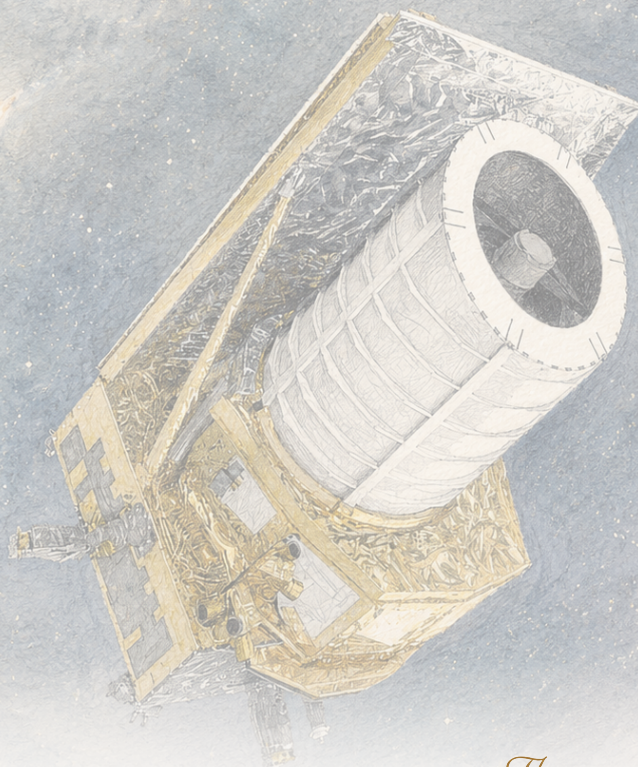




The CLEAN PAPER

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

Euclid повече от удвои малката извадка от квазари отвъд червено отместване 7

През първата година и половина от Euclid Wide Survey търсене в приблизително 3000 квадратни градуса откри 31 нови квазара между червено отместване 6,6 и 7,8. Дванадесет от тях са при червено отместване 7 или повече, с което малкият брой известни там преди Euclid се увеличава повече от два пъти, а обект при червено отместване 7,77 вече е най-далечният известен квазар. Истинският напредък не е този единичен рекорд, който само леко измества граница, стояла около червено отместване 7,5 с години: той е в способността на обзора да намира масово тези редки, предимно слаби обекти, което ги прави полезни сонди на младата Вселена. Това е първоначален резултат; пълният статистически анализ и голяма част от спектроскопското потвърждение тепърва предстоят.

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

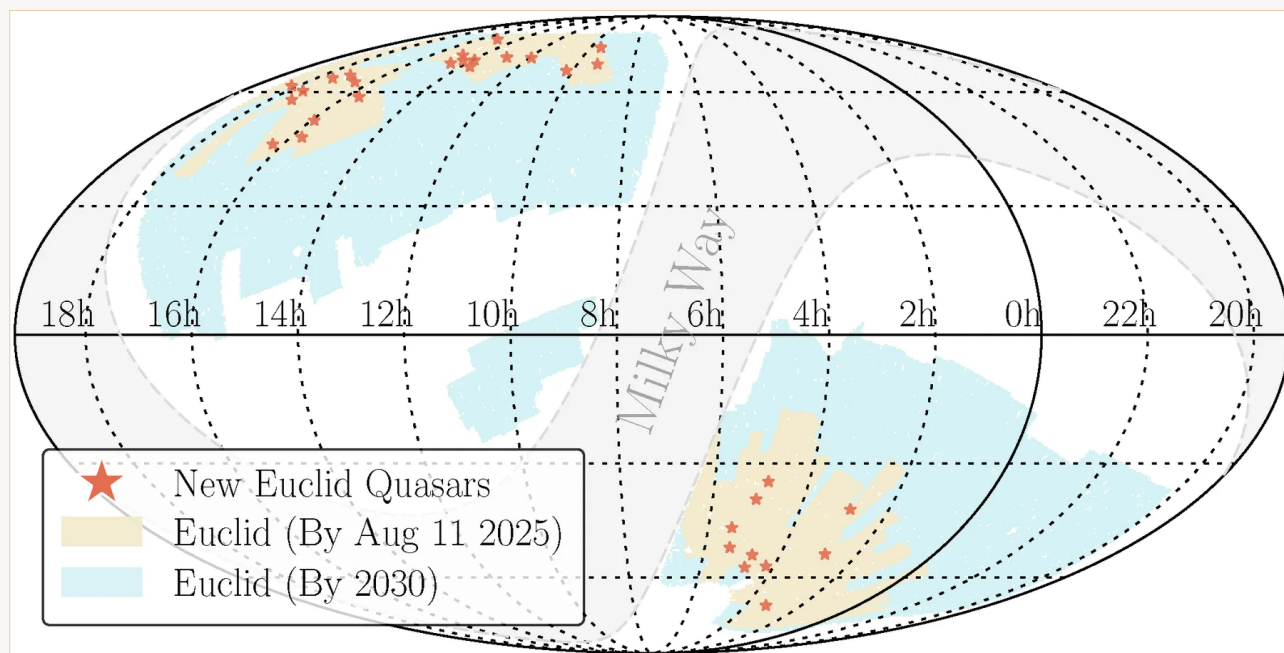
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at $6.6 < z < 7.8$* , D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), *Astronomy & Astrophysics* · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Обзор, създаден за редки обекти, току-що намери цяла група от тях

Квазар е свръхмасивна черна дупка, уловена в процес на хранене — толкова ярка, докато поглъща газ, че може да засенчи цялата галактика, в която се намира. Тъй като са сред най-светлите устойчиви източници във Вселената, квазарите служат като маяци: намерете достатъчно далечен и светлината му се превръща в лампа, поставена зад милиарди години междинно пространство.

Най-далечните квазари — тези, чиято светлина е тръгнала, когато Вселената е била на по-малко от милиард години — са и най-редките. Преди космическият телескоп Euclid да започне основния си обзор, отвъд червено отместване 7 бяха потвърдени едва около девет — брой, натрупван бавно от първото подобно откритие през 2011 г.

В нова статия в *Astronomy & Astrophysics* Euclid Collaboration съобщава за 31 нови квазара между червено отместване 6,6 и 7,8, намерени само през първата година и половина от обзора. Дванадесет са при червено отместване 7 или повече. Само този първи набор повече от удвоява известната популация при тези червени отмествания. Това е история за силата на обзора и си струва да сме точни какво означава — и какво не означава — това.



Покритата досега зона на Euclid Wide Survey (бежово) спрямо целия обхват, планиран до 2030 г. (циан), с 31-те новооткрити квазара с високо червено отместване, отбелязани в червено. Те идват само от първата част на обзор, проектиран в крайна сметка да картографира около 14 000 квадратни градуса — историята за силата на обзора в една картина.

Euclid made the small $z \geq 7$ sample visibly larger

The point is not 'the first quasars'; it is a sparse high-redshift census getting less sparse.



Boundary: a bigger census of rare high-redshift quasars, not a claim about the first objects in the Universe.

Преди Euclid бяха известни около девет квазара отвъд червено отместване 7 (2011–2024). Само този ранен обзор добави още дванадесет — „удвояването“ в конкретни числа, върху все още малка извадка.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Защо толкова далечните квазари си струват усилията

Червеното отместване измерва колко разширението на Вселената е разтегнало светлината на даден източник по пътя ѝ към нас; по-високо червено отместване означава по-стара светлина и по-ранна Вселена. При червено отместване 7 гледаме назад към по-малко от милиард години след Големия взрив, към края на епохата на реионизацията, когато първите ярки обекти са разсейвали мъглата от неутрален водород, изпълвала ранното пространство.

Какво е червено отместване и защо е едновременно мярка за разстояние и часовник

Ако терминът е нов за вас: *червено отместване* е мярка за това колко светлината на един източник е била разтеглена към по-дълги, по-червени дължини на вълната, докато стигне до нас. Две неща правят това единствено число толкова полезно. Първо, светлината се движи с постоянна скорост, затова всичко далечно се вижда и такова, каквото е било отдавна — да гледаме дълбоко в космоса означава да гледаме назад във времето. Второ, тъй като Вселената се е разширявала през цялото пътуване на светлината, колкото по-дълго е

това пътуване, толкова повече светлината се разтяга. Следователно по-голямото червено отместване означава светлина, тръгнала по-рано, от по-далеч, когато космосът е бил по-млад. Червено отместване 7 тук означава светлина от по-малко от милиард години след Големия взрив — доста под една десета от сегашната възраст на Вселената.

Квазарите от тази епоха са полезни по две отделни причини. Първо, всеки от тях вече съдържа черна дупка със стотици милиони до милиарди слънчеви маси. Да се изгради нещо толкова тежко толкова рано е трудно: при обичайните ограничения върху скоростта, с която черна дупка може да поглъща материя, само сравнително масивни начални „семена“ имат достатъчно време да достигнат такива маси за наличните няколкостотин милиона години. Затова самото съществуване и броят на тези обекти ограничават възможните сценарии за образуването и растежа на първите свръхмасивни черни дупки. Второ, светлината на квазара, преминавайки през околната междугалактична среда, носи отпечатък от това колко неутрален е бил газът, което прави всеки квазар сонда на самата реионизация.

Проблемът е, че те са изключително редки и трудни за откриване. При тези червени отмествания най-силната особеност на квазара, прекъсването при Lyman-alpha, е изместена от оптичния към близкия инфрачервен диапазон, затова за намирането им е необходимо дълбоко близоинфрачервено заснемане на голяма площ — приблизително по един квазар на сто квадратни градуса до съответната яркост. Да се наблюдава едновременно дълбоко и широко в близкия инфрачервен диапазон от Земята е точно комбинацията, която досега беше непосилно трудна. Именно тази празнина е създаден да запълни Euclid.

Какво всъщност направи Euclid

Euclid е 1,2-метров космически телескоп, който изпълнява шестгодишен обзор, предназначен да картографира около 14 000 квадратни градуса небе както в оптична, така и в близоинфрачервена светлина. Над атмосферата той може да достига дълбочина в широко поле, която наземните близоинфрачервени обзори не могат да съчетаят. Тази статия използва данните, събрани през приблизително първата година и половина от обзора — около 3000 квадратни градуса, наблюдавани между февруари 2024 и август 2025 г.



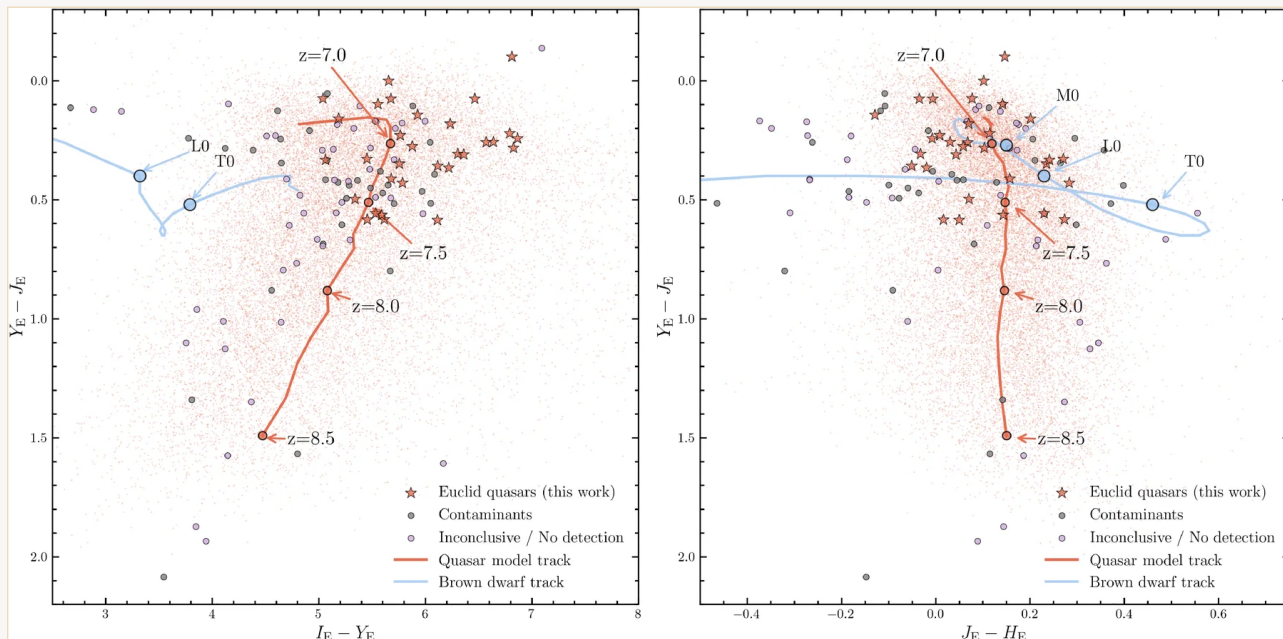
Космическият апарат Euclid в чистото помещение преди изстрелване. 1,2-метровият телескоп гледа към небето през горната част на белия цилиндър; над атмосферата неговата широкоъгълна близоинфрачервена камера достига дълбочина върху голяма площ, която наземните търсения не могат да съчетаят.

ESA / NASA Science fair-use

Намирането на 31 игли в тази купа сено не е било просто въпрос на гледане. Екипът е изградил собствена фотометрия и е приложил върху нея няколко машиннообучителни и вероятностни класификатора — модел на плътността с *extreme deconvolution*, *gradient-boosted* класификатор и *fits* с шаблони — за да оцени за всеки слаб точков източник вероятността да е квазар с високо червено отместване, а не един от далеч по-многобройните замърсители, главно студени кафяви джуджета, чиито цветове имитират далечен квазар. Кандидатите са проверявани между различните методи, инспектирани на око и приоритизирани за последващи наблюдения. Собствените изображения на Euclid подбират кандидатите; потвържденията идват от спектри, получени с големи наземни телескопи — сред тях Magellan и Large Binocular Telescope — които разлагат светлината достатъчно фино, за да се видят характерното прекъсване и емисионните линии.

Този етап на потвърждение честно остава незавършен. Спектроскопското проследяване продължава и, по думите на самата статия, още не е достигнало пълна завършеност, особено в южното небе. За кандидатите, които са били проследени, но не са станали част от 31-те потвърдени квазара, статията дава ясна сметка: много са били замърсители (голяма част вероятно кафяви джуджета), някои са останали неубедителни, а при други

не е бил засечен сигнал. Пакетът от потвърдени квазари е заглавието; пълната сметка за това какво улавя и какво пропуска селекцията е оставена за бъдещи статии.



Диаграма цвят-цвят: как Euclid различава далечен квазар от близко кафяво джудже. Всяка ос показва разликата между яркостта на обекта в два филтъра на Euclid и така улавя цвета на светлината, а не просто колко е ярък обектът. Червената крива показва къде се очаква да лежат квазарите с високо червено отместване (етикетите отбелязват червено отместване от 7,0 до 8,5); светлосинята крива проследява студените кафяви джуджета — основните имитатори — означени по тип от M0 до T0. 31-те нови квазара (червени звезди) се подреждат по квазарната пътека; потвърдените замърсители (сиво) и неубедителните или незасечени кандидати (виолетово) се отдалечават от нея. Там, където двете пътеки минават близо една до друга, само цветът не може да реши — затова всеки квазар все още се нуждае от спектроскопско потвърждение.

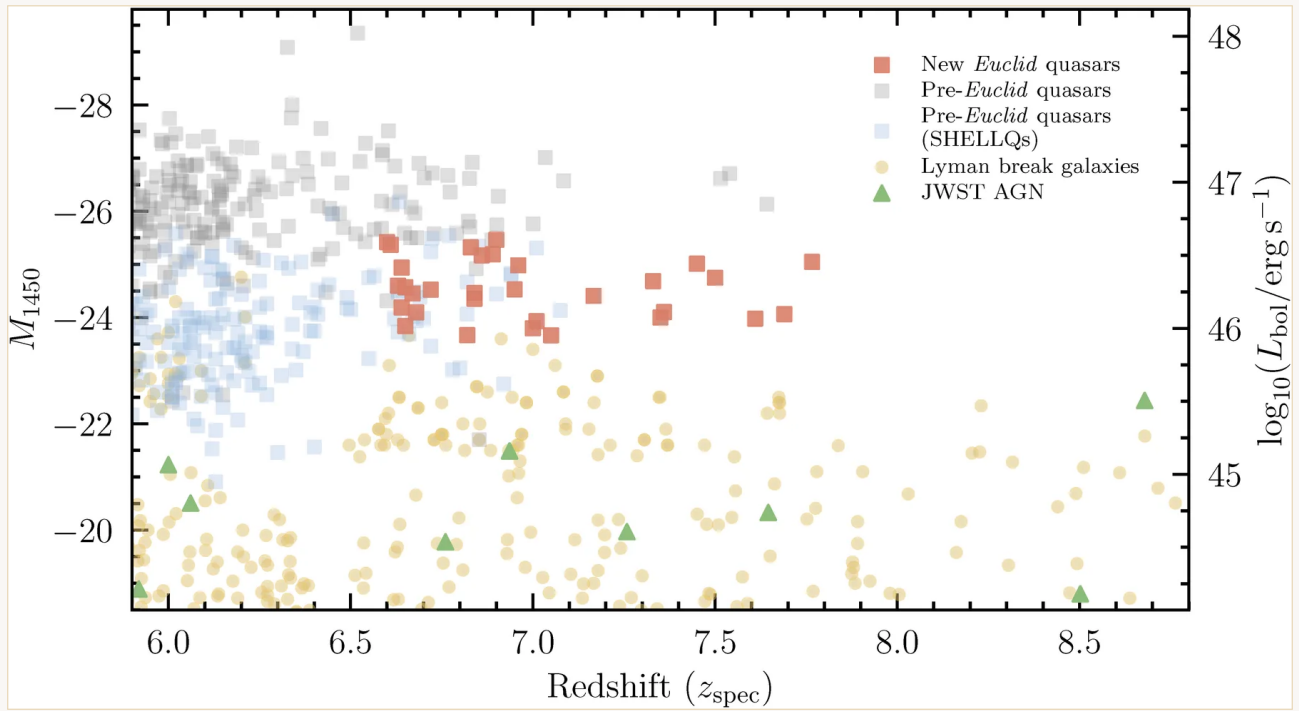
D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Рекордът, поставен в правилна перспектива

Един от 31-те, каталогизиран като EUCL J1729+6410, е при червено отместване около 7,77 и вече е най-далечният известен квазар. Това е реален рекорд и е полезно да кажем ясно колко голяма е стъпката. За две десетилетия целенасочени търсения границата беше изтласкана до около червено отместване 7,5, а непосредственият предишен рекордър беше около 7,64. Преместването ѝ до 7,77 е истински напредък, но постепенен — статията оценява разликата на около 0,13 в червено отместване, приблизително петнадесет милиона години космическо време. Леко побутване, не скок.

По-важното число е другото: удвояването на извадката над червено отместване 7 в един ранен обзор. Рекордърът е един обект, а един обект е една точка от данни.

Удвоена и растяща популация позволява статистика — да се измери колко чести са били тези черни дупки, колко ярки и колко групирани — а именно в статистиката живее науката за ранната Вселена. Повечето нови квазари също са сравнително слаби — с една до две звездни величини по-слаби от ярките квазари, откривани преди *Euclid*. До този слаб край се достига по-трудно и за изследвания на реионизацията той е по-ценен: по-слабите квазари издълбават по-малки йонизирани мехури около себе си, така че светлината им пробва повече от все още неутралния газ.



Къде попадат новите квазари: яркост спрямо космическо разстояние. Хоризонталната ос е червеното отместване — по-надясно означава по-рано в космическата история. Вертикалната ос е вътрешната ултравиолетова яркост на всеки квазар, означена на графиката като M_{1450} ; по старата конвенция за астрономическите звездни величини скалата е обърната, така че по-нагоре означава по-ярко (дясната скала изразява същото като обща, или *болометрична*, светимост). Така графиката е преброяване. Ярките, вече известни квазари (сиво) се струпват при по-ниските червени отмествания; по-дълбокият обзор SHELLQs (светлосиньо) е достигнал до по-слаби обекти, но не много по-назад във времето. 31-те нови квазара на *Euclid* (червено) разширяват тази ярка популация до най-високите червени отмествания — най-десният е рекордьорът при 7,77 — като същевременно са с около една до две звездни величини по-слаби от класическите ярки квазари. Под тях е територията, достижима само за дълбоки, тесни обзори: море от галактики с Lyman-break (жълто) и шепата много слаби акрециращи черни дупки, които JWST е открил (зелени триъгълници). Приносът на *Euclid* се вижда като отделна група — сравнително ярки квазари, много рано, върху широка площ — която свързва старата ярка извадка със слабата популация, която засега е достъпна само за по-насочени инструменти.

Какво все още е несигурно

Три уговорки вървят с този резултат и самата статия посочва всяка от тях.

Първо, това е първоначален резултат, не окончателно измерване. Авторите изрично оставят пълния статистически анализ на селекционната функция и квазарната популация за бъдещи публикации. Ограниченията върху функцията на светимостта тук са първи поглед, не последната дума.

Второ, не всеки слаб „квазар“ е гарантирано квазар. В слабия край някои обекти, идентифицирани като квазари, може вместо това да са компактни ранни галактики, особено ако нямат силно разширена линия Lyman-alpha. Екипът прави предварителна проверка, според която обектите са съвместими с точкови източници, а не с разтегнати галактики, но сам я нарича предварителна: дълбоката близоинфрачервена спектроскопия с JWST и подобни съоръжения ще установи истинската природа на най-слабите.

Трето, самите обекти са слаби и близо до границата на това, което наземната спектроскопия може да характеризира. Определянето на масите на черните им дупки, средата около тях и мястото им в историята на реионизацията ще изисква JWST, ALMA и NOEMA. Euclid е много добър в намирането на тези обекти; за подробното им изучаване до голяма степен ги предава на други инструменти.

Защо това има значение

Стойността на тази работа е демографска. В продължение на десетилетие първият милиард години от историята на Вселената даваше на астрономите едва шепа квазари, от които да правят изводи. Само в един ранен отрязък от своя обзор Euclid добави достатъчно, за да превърне това от списък в извадка — и според предизстрелните прогнози е на път да продължи.

Това има значение, защото отворените въпроси тук са въпроси за популации. Как черните дупки са станали толкова големи толкова бързо? Колко нееднороден и колко неутрален е бил междугалактичният газ в различни моменти? На тези въпроси не отговаря един зрелищен обект; отговорът идва от броене, сравняване и картографиране на много обекти. Това, което Euclid демонстрира, е способността да изгради такова преброяване — включително в слабия край, който се свързва с загадъчната популация от акрециращи черни дупки, която JWST открива в същата епоха. Тази статия не решава как са се образували първите черни дупки и сама по себе си не измерва реионизацията. Тя доставя в големи количества суровия материал, нужен за тези измервания, и поставя ясна граница за последващите наблюдателни кампании, които вече текат.

Накратко

Използвайки първите приблизително 3000 квадратни градуса от Euclid Wide Survey, Euclid Collaboration откри 31 нови квазара между червено отместване 6,6 и 7,8, дванадесет от тях при червено отместване 7 или повече — повече от удвоявайки известната популация там — включително обект при червено отместване 7,77, който вече е най-далечният известен квазар. Важното е демонстрираната способност на обзора да намира масово тези редки, предимно слаби обекти, а не постепенният рекорд по червено отместване. Резултатите са от първоначално публикуване на данни: пълният статистически анализ, голяма част от спектроскопското потвърждение и подробното характеризиране на отделните обекти тепърва предстоят.

Проверка без украса

Какво показва статията: Че Euclid Wide Survey, през първите си ~1,5 години върху ~3000 квадратни градуса, може да намира квазари с високо червено отместване в количества, които предишен обзор не е постигал — 31 потвърдени между червено отместване 6,6 и 7,8, дванадесет при 7 или повече, приблизително удвояващи известния брой там, като най-далечният е при червено отместване ~7,77.

Какво е правдоподобно, но не е същината: Самият рекорд по червено отместване. Той е реален, но измества границата само с около 0,13 — от предишен рекорд около 7,64 до 7,77, приблизително петнадесет милиона години космическо време. Заглавието, което ще остане важно, е за удвоената, растяща и необичайно слаба извадка, не за единичния рекордър.

Какво не показва: Как са се образували първите свръхмасивни черни дупки или измерване на реионизацията. Тези квазари са инструменти за тези въпроси, не отговорите. Нито пък това е окончателното преброяване на популацията — пълният статистически анализ е изрично оставен за бъдещи статии.

Основни ограничения за общия читател: Спектроскопското проследяване е непълно, особено на юг; резултатите за функцията на светимостта са предварителни; а някои от най-слабите обекти, означени като квазари, може да се окажат ранни галактики, докато спектроскопия от клас JWST не ги потвърди.

Колко доверие трябва да има общият читател? Високо, че Euclid е променил какво може да се намира при тези червени отмествания, и високо в рецензираните потвърждения на по-ярките обекти. По-ниско — според собствената рамка на авторите — в точните числа за слабия край на популацията и в природата на най-слабите кандидати: това са първи резултати, не окончателно установени факти.

Источници

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>