

1-дәріс

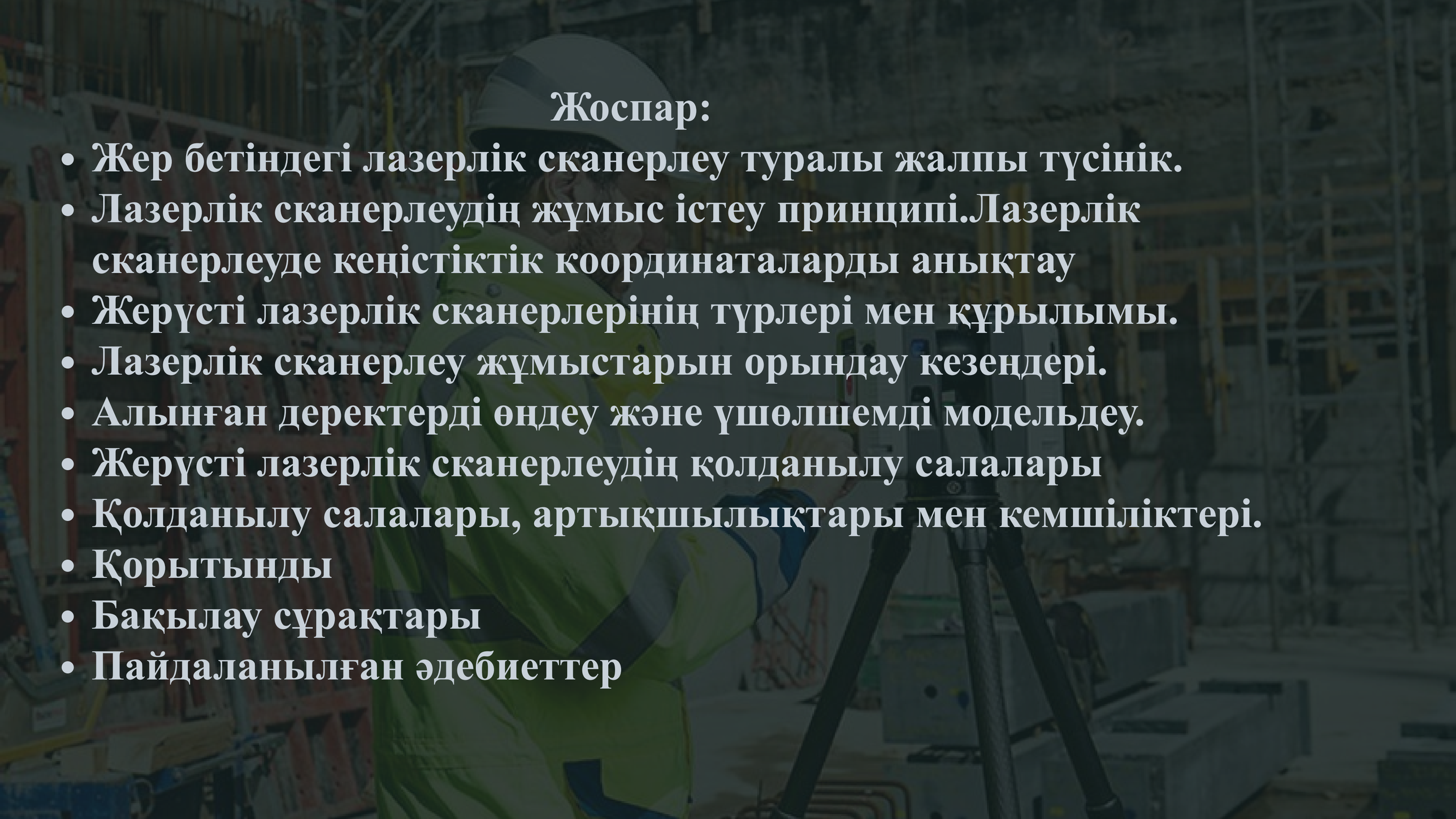
Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу түсінігі



Мақсаты: Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу технологиясының теориялық негіздерін, жұмыс істеу принциптерін, қолданылатын құрал-жабдықтарын және геодезиялық өлшеулердегі маңызын қарастыру. Лазерлік сканерлеу нәтижесінде алынған кеңістіктік деректерді өңдеу және үшөлшемді модель құру ерекшеліктерін түсіндіру.

Міндеттері:

- Жерүсті лазерлік сканерлеудің негізгі түсінігін анықтау.
- Лазерлік сканерлердің құрылымы мен жұмыс принципін сипаттау.
- Сканерлеу жұмыстарының негізгі кезеңдерін қарастыру.
- Нүктелер бұлтын өңдеу және үшөлшемді модельдеу әдістерін түсіндіру.
- Технологияның қолданылу салалары мен тиімділігін бағалау



Жоспар:

- Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу туралы жалпы түсінік.
- Лазерлік сканерлеудің жұмыс істеу принципі.Лазерлік сканерлеуде кеңістіктік координаталарды анықтау
- Жерүсті лазерлік сканерлерінің түрлері мен құрылымы.
- Лазерлік сканерлеу жұмыстарын орындау кезеңдері.
- Алынған деректерді өңдеу және үшөлшемді модельдеу.
- Жерүсті лазерлік сканерлеудің қолданылу салалары
- Қолданылу салалары, артықшылықтары мен кемшіліктері.
- Қорытынды
- Бақылау сұрақтары
- Пайдаланылған әдебиеттер

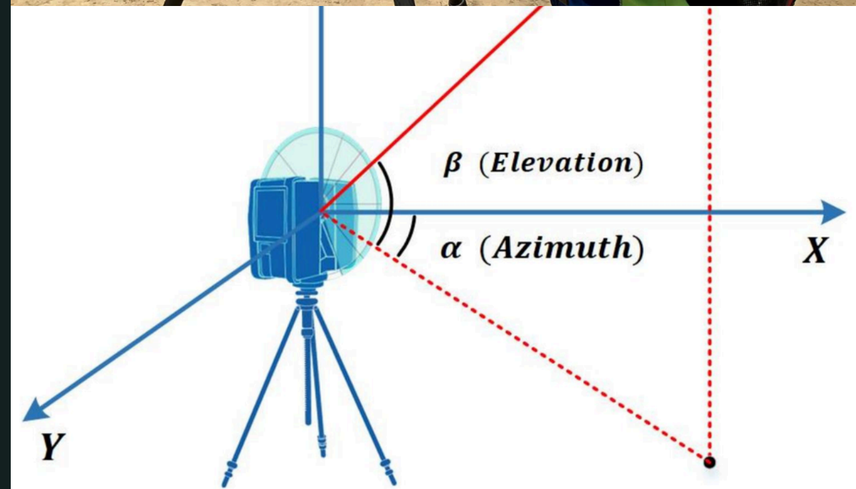
Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу туралы жалпы түсінік

Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу (Terrestrial Laser Scanning — TLS) — жер бетінде орналасқан арнайы лазерлік құрылғылардың көмегімен табиғи және жасанды нысандардың кеңістіктік координаталарын анықтауға арналған заманауи геодезиялық өлшеу технологиясы.

Бұл әдіс лазер сәулесінің көмегімен нысан бетіне дейінгі арақашықтықты және сәуленің бағытын өлшеуге негізделеді. Өлшеу нәтижесінде нысанның геометриялық пішінін сипаттайтын көптеген нүктелердің үшөлшемді координаталары анықталады.







Лазерлік сканерлеудің жұмыс істеу принципі

- Жерүсті лазерлік сканерлеудің жұмыс істеу принципі лазер сәулесін зерттелетін нысанға бағыттап, одан шағылған сигналды тіркеуге негізделеді. Сканер лазер сәулесін әртүрлі бағытқа жіберіп, нысан бетіне дейінгі қашықтықты және сәуленің бағытын анықтайды.
- Импульстік сканерлеу әдісінде қашықтық лазерлік сигналдың нысанға барып, қайта оралу уақыты бойынша есептеледі.

Лазерлік сканерлеуде кеңістіктік координаталарды анықтау

- Лазерлік сканерлеу барысында нысанның әрбір өлшенген нүктесі үшөлшемді координаталар жүйесінде сипатталады. Нүктенің орналасуы сканерден өлшенген қашықтық, горизонталь бағыт бұрышы және вертикаль бұрыш арқылы анықталады.
- Нүктелердің декарттық координаталарын есептеу үшін келесі формулалар қолданылады:

$$X = R\cos\beta\cos\alpha$$

$$Y = R\cos\beta\sin\alpha$$

$$Z = R\sin\beta$$

Жерүсті лазерлік сканерлерінің негізгі түрлері



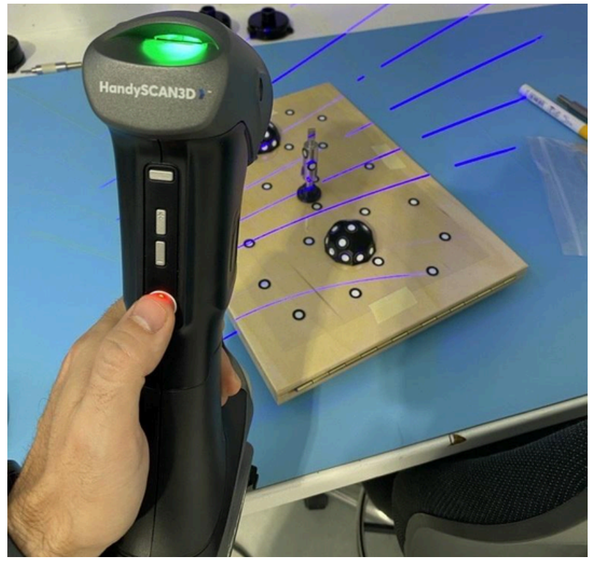
Импульстік лазерлік сканерлер

лазер сәулесінің нысанға дейін барып, кері қайту уақытын өлшейді. Бұл құрылғылар үлкен арақашықтықтағы нысандарды түсіруге және инженерлік-геодезиялық жұмыстарды орындауға қолданылады



Фазалық лазерлік сканерлер

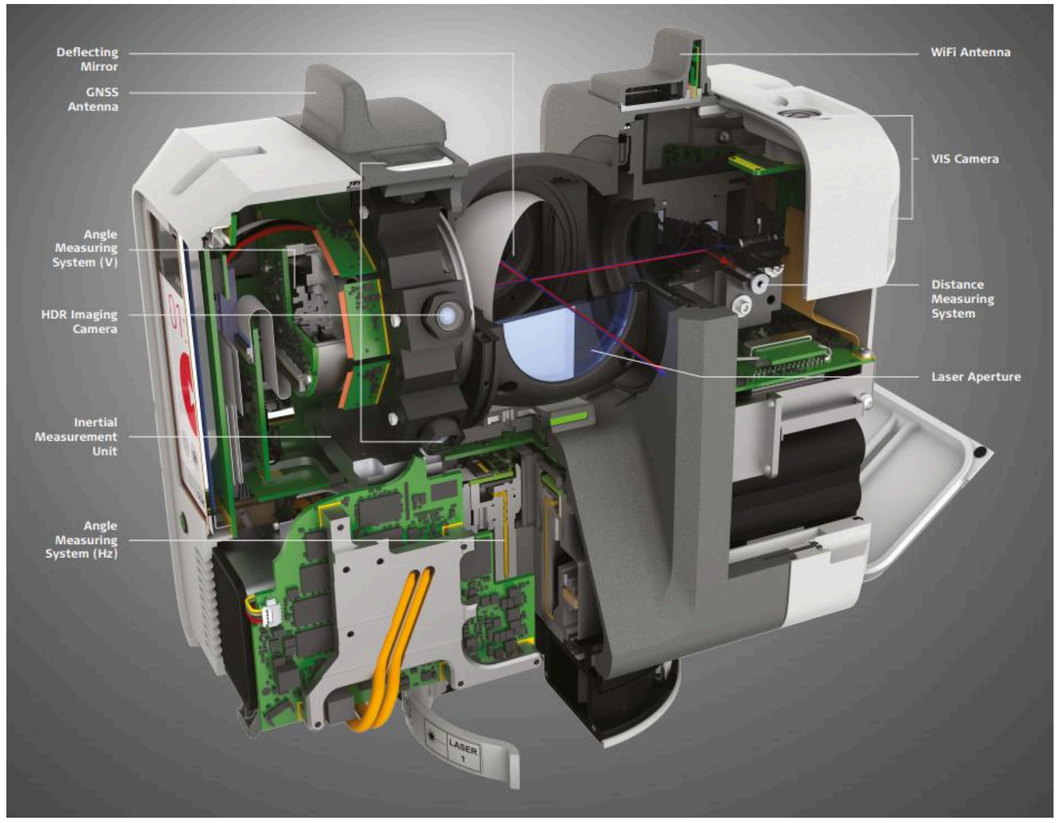
модуляцияланған лазерлік сигналдың жіберілген және қабылданған толқындары арасындағы фазалық айырмашылықты анықтайды. Олар жақын және орта қашықтықтарда жоғары жылдамдықпен кеңістіктік деректер жинауға мүмкіндік береді.



Триангуляциялық сканерлер

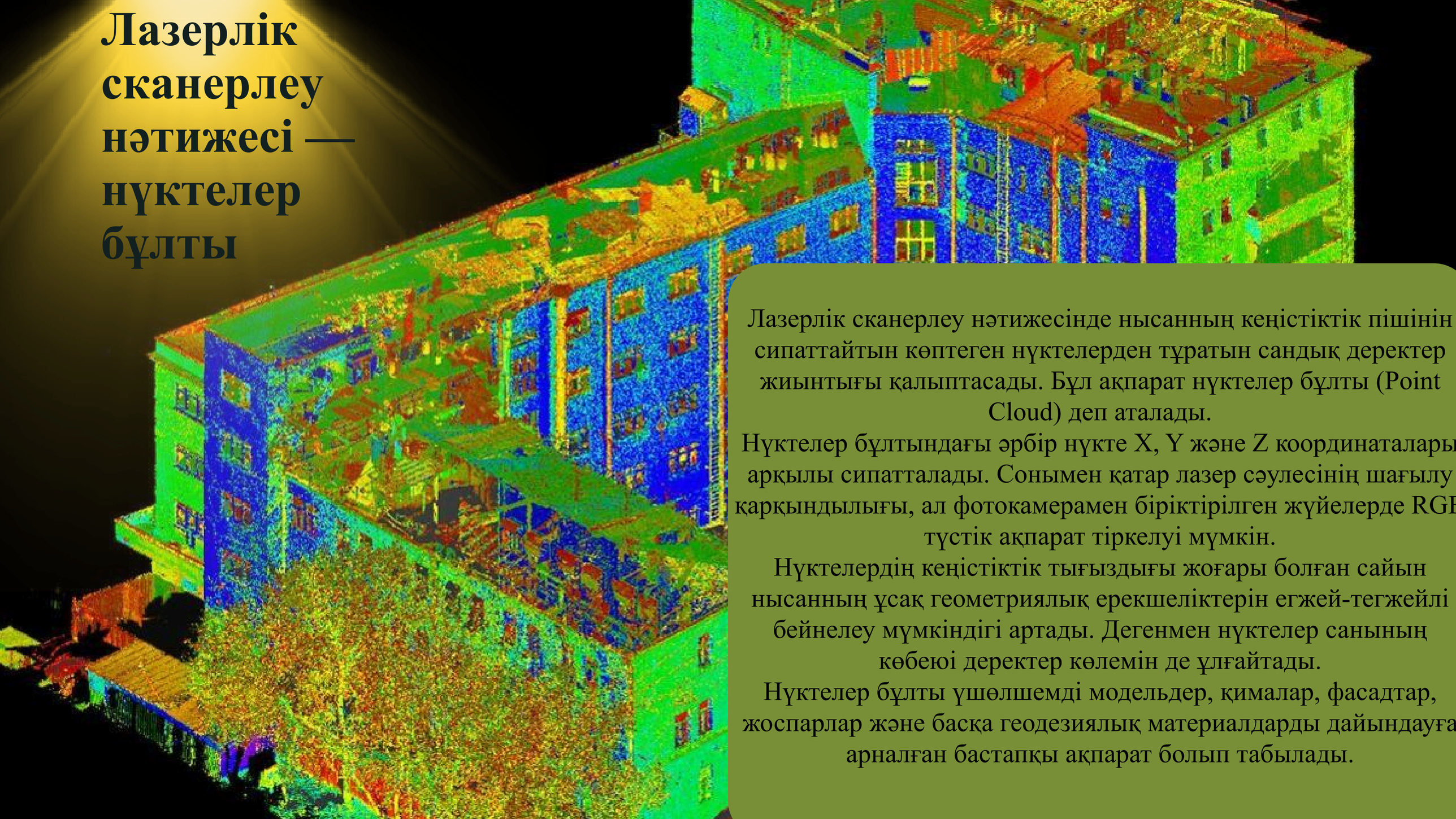
лазер сәулесінің геометриялық орналасуына және белгілі өлшеу базасына сүйенеді. Олар көбінесе шағын нысандарды, бөлшектерді және күрделі геометриялық элементтерді жоғары егжей-тегжейлілікпен сканерлеу үшін қолданылады.

Лазерлік сканердің құрылымы және негізгі элементтері



Жерүсті лазерлік сканері бірнеше өзара байланысқан техникалық элементтерден тұрады. Олардың негізгі міндеті — лазерлік сигналды қалыптастыру, нысанға бағыттау, кері шағылған сәулені қабылдау және кеңістіктік координаталарды есептеу. Сканердің негізгі бөліктеріне лазерлік сәуле шығарғыш, оптикалық бағыттау жүйесі, сигнал қабылдағыш, бұрыштық өлшеу жүйесі, электрондық есептеу блогы және ақпарат сақтау құрылғысы жатады.

Лазерлік сканерлеу нәтижесі — нүктелер бұлты



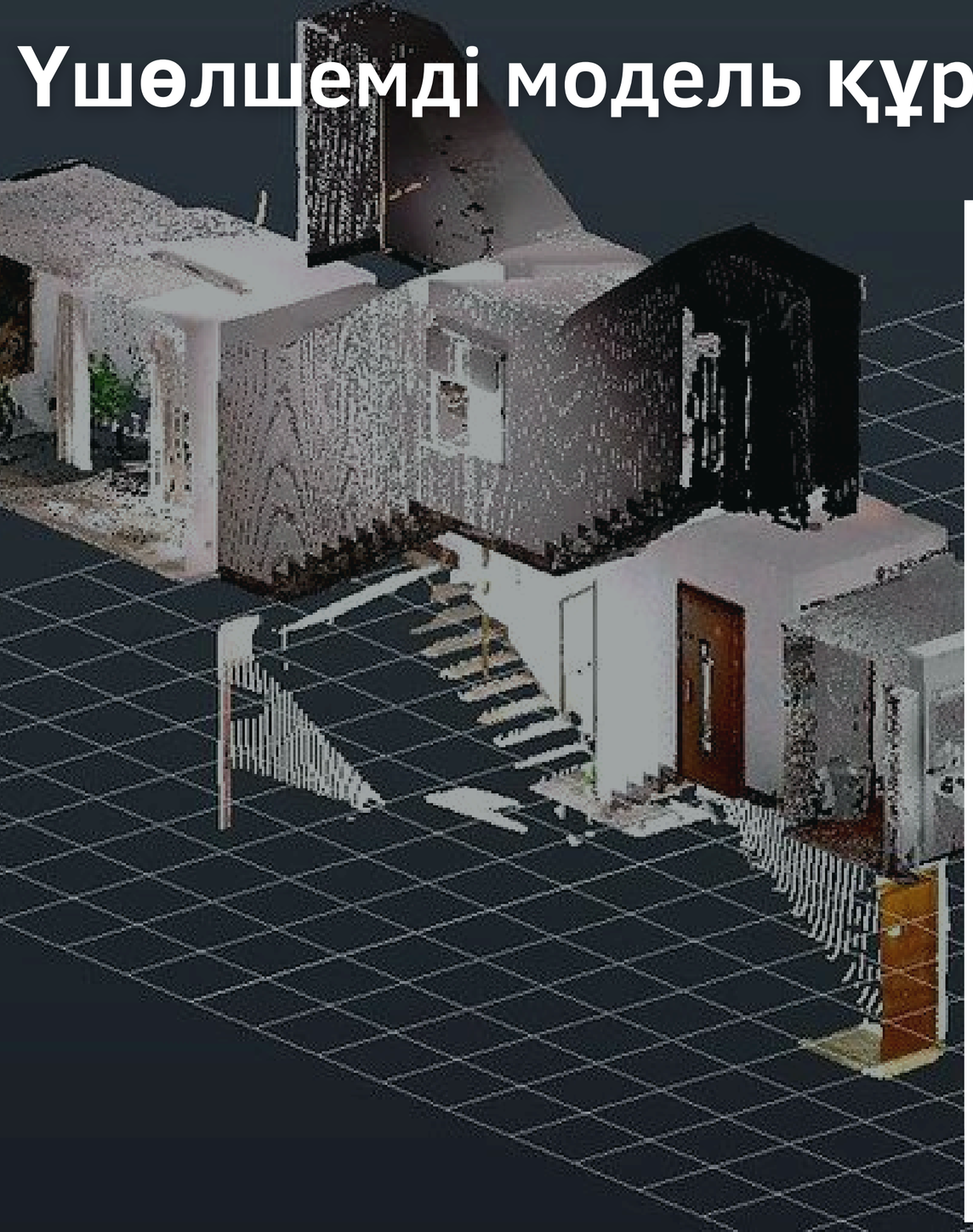
Лазерлік сканерлеу нәтижесінде нысанның кеңістіктік пішінін сипаттайтын көптеген нүктелерден тұратын сандық деректер жиынтығы қалыптасады. Бұл ақпарат нүктелер бұлты (Point Cloud) деп аталады.

Нүктелер бұлтындағы әрбір нүкте X, Y және Z координаталары арқылы сипатталады. Сонымен қатар лазер сәулесінің шағылу қарқындылығы, ал фотокамерамен біріктірілген жүйелерде RGB түстік ақпарат тіркелуі мүмкін.

Нүктелердің кеңістіктік тығыздығы жоғары болған сайын нысанның ұсақ геометриялық ерекшеліктерін егжей-тегжейлі бейнелеу мүмкіндігі артады. Дегенмен нүктелер санының көбеюі деректер көлемін де ұлғайтады.

Нүктелер бұлты үшөлшемді модельдер, қималар, фасадтар, жоспарлар және басқа геодезиялық материалдарды дайындауға арналған бастапқы ақпарат болып табылады.

Үшөлшемді модель құру және алынатын нәтижелер



Лазерлік сканерлеуден алынған нүктелер бұлты нысанның үшөлшемді геометриялық моделін жасау үшін бастапқы дерек ретінде пайдаланылады.

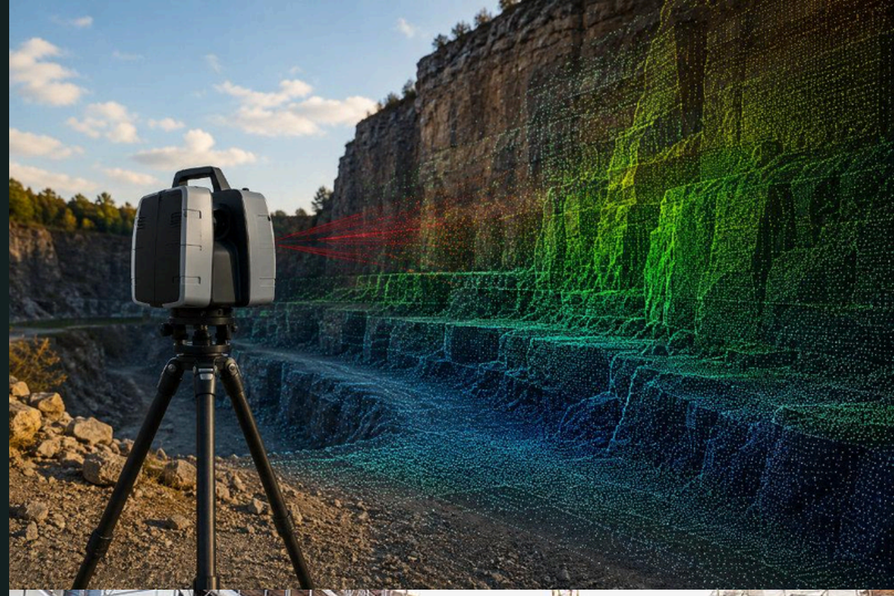
Үшөлшемді модельдеу барысында нүктелер бұлтынан беттер, сызықтар және көлемдік геометриялық элементтер ажыратылып алынады. Қажет болған жағдайда нүктелер негізінде үшбұрышты тор (Mesh) құрылады немесе ғимарат элементтерінің параметрлік моделі дайындалады.

Лазерлік сканерлеу нәтижесінде ғимараттардың жоспарлары, фасадтары, көлденең және бойлық қималары, жер бедерінің сандық модельдері, сондай-ақ CAD және BIM жүйелерінде пайдаланылатын үшөлшемді модельдер жасалуы мүмкін.

Бұл материалдар жобалау, құрылыс сапасын бақылау, қайта құру және нысандардың техникалық жағдайын бағалау кезінде маңызды рөл атқарады.

Жерүсті лазерлік сканерлеудің қолданылу салалары

- *Жерүсті лазерлік сканерлеу қазіргі геодезиялық және инженерлік жұмыстарда кеңінен қолданылады.*
- *Құрылыс саласында ғимараттар мен құрылыстардың нақты геометриялық параметрлерін анықтау, атқарушылық түсіріс жүргізу және жобалық модельмен салыстыру үшін пайдаланылады.*
- *Геодезия және картографияда топографиялық жоспарларды құрастыру, жер бедерінің сандық моделін жасау және күрделі кеңістіктік нысандарды өлшеу мақсатында қолданылады.*
- *Сәулет және тарихи ескерткіштерді зерттеу саласында мәдени мұра объектілерінің геометриялық пішінін сақтап, сандық көшірмелерін жасауға мүмкіндік береді.*
- *Өнеркәсіп пен инфрақұрылымда өндірістік жабдықтарды, көпірлерді, тоннельдерді және инженерлік құрылыстарды зерттеу, сондай-ақ олардың геометриялық өзгерістерін бақылау үшін қолданылады.*





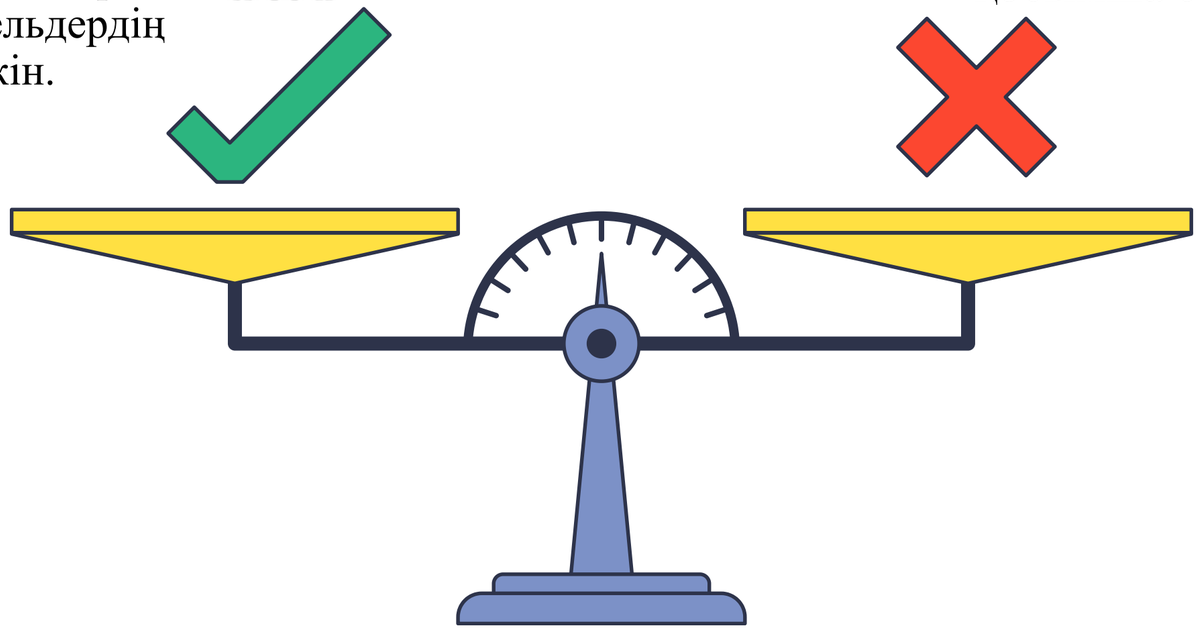


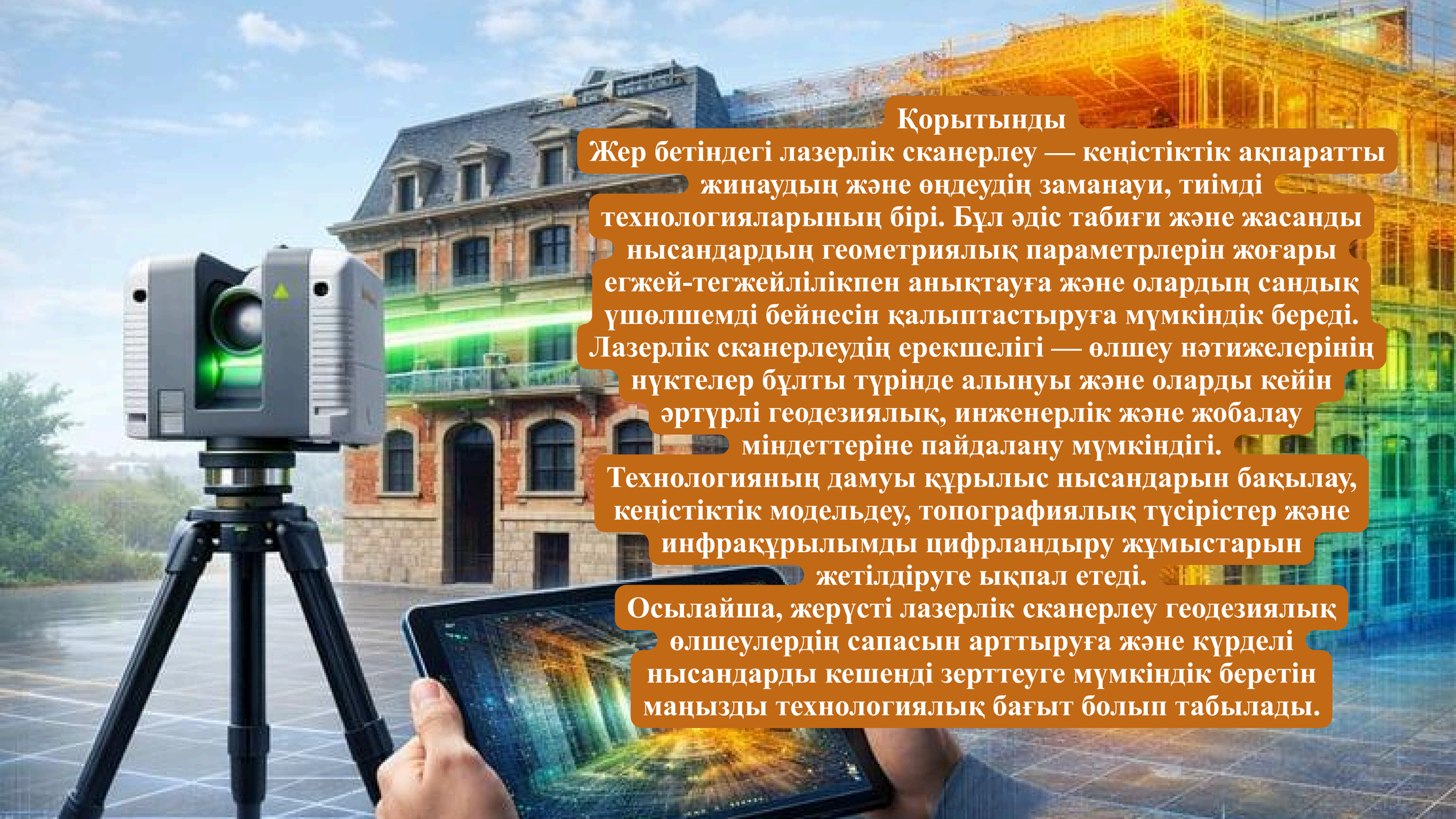
Лазерлік сканерлеудің артықшылықтары мен кемшіліктері

Жерүсті лазерлік сканерлеудің басты артықшылығы — қысқа уақыт ішінде нысанның кеңістіктік геометриясы туралы үлкен көлемде ақпарат жинау мүмкіндігі. Технология нысан бетімен тікелей жанаспай өлшеу жүргізуге, күрделі геометриялық құрылымдарды тіркеуге және алынған деректерді бірнеше мақсатта қайта пайдалануға мүмкіндік береді.
Сонымен қатар дәстүрлі өлшеу әдістерімен салыстырғанда кейбір далалық жұмыстардың уақытын қысқартып, сандық модельдердің толықтығын арттыруы мүмкін.



Алайда технологияның белгілі шектеулері бар. Лазерлік сканерлердің құны жоғары, ал үлкен көлемдегі нүктелер бұлтын өңдеу үшін қуатты компьютерлер мен арнайы бағдарламалар қажет.
Шыны, су және шағылыстырғыш беттерді өлшеуде қиындықтар пайда болуы мүмкін. Сонымен бірге сканердің көру аймағынан тыс орналасқан бөліктер тіркелмейді, сондықтан қосымша станциялар қажет болады.





Қорытынды

Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу — кеңістіктік ақпаратты жинаудың және өңдеудің заманауи, тиімді технологияларының бірі. Бұл әдіс табиғи және жасанды нысандардың геометриялық параметрлерін жоғары егжей-тегжейлілікпен анықтауға және олардың сандық үшөлшемді бейнесін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Лазерлік сканерлеудің ерекшелігі — өлшеу нәтижелерінің нүктелер бұлты түрінде алынуы және оларды кейін әртүрлі геодезиялық, инженерлік және жобалау міндеттеріне пайдалану мүмкіндігі. Технологияның дамуы құрылыс нысандарын бақылау, кеңістіктік модельдеу, топографиялық түсірістер және инфрақұрылымды цифрландыру жұмыстарын жетілдіруге ықпал етеді. Осылайша, жерүсті лазерлік сканерлеу геодезиялық өлшеулердің сапасын арттыруға және күрделі нысандарды кешенді зерттеуге мүмкіндік беретін маңызды технологиялық бағыт болып табылады.



Бақылау сұрақтары

1. Жер бетіндегі лазерлік сканерлеу дегеніміз не және оның жұмыс істеу принципі қандай?
2. Лазерлік сканерлеу нәтижесінде алынған нүктелер бұлты дегеніміз не және оны өңдеу қандай кезеңдерден тұрады?
3. Жерүсті лазерлік сканерлеудің геодезия мен құрылыс саласындағы негізгі қолданылу бағыттары, артықшылықтары және шектеулері қандай?

Пайдаланылған әдебиеттер

- ISO 17123-9:2018. Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 9: Terrestrial laser scanners. ISO ресми сайты.
- Historic England. 3D Laser Scanning for Heritage: Advice and Guidance on the Use of Laser Scanning in Archaeology and Architecture. Third Edition, 2018. Әдістемелік нұсқаулық.
- Leica Geosystems. Leica Cyclone REGISTER — Point Cloud Registration Software. Техникалық ақпарат.
- Historic England. Geospatial Survey Specifications for Cultural Heritage. Геодезиялық түсіріс жөніндегі нұсқаулық.