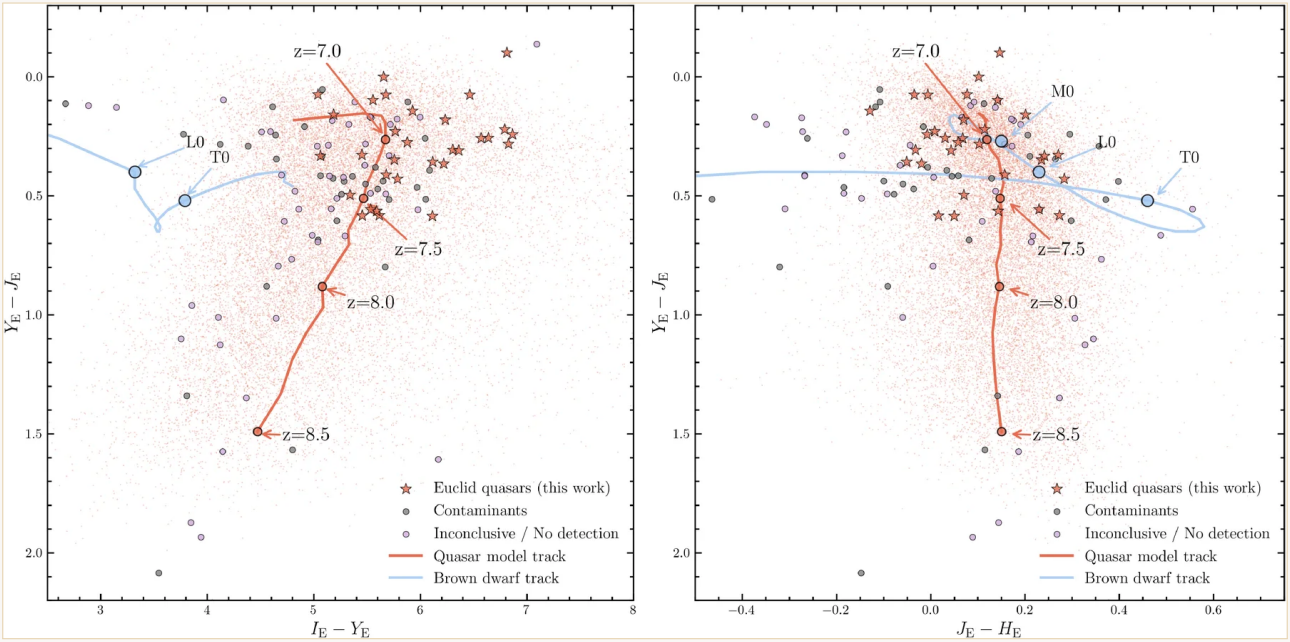



Диаграмма «цвет–цвет»: как Euclid отличает далёкий квазар от близкого коричневого карлика. Каждая ось показывает разницу яркости объекта в двух фильтрах Euclid, то есть характеризует цвет его света, а не абсолютную яркость. Красная кривая показывает ожидаемое положение квазаров с большим красным смещением (метки соответствуют красному смещению 7,0–8,5); светло-голубая — холодных коричневых карликов, главных «самозванцев», с типами от M0 до T0. 31 новый квазар (красные звёзды) лежит вдоль квазарного трека; подтверждённые загрязнители (серые) и неоднозначные или необнаруженные кандидаты (фиолетовые) отходят от него. Там, где два трека проходят близко, одного цвета недостаточно — поэтому каждый квазар всё равно требует спектроскопического подтверждения.

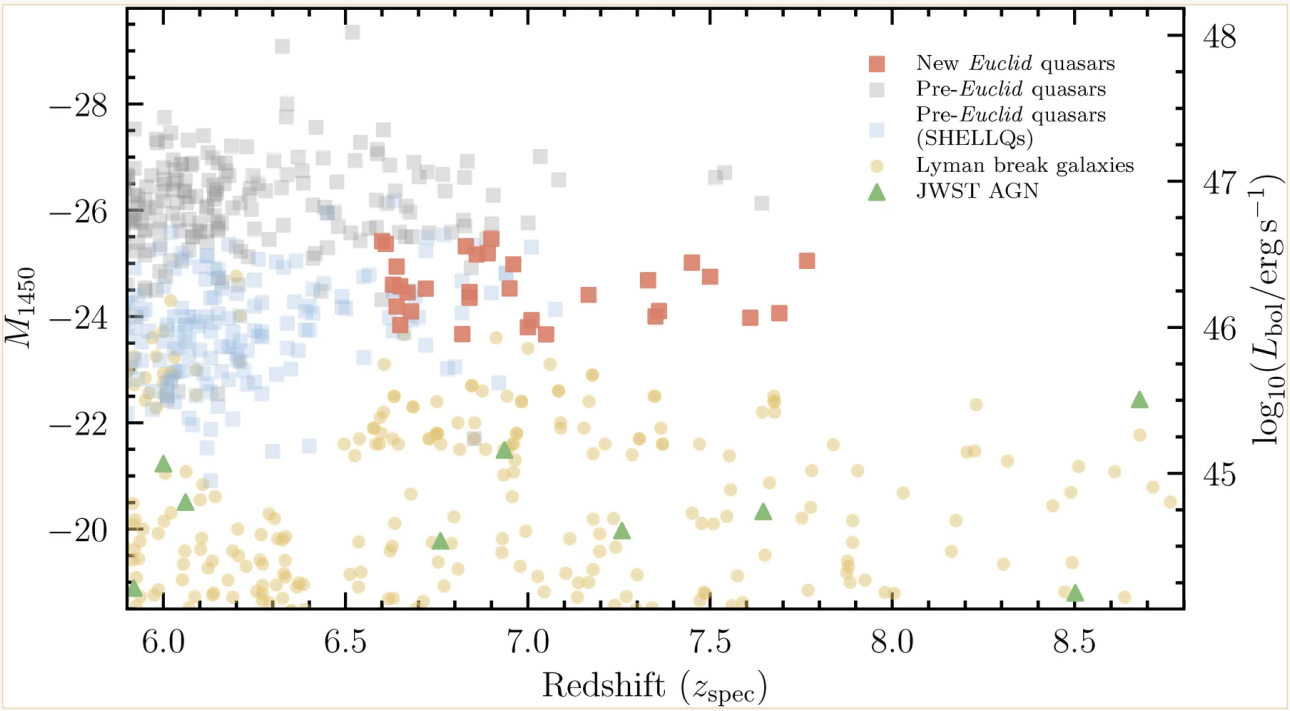
D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

## Рекорд — в правильном масштабе

Один из 31 объекта, EUCL J1729+6410, имеет красное смещение около 7,77 и теперь является самым далёким известным квазаром. Это настоящий рекорд, но стоит прямо сказать, насколько велик этот шаг. За два десятилетия целенаправленных поисков границу сдвинули примерно до красного смещения 7,5, а непосредственный предыдущий рекордсмен имел около 7,64. Переход к 7,77 — реальный, но постепенный прогресс: статья оценивает прирост примерно в 0,13 красного смещения, то есть около пятнадцати миллионов лет космического времени. Толчок, а не прыжок.

Важнее другое число: удвоение выборки выше красного смещения 7 за один ранний этап. Рекордсмен — один объект, то есть одна точка данных. Удвоенная и продолжающая

расти популяция уже даёт статистику: можно оценивать, насколько распространены были эти чёрные дыры, насколько ярки и насколько кластеризованы. А именно статистика лежит в основе науки о ранней Вселенной. Большинство новых квазаров также сравнительно тусклые — на одну-две звёздные величины слабее ярких квазаров, найденных до Euclid. До такого слабого края труднее добраться, но для исследования реионизации он ценнее: слабые квазары создают вокруг себя меньшие ионизованные пузыри, поэтому их свет проходит через большую долю газа, всё ещё остающегося нейтральным.




Где расположены новые квазары: яркость против космического расстояния. Горизонтальная ось — красное смещение: чем правее, тем более ранний момент космической истории. Вертикальная ось — собственная ультрафиолетовая яркость каждого квазара, обозначенная на графике как M1450; по старой астрономической конвенции звёздных величин шкала идёт «наоборот», поэтому выше означает ярче (правая шкала выражает то же самое как полную, или *болометрическую*, светимость). В таком прочтении график — это перепись населения. Яркие ранее известные квазары (серые) скапливаются при более низких красных смещениях; более глубокий обзор SHELLQs (светло-голубой) находил более слабые объекты, но не намного дальше в прошлое. 31 новый квазар Euclid (красные) продлевает эту яркую популяцию до самых высоких красных смещений — крайний справа является рекордсменом на 7,77 — и одновременно лежит примерно на одну-две звёздные величины ниже классических ярких квазаров. Ещё ниже — территория, куда добираются только глубокие узкие обзоры: море галактик с лаймановским разрывом (жёлтые) и несколько очень слабых аккрецирующих чёрных дыр, выделенных JWST (зелёные треугольники). Вклад Euclid виден как отдельная группа — сравнительно яркие квазары, очень ранние, найденные на широкой площади, — соединяющая старую яркую выборку со слабой популяцией, до которой пока добираются лишь инструменты с узкими целевыми наблюдениями.

D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

## Что всё ещё неизвестно

У этого результата есть три оговорки, и каждая прямо отмечена в самой статье.

Во-первых, это ранний результат, а не окончательное измерение. Авторы сознательно откладывают полный статистический анализ функции отбора и популяции квазаров до будущих публикаций. Ограничения на функцию светимости здесь — первый взгляд, а не последнее слово.

Во-вторых, не каждый слабый «квазар» гарантированно им является. На слабом краю некоторые объекты, идентифицированные как квазары, могут оказаться компактными ранними галактиками, особенно если у них нет сильно расширенной линии Лайман-альфа. Команда провела предварительную проверку и показала, что объекты согласуются с точечными источниками, а не протяжёнными галактиками, но сама называет этот тест предварительным. Истинную природу самых слабых объектов установит глубокая спектроскопия ближнего инфракрасного диапазона на JWST и подобных установках.

В-третьих, сами объекты слабы и близки к пределу того, что можно подробно характеризовать наземной спектроскопией. Чтобы определить массы их чёрных дыр, окружение и место в истории реионизации, понадобятся JWST, ALMA и NOEMA. Euclid очень хорошо находит эти объекты, но в значительной степени передаёт их другим инструментам для детального изучения.

## Почему это важно

Ценность этой работы — демографическая. В течение десятилетия для первого миллиарда лет Вселенной у астрономов была лишь горстка квазаров, на основе которых можно было рассуждать. Euclid в одной ранней части обзора добавил достаточно объектов, чтобы превратить список в выборку, и, согласно прогнозам до запуска, должен продолжить её наращивать.

Это важно, потому что открытые вопросы здесь — вопросы о популяции. Как чёрные дыры так быстро стали настолько массивными? Насколько неоднородным и насколько нейтральным был межгалактический газ в разные моменты? На это не ответит ни один эффектный объект; нужны подсчёт, сравнение и картографирование многих. Euclid продемонстрировал способность строить такую перепись — в том числе на слабом краю, который соединяется с загадочной популяцией аккрецирующих чёрных дыр, найденных JWST в ту же эпоху. Эта статья не решает вопрос о происхождении первых чёрных дыр и сама по себе не измеряет реионизацию. Она массово поставляет исходный материал, необходимый для таких измерений, и устанавливает чёткий фронтир для кампаний последующих наблюдений, которые уже идут.

# Краткий итог

Использовав первые примерно 3 000 квадратных градусов Euclid Wide Survey, коллаборация Euclid открыла 31 новый квазар с красным смещением от 6,6 до 7,8; двенадцать из них имеют 7 или больше — это более чем удвоило известную там популяцию, — а один объект с красным смещением 7,77 теперь является самым далёким известным квазаром. Главная важность не в постепенном сдвиге рекорда красного смещения, а в продемонстрированной способности обзора массово находить эти редкие, преимущественно слабые объекты. Результаты представляют собой раннюю публикацию данных: полный статистический анализ, значительная часть спектроскопических подтверждений и детальная характеристика отдельных объектов ещё впереди.

# Проверка без прикрас

**Что показывает статья:** Что Euclid Wide Survey за первые ~1,5 года на ~3 000 квадратных градусах способен находить квазары с большим красным смещением в количестве, недоступном предыдущим обзорам: 31 подтверждённый квазар между 6,6 и 7,8, двенадцать с красным смещением 7 или больше, приблизительное удвоение известного числа там и самый далёкий объект на ~7,77.

**Что правдоподобно, но не главное:** Сам рекорд красного смещения. Он настоящий, но сдвигает границу лишь примерно на 0,13 — от предыдущего рекорда около 7,64 до 7,77, то есть примерно на пятнадцать миллионов лет космического времени. Заголовок, который дольше останется важным, — удвоенная, растущая и необычно слабая выборка, а не один рекордсмен.

**Чего она не показывает:** Как сформировались первые сверхмассивные чёрные дыры или измерение реионизации. Эти квазары — инструменты для таких вопросов, а не ответы. И это ещё не окончательная перепись популяции: полный статистический анализ прямо отложен до следующих статей.

**Главные ограничения для широкого читателя:** Спектроскопические наблюдения ещё неполны, особенно на юге; результаты по функции светимости предварительны; некоторые из самых слабых объектов, названных квазарами, могут оказаться ранними галактиками, пока спектроскопия уровня JWST не подтвердит их природу.

**Какой уверенности заслуживает вывод для широкого читателя?** Высокой в том, что Euclid изменил границы того, что можно находить на таких красных смещениях, и высокой в отношении рецензированных подтверждений более ярких объектов. Более низкой — по формулировке самих авторов — относительно точных чисел для слабого края популяции и природы самых слабых кандидатов. Это первые результаты, а не окончательно установленная картина.

# Источники

D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics 711, A104 (2026), DOI 10.1051/0004-6361/202658883
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202658883