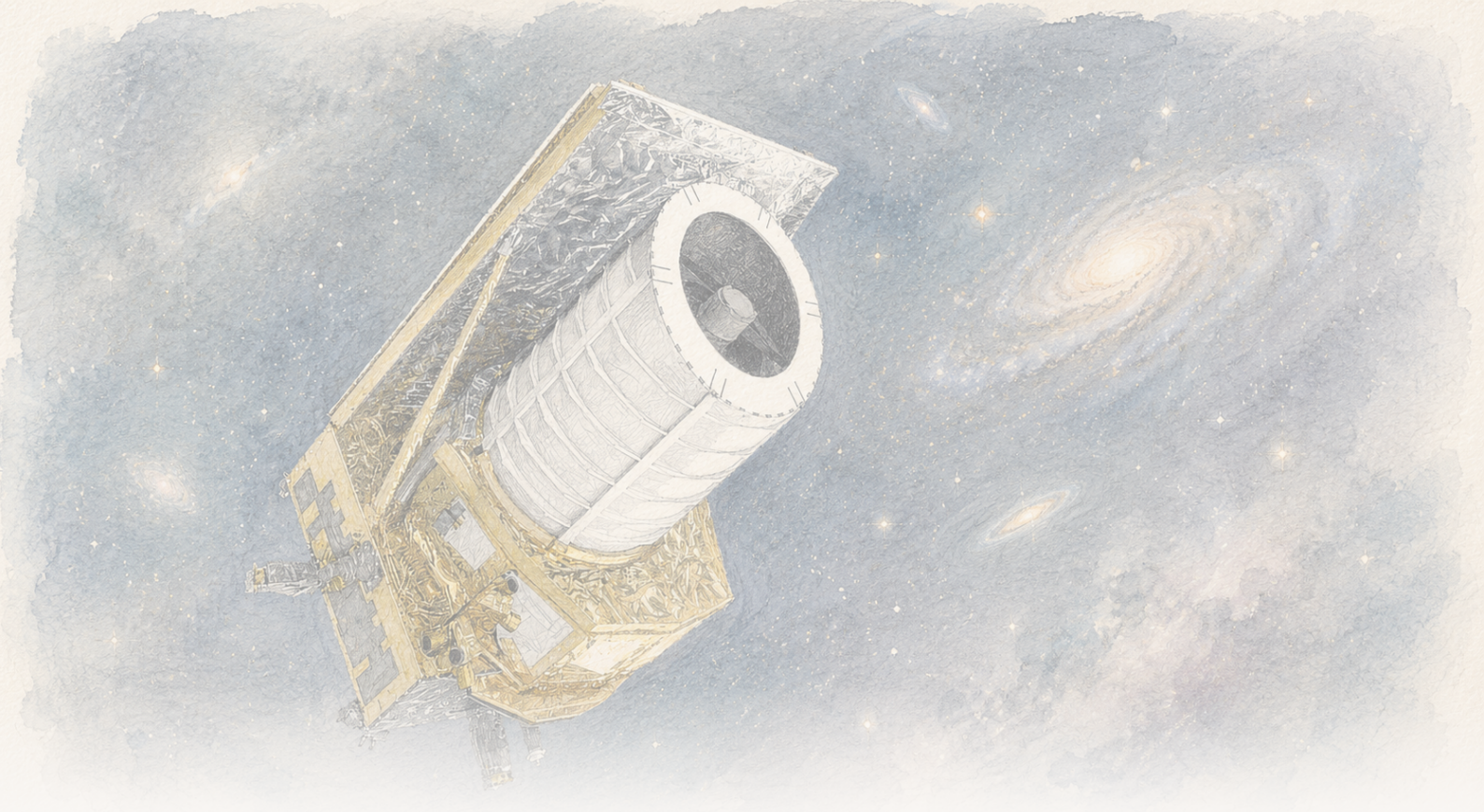


The Clean Paper

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

Euclid повеќе од двојно го зголеми малиот примерок квазари над redshift 7

Во првата година и половина од Euclid Wide Survey, пребарување на околу 3.000 квадратни степени откри 31 нов квазар меѓу redshift 6,6 и 7,8. Дванаесет се на redshift 7 или повисоко, повеќе од удвојувајќи го малиот број познат пред Euclid, а еден на redshift 7,77 сега е најоддалечениот познат квазар. Вистинскиот напредок не е единствениот рекорд, кој само малку ја поместува границата што со години била околу redshift 7,5: туку моќта на survey-то да ги наоѓа овие ретки, претежно слаби објекти во поголем број, што ги прави корисни сонди на младиот Универзум. Ова е почетен резултат, со целосна статистичка анализа и голем дел од спектроскопската потврда сè уште пред нас.

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

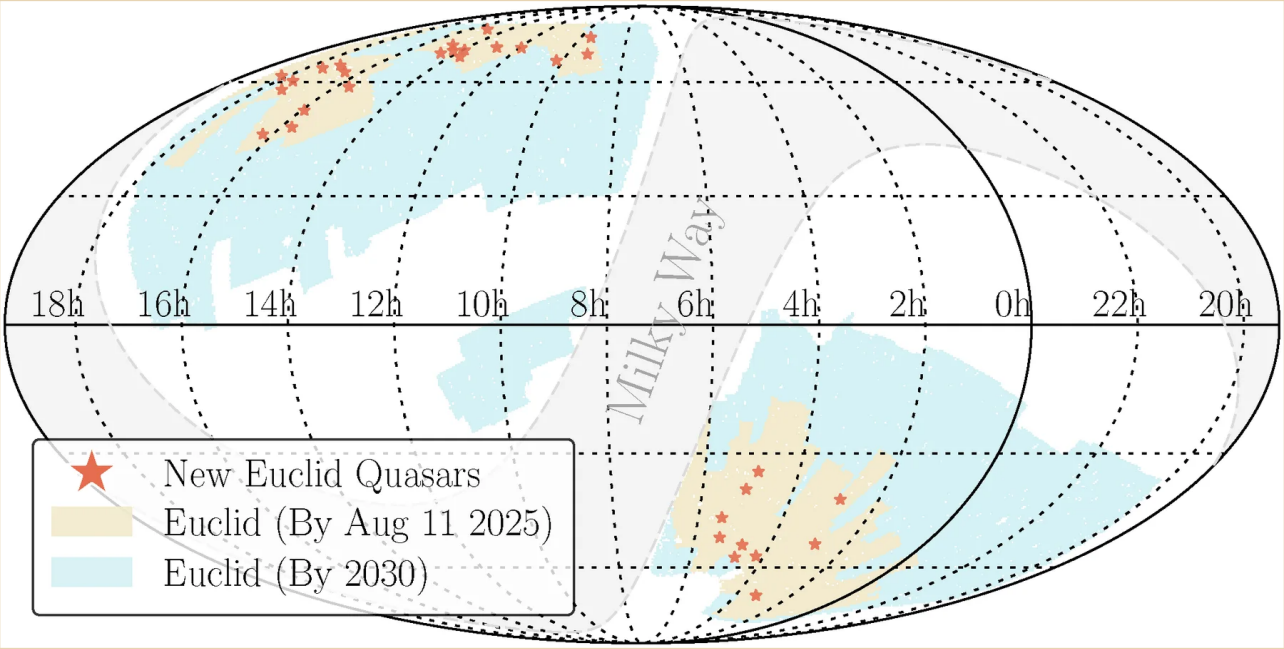
Paper: *Euclid: Discovery of 31 new quasars at 6.6 < z < 7.8*, D. Yang, J. F. Hennawi, F. Guarneri et al. (Euclid Collaboration), Astronomy & Astrophysics · DOI: 10.1051/0004-6361/202658883

Истражување создадено за ретки објекти токму пронајде цела група од нив

Квазар е супермасивна црна дупка фатена додека активно се храни, светејќи толку силно додека голта гас што може да ја надмине светлината на целата своја галаксија-домаќин. Бидејќи се меѓу најсјајните стабилни извори во Универзумот, квазарите служат како светилници: најдете еден доволно далеку и неговата светлина станува ламба поставена зад милијарди години меѓупростор.

Најоддалечените квазари, чие светло тргнало кога Универзумот имал помалку од милијарда години, се и најретки. Пред вселенскиот телескоп Euclid да го започне главното истражување, само околу девет биле потврдени над redshift 7 — број што бавно се зголемувал од првото такво откритие во 2011 година.

Во нов труд во *Astronomy & Astrophysics*, Euclid Collaboration пријавува 31 нов квазар меѓу redshift 6.6 и 7.8, пронајдени во само првата година и половина од истражувањето. Дванаесет се на redshift 7 или повисоко. Со една рана серија набљудувања, познатата популација на тие redshift-и е повеќе од удвоена. Ова е приказна за моќта на едно survey, и вреди прецизно да се каже што значи — и што не.



Подрачјето на Euclid Wide Survey досега покриено (беж) наспроти целосната област планирана до 2030 (цијан), со 31 новооткриен квазар со висок redshift означен во црвено. Тие доаѓаат само од првиот дел од истражување што треба да мапира околу 14.000 квадратни степени — моќта на survey-то во една слика.

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

Пред Euclid, биле познати околу девет квазари над redshift 7 (2011–2024). Оваа рана серија додаде уште дванаесет — „удвојувањето“ прикажано конкретно, но врз сè уште мал примерок.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Зошто квазарите толку далеку се вредни за трудот

Redshift мери колку ширењето на Универзумот ја растегнало светлината на изворот додека патува кон нас; поголем redshift значи постара светлина и поран Универзум. На redshift 7 гледаме назад кон време помалку од милијарда години по Големата експлозија, кон крајот на епохата на рејонизација, кога првите светли објекти ја отстранувале „маглата“ од неутрален водород што го исполнувала раниот космос.

Што е redshift и зошто истовремено служи како растојание и часовник

Ако поимот е нов: *redshift* е мерка за тоа колку светлината од еден извор е растегната кон подолги, поцрвени бранови должини додека стигне до нас. Една бројка е толку корисна поради две работи. Прво, светлината патува со конечна брзина, па сè што е далеку го гледаме и во минатото — гледањето длабоко во вселената е гледање назад во времето. Второ, бидејќи Универзумот се шири во текот на целото патување на светлината, колку е подолго патувањето, толку повеќе светлината се растегнува. Затоа поголем redshift значи светлина што тргнала порано, од подалеку, кога космосот бил помлад. Redshift 7 тука е светлина

> од помалку од милијарда години по Големата експлозија — многу помалку од една десеттина од денешната возраст на Универзумот.

Квазарите од оваа ера се корисни од две одделни причини. Прво, секој веќе содржи црна дупка со стотици милиони до милијарди сончеви маси. Да се порасне нешто толку масивно толку рано е тешко: под вообичаените ограничувања на брзината на акреција, само прилично масивни почетни „семиња“ имаат доволно време да стигнат до такви маси во достапните неколку стотици милиони години. Затоа самото постоење и бројноста на овие објекти ограничуваат сценарија за тоа како настанале и растеле првите супермасивни црни дупки. Второ, светлината на квазарот што минува низ околниот меѓугалактички медиум носи отпечаток од тоа колку неутрален бил тој гас, па секој квазар е сонда за самата рејонизација.

Проблемот е што тие се исклучително ретки и тешки за наоѓање. На овие redshift-и, најсилната карактеристика на квазарот, Lyman-alpha break, е растегната надвор од оптичкиот и во блискиот инфрацрвен опсег, па се потребни длабоки блиско-инфрацрвени снимки на огромна површина — приближно еден квазар на сто квадратни степени до релевантната светлина. Од земја, комбинацијата длабоко + широко во блиско инфрацрвено долго време била речиси недостижна. Токму таа празнина Euclid е направен да ја затвори.

Што всушност направил Euclid

Euclid е вселенски телескоп со пречник 1,2 метри што спроведува шестгодишно истражување дизајнирано да мапира околу 14.000 квадратни степени небо и во оптичка и во блиска инфрацрвена светлина. Над атмосферата, може да достигне длабочина на големо поле што земските блиско-инфрацрвени survey-и не можат лесно да ја постигнат. Овој труд ги користи податоците собрани во првите приближно година и половина — околу 3.000 квадратни степени набљудувани меѓу февруари 2024 и август 2025.

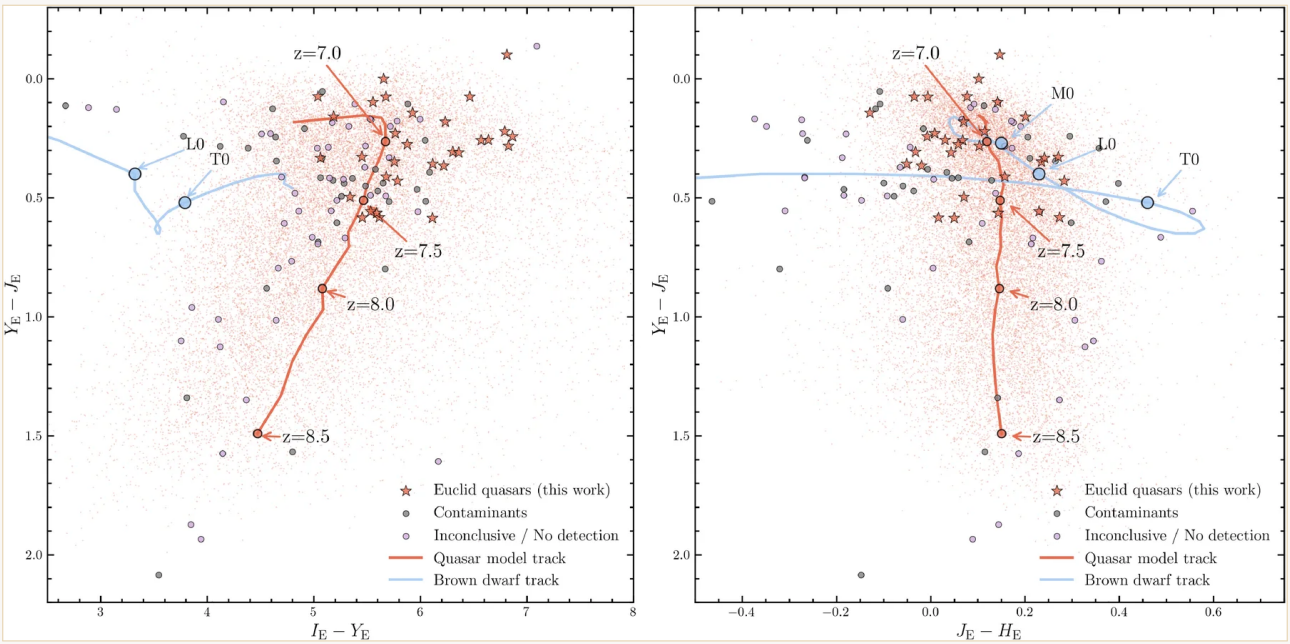
Вселенскиот телескоп Euclid во чиста соба пред лансирање. Телескопот од 1,2 метри го гледа небото низ горниот дел од белиот цилиндричен дел; над атмосферата, неговата широкоаголна блиско-инфрацрвена камера достигнува длабочини на голема површина што земските пребарувања не можат лесно да ги совпаднат.

ESA / NASA Science fair-use

Наоѓањето 31 „игла“ во таа стог сено не било едноставно гледање. Тимот изградил сопствена фотометрија, а потоа применил повеќе machine-learning и probabilistic класификатори — extreme-deconvolution density модел, gradient-boosted класификатор и template-based fits — за да ја процени веројатноста секој слаб точкаст извор да биде квазар со висок redshift, а не еден од многу побројните загадувачи, пред сè студени кафени џуџиња чии бои имитираат далечен квазар. Кандидатите биле вкрстено проверени меѓу методите, прегледани од луѓе и приоритизирани за follow-up. Снимките на Euclid ги избираат кандидатите; потврдите доаѓаат од спектри добиени со големи земски телескопи — меѓу нив Magellan и Large Binocular Telescope — кои ја делат светлината доволно фино за да се видат карактеристичниот break и емисионите линии.

Тој чекор на потврдување искрено сè уште е во тек. Спектроскопскиот follow-up продолжува и, според самиот труд, сè уште не е целосен, особено на јужното небо. Од кандидатите што биле следени, но не станале дел од 31 потврден квазар, трудот јасно сметководи: многу биле загадувачи, голем дел веројатно кафени џуџиња, некои биле неубедливи, а кај некои немало детектибилен сигнал. Групата потврдени квазари е насловот; целосната процена на тоа што селекцијата фаќа и пропушта е оставена за

следни трудови.



Colour-colour дијаграм: како Euclid разликува далечен квазар од блиско кафено џуџе. Секоја оска ја прикажува разликата во светлината на објектот во два Euclid-филтри, односно бојата на светлината наместо само вкупната светлина. Црвената крива покажува каде се очекуваат квазарите со висок redshift (ознаките се redshift 7,0 до 8,5); светлосината крива ги прикажува студените кафени џуџиња — главните имитатори — означени од тип M0 до T0. Триесет и еден нов квазар (црвени ѕвезди) се редат долж квазарската траекторија; потврдените загадувачи (сиво) и неубедливите или недетектирани кандидати (виолетово) се оддалечуваат од неа. Каде двете траектории се блиску, бојата сама не е доволна — затоа секој квазар и понатаму бара спектроскопска потврда.

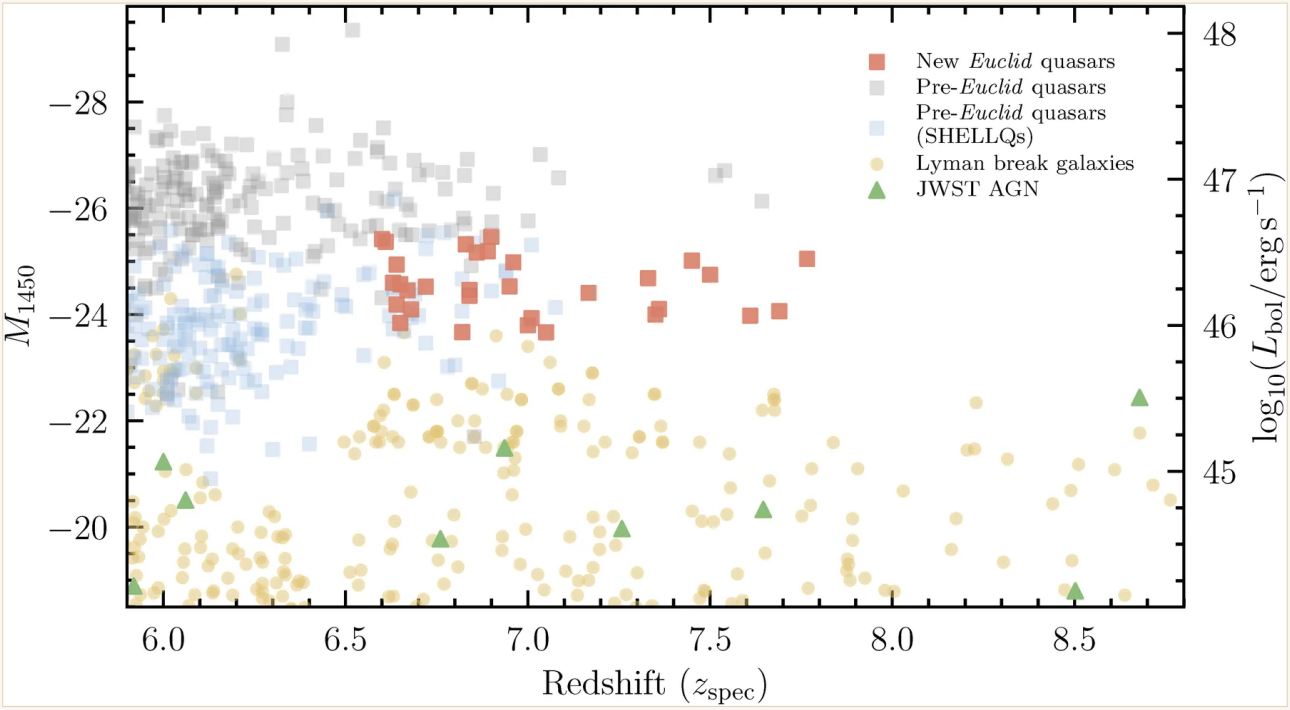
D. Yang et al. / Euclid Collaboration / Astronomy & Astrophysics CC BY 4.0

Рекордот, ставен во пропорција

Еден од 31, каталогизиран како EUCL J1729+6410, е на redshift околу 7,77 и сега е најоддалечениот познат квазар. Тоа е вистински рекорд, но вреди да се каже колкав чекор е. Низ две децении посветени пребарувања границата стигнала околу redshift 7,5, а непосредно претходниот рекордер бил околу 7,64. Поместувањето на 7,77 е реален напредок, но постепен — трудот го става на околу 0,13 во redshift, приближно петнаесет милиони години космичко време. Поместување, не скок.

Многу поважна е другата бројка: удвојување на примерокот над redshift 7 во една рана серија. Рекордер е еден објект — една точка на податок. Удвоена и растечка популација овозможува статистика: колку биле чести тие црни дупки, колку биле светли, како биле групирани. А статистиката е местото каде навистина живее науката за раниот Универзум. Повеќето нови квазари се и релативно слаби, една до две magnitude послаби од светлите квазари најдени пред Euclid. Тој слаб крај е потежок за

достигнување и повреден за студии на рејонизацијата: послабите квазари создаваат помали јонизирани меури околу себе, па нивната светлина поминува низ повеќе сè уште неутрален гас.



Каде се наоѓаат новите квазари: светлина наспроти космичко растојание. Хоризонталната оска е redshift — подесно значи порано во космичката историја. Вертикалната оска е внатрешната ултравиолетова светлина, M1450; по старата астрономска конвенција magnitude-скалата е обратна, па повисоко значи посветло. Гледано така, графикот е попис. Претходно познатите светли квазари (сиво) се згуснуваат на пониски redshift-и; подлабокиот SHELLQs (светлосино) стигнал до послаби објекти, но не многу подалеку во времето. Новите 31 Euclid-квазари (црвено) ја продолжуваат светлата популација до највисоките redshift-и — најдесниот е рекордерот на 7,77 — и се околу една до две magnitude послаби од класичните светли квазари. Под нив е територијата што ја достигнуваат само длабоки, тесни survey-и: море од Lyman-break галаксии (жолто) и неколку многу слаби акретирачки црни дупки што ги открил JWST (зелени триаголници). Придонесот на Euclid е посебна група — релативно светли квазари, многу рани, пронајдени на широка површина — што го поврзува стариот светол примерок со слабата популација што засега ја достигнуваат само насочени инструменти.

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

Што сè уште е неизвесно

Три ограничувања патуваат со резултатот, и самиот труд ги наведува.

Прво, ова е почетен резултат, не конечна мерка. Авторите експлицитно ја оставаат целосната статистичка анализа на selection function и квазарската популација за следни публикации. Ограничувањата на luminosity function тука се прв поглед, не последен збор.

Второ, не секој слаб „квазар“ е гарантирано квазар. На слабиот крај, некои објекти идентификувани како квазари можеби всушност се компактни рани галаксии, особено ако немаат силно проширена Lyman-alpha линија. Тимот дава прелиминарна проверка дека објектите се согласни со точкасти извори наместо проширени галаксии, но ја нарекува прелиминарна: длабока блиско-инфрацрвена спектроскопија со JWST и слични инструменти ќе ја реши природата на најслабите.

Трето, самите објекти се слаби и близу границата на она што земската спектроскопија може детално да го карактеризира. За нивните маси на црни дупки, околината и улогата во рејонизацијата ќе бидат потребни JWST, ALMA и NOEMA. Euclid е многу добар во нивното пронаоѓање; голем дел од деталната работа им ја предава на други инструменти.

Зошто е важно

Вредноста на трудот е демографска. Една деценија, првата милијарда години од Универзумот им нудеа на астрономите само неколку квазари врз кои можеа да размислуваат. Euclid, во еден ран дел од survey-то, додаде доволно за тоа да почне да се претвора од список во примерок — и, согласно со прогнозите пред лансирањето, е на пат да продолжи.

Тоа е важно затоа што отворените прашања се прашања за популација. Како црните дупки станале толку големи толку брзо? Колку нерамномерно и колку неутрално било меѓугалактичкото гасно поле во различни времиња? Ниту едно спектакуларно поединечно тело не ги одговара; ги одговара броење, споредување и мапирање многу објекти. Euclid покажа способност да изгради таков попис — вклучително и на слабиот крај, кој се поврзува со необичната популација акретирачки црни дупки што JWST ја открива во истата ера. Овој труд не решава како се формирале првите црни дупки и сам по себе не ја мери рејонизацијата. Тој масовно го доставува суровиот материјал што им е потребен на тие мерења и поставува јасна граница за follow-up кампањите што веќе се во тек.

Кратко резиме

Со првите приближно 3.000 квадратни степени од Euclid Wide Survey, Euclid Collaboration откри 31 нов квазар меѓу redshift 6,6 и 7,8, од кои дванаесет се на redshift 7 или повисоко — повеќе од удвојувајќи ја познатата популација таму — вклучително и еден на redshift 7,77 што сега е најоддалечениот квазар во записот. Важноста е демонстрираната моќ на survey-то да ги наоѓа овие ретки, претежно слаби објекти во поголем број, не постепениот redshift-рекорд. Резултатите се почетна серија: целосната статистичка анализа, голем дел од спектроскопската потврда и деталната

карактеризација на поединечните објекти допрва следуваат.

Проверка без претерување

Што покажува трудот: дека Euclid Wide Survey, во првите ~1,5 години на ~3.000 квадратни степени, може да пронаоѓа квазари со висок redshift во број што претходните survey-и не го постигнале — 31 потврден меѓу 6,6 и 7,8, дванаесет на 7 или повисоко, приближно удвојувајќи го познатиот број, со најоддалечен на ~7,77.

Што е реално, но не е главната поента: самиот redshift-рекорд. Вистински е, но ја поместува границата само за околу 0,13 — од претходен рекорд близу 7,64 на 7,77, околу петнаесет милиони години космичко време. Насловот што ќе старее подобро е удвоениот, растечки и невообичаено слаб примерок, не единствениот рекордер.

Што не покажува: како се формирале првите супермасивни црни дупки или мерење на рејонизацијата. Овие квазари се алатки за тие прашања, не одговори. Ниту е конечен попис — целосната статистичка анализа експлицитно е оставена за подоцнежни трудови.

Главни ограничувања за општ читател: спектроскопскиот follow-up е нецелосен, особено на југ; резултатите за luminosity function се прелиминарни; а некои од најслабите објекти означени како квазари може да се покажат како рани галаксии додека JWST-класна спектроскопија не ги потврди.

Колку доверба треба да има општ читател? Висока дека Euclid го промени она што може да се најде на овие redshift-и, и висока за рецензираните потврди на посветлите објекти. Пониска, како што и самите автори нагласуваат, за точните бројки на слабата популација и природата на најслабите кандидати — тоа се први резултати, не затворена приказна.

Извори

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