

Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

Университет Туран

Люблинский технический университет, Польша

«Ғылым ордасы»



## МАТЕРИАЛЫ

IV международной научно-практической конференции  
"Информатика и прикладная математика",  
посвященной 70-летнему юбилею профессоров  
Биярова Т.Н., Вальдемара Вуйцика  
и 60-летию профессора Амиргалиева Е.Н.  
25-29 сентябрь 2019, Алматы, Казахстан

Часть 2

Алматы 2019

Әубәкіров Н., Ахметова М.А.	ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДАҒЫ БІЛІМДЕР ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЗЕРДЕЛІК АГЕНТТЕРМЕН БАЙЛАНЫСТАРЫ	79
Бисаринов Б.Ж., Мусабаев Р.Р., Бисаринова А.Т.	СОҢҒЫ КЕЗЕҢДЕГІ ҮЛКЕН ДЕРЕКТЕРДІ САРАПТАУҒА АРНАЛҒАН ТИІМДІ ДЕГЕН БАҒДАРЛАМАЛАР ЛЕГІ ҚАНДАЙ	83
Мамырбаев Ө., Тұрдалыұлы М., Тұрдалықызы Т.	СӨЙЛЕУДІ ТАНУДЫҢ ӘЛІ ШЕШІЛМЕГЕН МӘСЕЛЕЛЕРІ	91
Мансурова М.Е., Мисебай А.М., Қадырбек Н.Қ.	СИНТАКСИСТІК КОНСТРУКЦИЯЛАР АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ МӘТІНДЕР ОМОНИМИЯСЫН ШЕШУ	94
Мустафин М.Б., Тұрар О.Н., Ахмед-Заки Д.Ж.	ТОРЛЫ МОДЕЛЬДІ NVIDIA VULKAN RAY TRACING ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНЫП 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ	104
Рахимова Д.Р., Жомартова Л., Бикен М.Е.	ҚАЗАҚ ТІЛІНІҢ СЕМАНТИКА ҮЛГІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ	112
Әбдіразақ А.М., Куандықова Д.Р.	РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВИДЕОИГРАХ	123
Әлиасқар М.С., Мазаков Т.Ж.	ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ НА ОСНОВЕ 2D ИЗОБРАЖЕНИЙ	135
Адилова К., Аубакиров С., Абенев Ж.	АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ОТМЫВАНИЮ ДЕНЕГ И ФИНАНСИРОВАНИЮ ТЕРРОРИЗМА В КАЗАХСТАНЕ	143
Айтқұлов Ж.С., Калижанова А.У., Комада П., Козбақова А.Х.	КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OMNET++ И СИМУЛЯТОРА CASTALIA	147
Амиргалиев Е.Н., Елеусинов А.И., Мажитов Ш.С.	О РАЗРАБОТКЕ БАЗЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА	157
Амирханов Б.С., Мазаков Т.Ж., Шорманов Т.С., Жолмағамбетова Б.Р., Зиятбекова Г.З.	АЛГОРИТМЫ БИОИНФОРМАТИКИ	166
Бәзіл Г.Д., Адилова Ш.К.	НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ССП ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	178

## ТОРЛЫ МОДЕЛЬДІ NVIDIA VULKAN RAY TRACING ТЕХНОЛОГИЯСЫН ПАЙДАЛАНЫП 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ

<sup>1</sup>Мустафин М.Б., <sup>2</sup>Тұрар О.Н., <sup>3</sup>Ахмед-Заки Д.Ж.

e-mail: [mustafin.mb@gmail.com](mailto:mustafin.mb@gmail.com)

<sup>1,2</sup>Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби

<sup>3</sup>Университет Международного Бизнеса

***Аннотация.** Бұл жұмыста екі өлшемді және үш өлшемді сандақ есептеулер нәтижелерін нақты уақытта жоғары өнімділікпен визуализациялауға мүмкіндік беретін бағдарлама құрылды. Бағдарлама, нақты уақытта жұмыс істегендіктен, есептеулер нәтижелерінен шыққан жаңа деректерді қабылдап отырады. Торлы модельді визуализациялау сапасы үлкен рөл ақтарады.*

*Бағдарламаны оңтайландыру үшін нақты уақытта Vulkan сәулелік іздестіру (Vulkan Ray Tracing) технологиясы қолданылады және қарапайым растерлеу әдісімен салыстыру жүргізіледі. Дайын бағдарлама нақты уақытта жоғары өнімділікпен кез келген сандық математикалық модельдеу нәтижелерін визуализациялайды.*

### 1 Кіріспе

Екі өлшемді және үш өлшемді деректерді визуализациялайтын жүйелерді құру, сандық модельдеу нәтижелерін талдау үшін, ең дамыған және маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Есептеулердің нәтижесін графикалық түрде ұсыну мамандарға қабылдау және қолдануды жақсартады. Осыған байланысты есептеу нәтижелерін нақты уақытта бақылауға арналған заманауи технологияларды қолдану арқылы жоғары өнімді бағдарлама құрылады [1-3].

Vulkan – бұл графикалық және есептеуіш құрылғыларға арналған API болып табылады. OpenGL сияқты, Vulkan нақты уақытта 3D-графикалы қосымшаны жоғары өнімділікпен іске қосуға мүмкіндік береді, сонымен қатар орталық процессорді аз жүктеу арқылы жоғары өнімділікті көрсетеді [4]. NVIDIA компаниясы Vulkan RayTracing технологиясын енгізген болатын. Сәулелерді іздестіру (Ray Tracing) – бұл, шынайы физикалық процесстерге ұқсас принципті қолданып, үш өлшемді модельдерді құру әдісі.

Бұл жұмыста Vulkan RayTracing технологиясын қолданып, графикалық картамен жабдықталған қарапайым дербес компьютерде үлкен торлы модельдерді нақты уақытта визуализациялау бағдарламалары ұсынылады.

Бағдарлама уақыт өте жаңа деректерді қабылдап, экранға шығарып отыруы керек. Кіріс деректері ретінде кез келген сандық есептеулер нәтижесі алынады. Кіріс деректердің ішінде модельдің геометриясы мен түстері туралы ақпарат болады. Торлы модельді визуализациялаудың ұсынылған тәсілі салу жылдамдығын оңтайландырады.

Vulkan RayTracing технологиясын бағдарламада қолдану үшін бағдарламаға жеделдетілген құрылымдар, шейдерлерді байланыстыру кестесі және жаңадан графикалық конвейер құрылады.

Жұмыста Пуассон теңдеуін шешуге арналған Якоби итерациялық әдісінің нәтижелерін, 2D және 3D, визуациялау жұмыстары істелінді. Екі технологияна жұмыс істеу өнімділігіне өте үлкен торлы модельді визуализациялау арқылы салыстырылулар жүргізіледі. Визуализациялау бағдарламасының шынайылығы ғылыми зерттеу деректері үшін кең қолданстағы TecPlot жүйесімен салыстыру арқылы расталды [5].

## **2 Vulkan Ray Tracing технологиясын қолдану**

Сәулелік іздестірумен (ray tracing – трассировка лучей) жұмыс істеу үшін келесі элементтер мен ұғымдар бар [6]:

- Жеделдетілген құрылымдар (Acceleration structures) - геометрияның ішкі көрінісін инкапсуляциялайтын арнайы объект. Оны сәуле мен геометрия қиылысуын іздеуді жеделдететін көлемдерді сипаттайтын ағаштың (BVH) бір түрі ретінде қарастыруға болады.
- Шейдердерді байланыстыру кестесі (Shader Binding Table, SBT) - API-ге сәулелік іздестіру үшін бірнеше шейдерлерді (және / немесе оның жеке сатыларына) жіберуге мүмкіндік беретін деректер құрылымы, содан кейін динамикалық түрде шейдерлерде осы кестеден шейдерлерді шақырады.
- Іздестіруді іске қосатын жаңа команда (vkCmdTraceRaysNVX), есептеуіш шейдердерді қосу командасына (vkCmdDispatch) өте ұқсас.
- Сәулелік іздестіру үшін шейдерлер кестесімен жұмыс істей алатын жаңа конвейер (pipeline).

## **3 Төменгі және жоғарғы деңгейлі жеделдетілген құрылымдарды құру**

Геометриямен қиылысын тезірек табу үшін геометрия туралы кеңістіктік ақпараты бар және сәулемен қиылыспайтын бөліктерін жедел түрде алып тастауға мүмкіндік беретін деректер құрылымы қажет.

Қарапайым мысал ретінде параллелепипедтермен ұсынылған шектеулі томдардың (BVH) иерархиясын елестетуге болады. Осылайша, параллелепипедтермен қиылысу үшін сәулені сынақтан өткізіп, геометриямен қиылысу сынағын барлық сахнаға өтпестен, кішкене примитивтерге азайта аламыз [7].

API екі деңгейдегі жеделдетілген құрылымды (AS) қамтамасыз етеді: BLAS және TLAS.

BLAS – бұл геометрияны қамтитын Bottom Level Acceleration Structure (төменгі деңгейлі жеделдетілген құрылым).

TLAS – Top Level Acceleration Structure (жоғарғы деңгейлі жеделдетілген құрылым) – бұл бір немесе бірнеше төменгі деңгейлі құрылымдардан тұратын, сондай-ақ олардың трансформациясы туралы ақпараты бар құрылым.

BLAS TLAS ішіне инстанциялау (instancing) арқылы орналастырылады, сондықтан инстансқа BLAS және бөлек трансформация сілтемесін көрсете отырып BLAS көшірмесін жасауға болады.

#### 4 Ray Tracing графикалық конвейерін құру

Келесі қадам шейдерлерді жүктеу және конвейерді құру (raytracing pipeline). Біздің жұмыс үшін 3 шейдер керек: `shaders.rgen`, `shaders.rchit`, `shaders.rmiss`.

Онымен қоса шейдерлік ресурстар сипаттағыштарының жиынтығы құрылады (descriptor set). Бұндай ресурстар екеу: іздестіру үшін сахнаны білдіретін TLAS және іздестіру нәтижесі үшін сурет (image).

Енді `VkRaytracingPipelineCreateInfoNV` құрылымын шейдерлік кезеңдерді және топтырдың номерлерін, сонымен қатар descriptor set-ті көрсетіп толтыру керек, одан кейін `vkCreateRaytracingPipelinesNV` функциясын шақыру арқылы іздестіру үшін конвейер құрылады [8].

Соңғы қадам болып шейдерлерді байланыстыру кестесін құру болып табылады.

#### 5 Шейдерлерді байланыстыру кестесін құру

Алдымен, жаңа шейдерлер сатыларын (shader stages) қарастырылады:

- Raygen – сәулелерді генерациялауға және іздестіруді шақыруға жауап беретін шейдер. Маңызды.

- Intersection – сәуле мен геометрияның қиылысуын тексеруді орындайтын шейдер. Пайдаланушы анықтайтын примитивтер рейтрейсингін іске асыруға мүмкіндік береді. Маңызды емес, унсіз келісім бойынша сәуленің үшбұрышпен қиылысу іске асырылуы қолданылады.

- Any hit және Closest hit – примитивпен қиылысуын тексеру нәтижесі оң болған дағдайда шақырылатын шейдер. Any hit шейдері барлық қиылысулар үшін шақырылады, ал Closest hit шейдері, барлық қиылысулардың ішінен ең жақындары таңдалған кезде, соңынан шақырылады. Any hit маңызды емес, Closest hit маңызды.

- Miss – қиылысу табылмаған кезде орындалатын шейдер. Мысалы, аспанның түсін қайтару үшін қолдануға болады. Маңызды емес

Көріп тұрғанымыздай, барлық қосымша іздестіру әдістерін дерлік іске асыра алатын бес қосымша шейдер сатысы қосылды. Бұл шейдерлер 3 функционалдық жиынға бөлінеді:

- Raygen – бұл шейдер әр іздестіру бастауы үшін тек бәреу бола алады (`vkCmdTraceRaysNV` шақыруы).

- Intersection – мұнда Intersection, Any hit, Closest hit шейдерлері кіреді.

- Miss - бұл ішкі жиында бір ғана Miss шейдері бар.

Мұнда сәулелерді генерациялау үшін Raygen шейдері қолданылады, қиылысу нүктесінің түсін алу үшін Closest hit және қиылыспаған жағдайда аспанның түін алу үшін Miss шейдері қолданылады.

Бұл шейдерлер басты сәулелерге (primary rays) арналған. Геометриямен қиылысуы табылған кезде, қиылысу нүктесінде жарық көзінің көрінісін тексеру үшін, қайталама сәулелерді генерациялайды (secondary rays). Жақсы өнімділік алу үшін неғұрлым қарапайым, қиылысу болғандығын немесе болмағандығын анықтайтын, Closest hit және Miss шейдерлері қолданылады.

5 шейдер бар: 1 Raygen, 2 Closest hit, 2 Miss шейдерлері. Олар әр түрлі ішкі жиындарға жатады. Шейдерлерге арнап топ жинап, SBT құрастырылады.

Бірінші болып Raygen шейдері жүреді, ол бірінші #0 тобында болды. Одан кейін екі Closest hit шейдері жүреді, олар сәйкесінше #1 және #2 топтарында болады. Қалған екі шейдер #3 және #4 топтарында орналасады. SBT-дің визуалды мысалы 19-суретте көрсетілген.

### Shader Binding Table

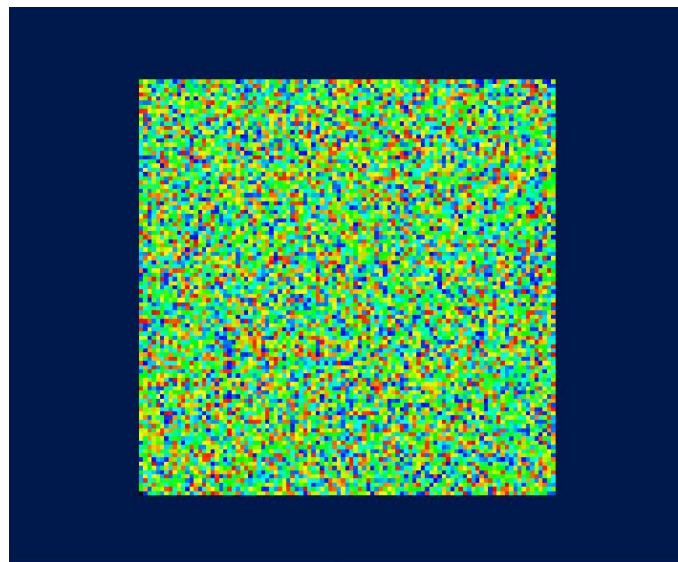
Raygen subset	Intersection subset	Miss subset
#0 raygen.shader	#1 chit_primary.shader	#3 miss_primary.shader
	#2 chit_secondary.shader ahit_secondary.shader	#4 miss_secondary.shader

Сур. 1 Shader Binding Table

SBT – бұл шейдерлер тобынан тұратын қарапайым буфер. Сәйкесінше өлшемі “топ\_саны \* топ\_өлшемі” болатындай буфер құрылуы қажет [6].

Буфер құрылғаннан кейін, ковейер құрған кезде көрсеткен шейдерлер тобымен толтырылады.

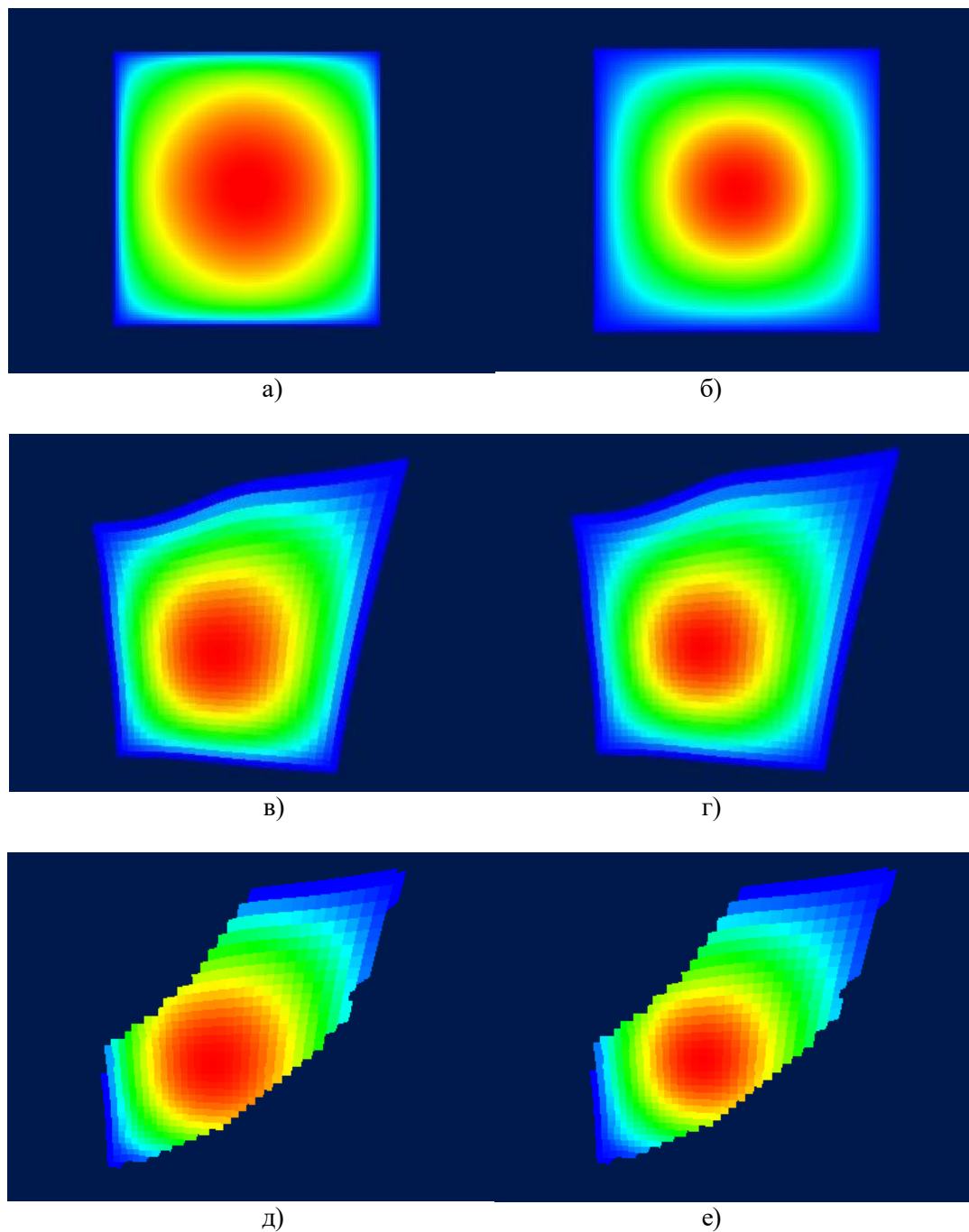
Бағдарлама визуализациялауға дайын болғаннан кейін екі өлшемді тордың геометриясы құрылады. Барлық жұмыс орындалғаннан кейін 20-суреттегі нәтижені аламыз.



Сур. 2 100x100 өлшемді тор

2D моделін визуализациялау үшін кіріс деректері ретінде қарапайым координаталары берілген үшбұрыштардан тұратын тор алынды, ал 3D моделін визуализациялау үшін GRDECL форматы қолданылды [9].

## 6 Нәтижелер



Сур. 3 Пуассон теңдеуін шешу үшін Якоби итерациялық әдісінің нәтижесінің торлы моделін визуализациялау нәтижесі: а) ең алғашқы итерацияның 2D моделі, б) ең соңғы итерацияның 2D моделі, в) ең алғашқы итерацияның 3D моделі, г) ең соңғы итерацияның 3D моделі, д) ең алғашқы итерацияның белсенді емес ұяшықтары бар 3D моделі, е) ең соңғы итерацияның белсенді емес ұяшықтары бар 3D моделі.

Нәтижелерді алу үшін дискретті графикалық картамен жабдықталған (nVidia GeForce RTX2080, 8Gb GDDR5) дербес компьютері (Core i7 3.40 GHz, 16Gb DDR3) қолданылды. Екі өлшемді және үш өлшемді кіріс деректері ретінде Пуассон теңдеуін шешуге арналған Якоби әдісінің әр 100-ші итерациясының мәні алынды [10, 11]. Үш өлшемді модельді визуализациялау үшін GRDECL форматы қолданылды. Деректерді файлдан оқыту үшін деректер қатар бойынша оқытылып, тордың ұяшықтары кез келген түстердің орнына алынған мәнге сәйкес түске боялады. 22-суретте торлы модельді Vulkan RayTracing технологиясын қолдану арқылы визуализациялау нәтижелері көрсетілген.

Vulkan RayTracing технологиясы арқылы құрылған бағдарламаның жұмыс істеуіне өлшеулер жүргізіліп, алынған нәтижелер 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Vulkan RayTracing технологиясын қолдану арқыла жұмыс істейтін бағдарламаның нәтижелері

Өлшемділік	2D, 1000x1000	3D, 33x33x11
Ұяшықтар саны	10 <sup>6</sup>	11979
FPS (секундына кадр саны)	680	2800
copy host to host, мс	8395	94
copy host to device, мс	15	0

Vulkan технологиясын растерлеу әдісі және ray tracing әдісін қолдану арқылы өте үлкен өлшемді торларды визуализациялау кезіндегі секундына кадр санының салыстыруы 5-кестеде көрсетілген.

Кесте 2. Әр түрлі үлкен өлшемді торды визуализациялау кеіндегі секундына кадр саны

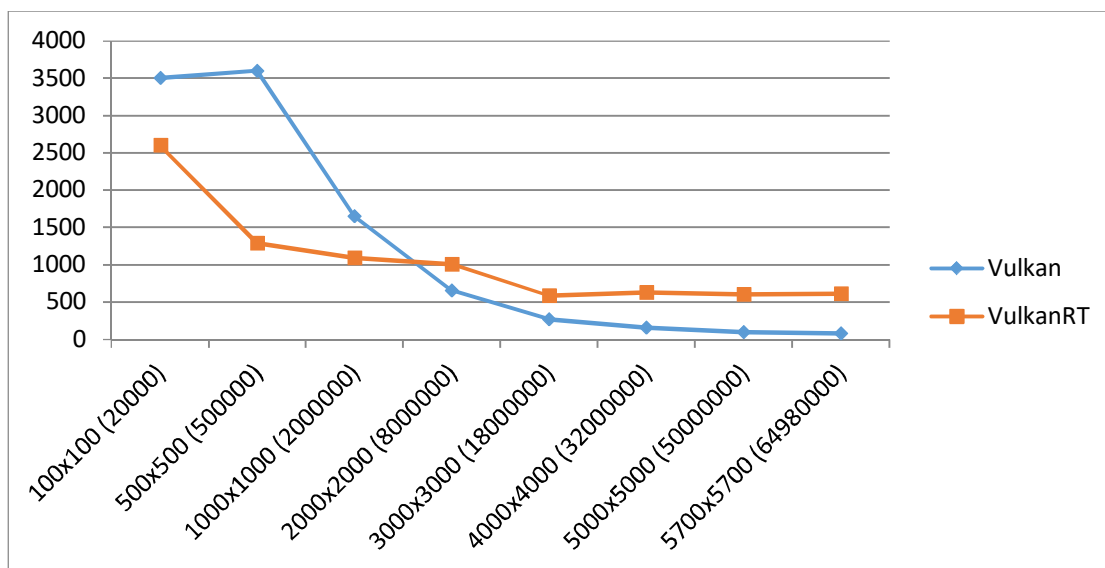
Өлшемі	Түйін саны	Vulkan растерлеу (FPS)	Vulkan RT (FPS)
100x100	20,000	3500	2600
500x500	500,000	3600	1285
1000x1000	2,000,000	1650	1095
2000x2000	8,000,000	650	1005
3000x3000	18,000,000	265	585
4000x4000	32,000,000	155	625
5000x5000	50,000,000	100	600
5700x5700	64,980,000	78	610

Тордың әр ұяшығы екі түйіннен (полигон) тұрады сондықтан визуализацияланатын түйін саны тордың өлшемінен екі есе көп болады.

5-кестеде көрініп тұрғандай растерлеу әдісін қолданып визуализациялаған кезде үлкен емес өлшемдерде, яғни шамамен 2000x2000 өлшеміне дейін немесе



8,000,000 түйін санына дейін, секундына кадр саны сәулелерді іздестіру (ray tracing) әдісін қолдану арқылы визуализациялаған кездегі секундына кадр санынан көп. Алайда модельдің өлшемі өскен сайын Vulkan ray tracing технологиясының нәтижесі растерлеу әдісінің нәтижесінен асып түседі. 23-суреттегі графикте көрсетілген растерлеу әдісінде өлшемі үлкейген сайын нәтижесі төмендейтіні байқалады, ал сәулелерді іздестіру (RT) әдісінде шамамен 18млн түйіннен үлкен жағдайда тұрақты нәтиже байқалады.



Сур. 4 Растерлеу және ray tracing әдістерінің секундына кадр санының салыстырмалы графигі

## 7 Қорытынды

Бұл жұмыстың нәтижесінде екі өлшемді және үш өлшемді сандық есептеулер нәтижелерін нақты уақытта жоғары өнімділікпен визуализациялауға мүмкіндік беретін бағдарлама құрылды. Бағдарламаның өнімділігін жоғарылату және графикалық картаның барлық мүмкіндіктерін пайдалану үшін Vulkan RayTracing технологиясы қолданылады. Vulkan RayTracing технологиясы арқылы құрылған бағдарламаның да екі өлшемді және үш өлшемді кіріс деректері ретінде Пуассон теңдеуін шешуге арналған Якоби әдісінің әр 100-ші итерациясының мәні алынып, визуализациялау мысалдары көрсетілді. Визуализациялау нәтижесінің көрсеткіштері алынды.

Vulkan технологиясының растерлеу әдісі мен сәулелерді іздестіру әдісі арқылы құрылған бағдарламалардың жұмыс істеуіне салыстырулар жүргізілді. Салыстыру үшін өлшемдері әр түрлі екі өлшемді және үш өлшемді толдық модель алынды. Салыстыру нәтижесінде растерлеу әдісі аз өлшемдерде жақсы өнімділік көрсетеді, бірақ торлық модельдің өлшемі өскен сайын сәулелерді іздестіру әдісі тұрақты және жоғары өнімділікті көрсетті. Сондықтан үш өлшемді торлық модельдерге сәулелік іздестіру әдісін қолдану тиімді.

### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ключков Михаил Аркадьевич К решению задачи визуализации результатов моделирования процессов разработки нефтегазовых месторождений // Известия Института математики и информатики УдГУ. 2017. №49
2. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа: учебное пособие / Е.А. Гладков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 99 с.
3. Mullen T. et al., "Real-time modeling and 3D visualization of source dynamics and connectivity using wearable EEG", (2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Osaka, 2013): 2184-2187.
4. Introduction to Real-Time Ray Tracing with Vulkan. – <https://devblogs.nvidia.com/vulkan-raytracing/> (13.02.2019)
5. "Tecplot 360", Tecplot. <https://www.tecplot.com/products/tecplot-360/>. (05.02.2018).
6. NVIDIA Vulkan Ray Tracing Tutorial – <https://developer.nvidia.com/rtx/raytracing/vkray>(15.02.2019)
7. "DirectX Raytracing: трассировка лучей в реальном времени" – <https://www.ixbt.com/3dv/directx-raytracing.html>. (15.02.2019).
8. "Что такое ray-tracing и стоит ли за него переплачивать" – <https://www.vestifinance.ru/articles/105774>. (02.03.2019).
9. Schlumberger. Eclipse reference manual: technical description, 2002 P. 2683.
10. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения). – М.: Высшая школа, 2001.
11. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений – М.: Наука, 1987. – С.130.
12. "Vulkan." Khronos Group. – <https://www.khronos.org/vulkan/>. (13.05.2018).
13. Khronos Group. SPIR Overview. – <https://www.khronos.org/spir/>. (03.03.2018).
14. Селлерс Г. Vulkan. Руководство разработчика. Официальное руководство / пер. с англ. А. Б. Борескова. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 394с.:ил.
15. Tutorial and Reference (6th Edition). Addison-Wesley Professional; 6 edition (July 31, 2013) 2013 P. 848.
16. Khronos Vulkan Working Group. Vulkan 1.0.98 - A Specification (with KHR extensions). 1.0.98. Jan. 2019.
17. Karen L. et al., "Visualization in Science Education", Alberta Science Education Journal, vol. 41, no 1 (2011): 22-30.
18. Linda M. Phillips, Stephen P. Norris, John S. Macnab, Visualization in Mathematics, Reading and Science Education (Springer, 2010), 65.
19. "C++ Abstraction library for Vulkan API", L. O. Tolo. – <https://github.com/larso0/bp>. (03.04.2018).
20. Учебное пособие для вузов. — М.: Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. — 167 с.: ил.
21. "Vulkan." Nvidia developer, accessed – <https://developer.nvidia.com/Vulkan/>. (09.12.2017).

22. Parminder Singh, Learning Vulkan (Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2016), 10-12.

## ҚАЗАҚ ТІЛІНІҢ СЕМАНТИКА ҮЛГІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Рахимова Д.Р., Жомартова Л., Бикен М.Е.**

e-mail: [di.diva@mail.ru](mailto:di.diva@mail.ru) , [laurazhomartova@gmail.com](mailto:laurazhomartova@gmail.com), [mail\\_moka@mail.ru](mailto:mail_moka@mail.ru)

*Ақпараттық және Есептеуіш Технологиялар Институты , ҚР БҒМ,  
Қазақстан*

*Әл Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан*

**Аннотация.** Қазіргі уақытта табиғи тілдерді оңдеу ғылыми зерттеулердің өзекті салалардың бірі болып табылады. Әлемге танымал тілдер үшін (ағылшын, француз, орыс т.б.) көптеген бағдармалық құралдар жасалған. Осы мақалада қазақ тілінің семантика үлгісін зерттеуге бағытталған. Қазіргі уақытта семантикалық сараптама жасауға негізделген бағдарламалық шешімдерге шолу көрсетілген. Қазақ тілінде жазылған мәтінге семантикалық талдау модельдері мен практикалық шешімдері көрсетілген. Қазақ тіліндегі мәтіндерінің семантика моделін құру арқылы оны кең қолданысын табуға болады. Ол модельді ақпараттық іздеу есептерінде, сұрақ-жауап жүйелерінде, автоматты түрде биологиялық және медициналық диагноз қою салаларында практикалық қолданыс табады.

### **Кіріспе**

Адам зерттейтін ақпарат көлемі күннен күнге өсуде. Сол себептен қазіргі таңда құжаттарды мета мәліметтермен толықтыру маңызды орын алады. Бұл мәселе әсіресе мәтіндік құжаттарды семантикалық талдау (интеллектуалді) процессінде жиі туындайды.

Мәтінге семантикалық модель құру арқылы ұғымдардың және сөздердің өзара байланысы анықталады. Семантикалық модель — семантикалық жадта ұғымдарды граф түрінде ұсыну. Оның төбелерінде ұғымдар, терминалдық төбелерінде элементарлық ұғымдар орналасқан, ал доғалар ұғымдардың арасындағы қатынастарды ұсынады.

Семантиканы зерттеудің негізгі есептеріне келесіні жатызуға болады:

- 1) мәтіннен негізгі сөздерді бөліп шығару;
- 2) контексті сөздерді бөліп шығару ;
- 3) мәтінді аннотациялау.

Соңғы уақытта экономика мен ғылым салаларында мәліметтердің үлкен көлемін жүйелеу және автоматты түрде категорияларға бөлу қажеттілігінде кең сұраныс табылуда. Автоматты іздеу есебін шешу әдістерінің ішінде ең қарқынды қолданыс тапқан ол машиналық оқытуға негізделген әдіс болып табылады.