

Практикалық жұмыс 14-15

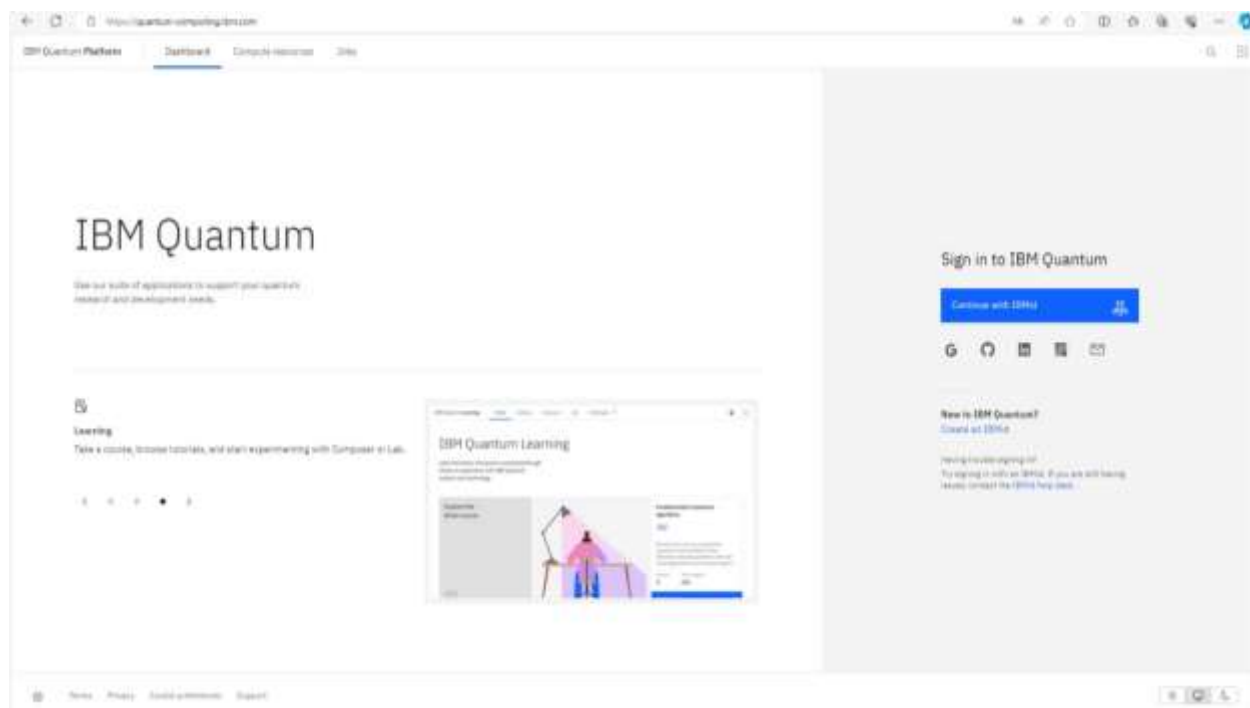
Тақырыбы: Кванттық компьютерлерге кіріспе. Кванттық компьютер механизмі. IBM Quantum Computer кванттық компьютерінде есептеулер. Кванттық есептеулердің гейттік моделі. Логикалық кванттық вентильдер. Бір-кубитті және екі-кубитті вентильдер.

1. IBM кванттық компьютерлерінде есептеулер жүргізу

Кез келген адам кванттық компьютермен онлайн режимде жұмыс істей алады. Бұл үшін арнайы дайындық қажет емес, өйткені IBM Quantum Experience клиенттерге бір кубитті және көп кубитті есептеулермен жұмыс істеудің негізгі принциптерін меңгеруге, сондай-ақ кванттық қателерді түзету әдістерін қолдануға көмектесетін оқу бағдарламаларының жиынтығын қамтиды.

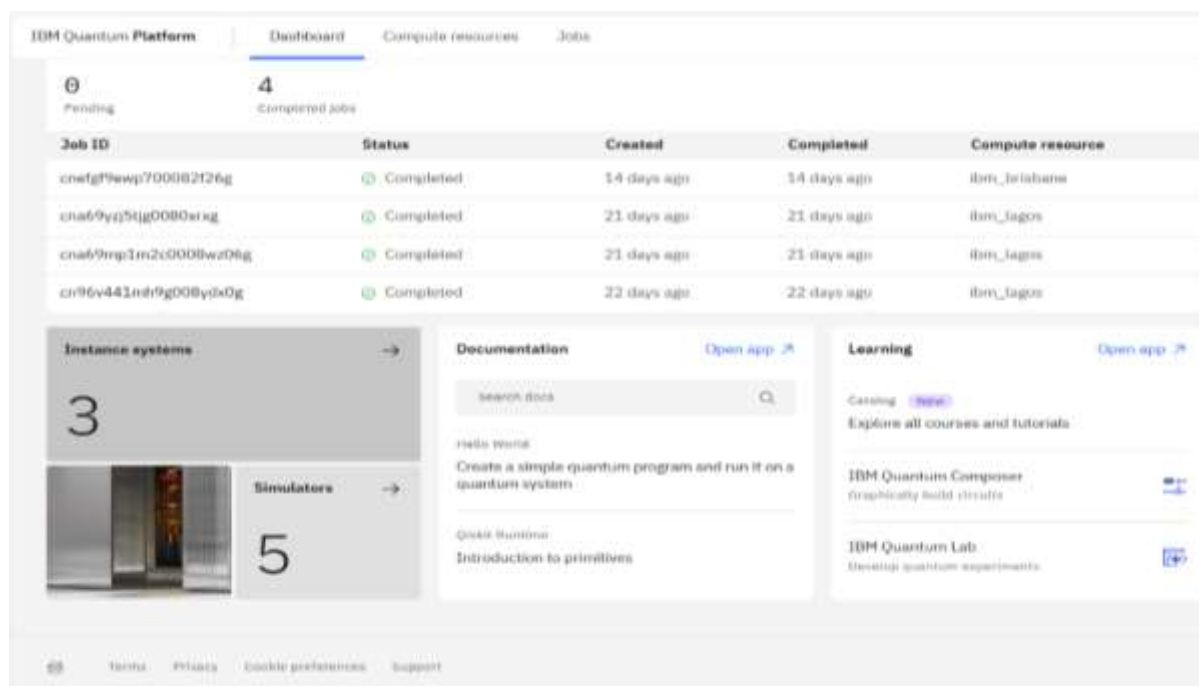
Біз IBM сайтына кіруге рұқсат жоқ. Себебі, сайт ҚР қолдануға қолжетімсіз. Сондықтан біз сайтқа кіру мүмкіндігі бар **VPN** қолдандық [FreeIP.me](https://freeip.me).

Біз есептеулер жүргізу үшін IBM Quantum Experience сайтына <https://quantum.ibm.com/> кіреміз.

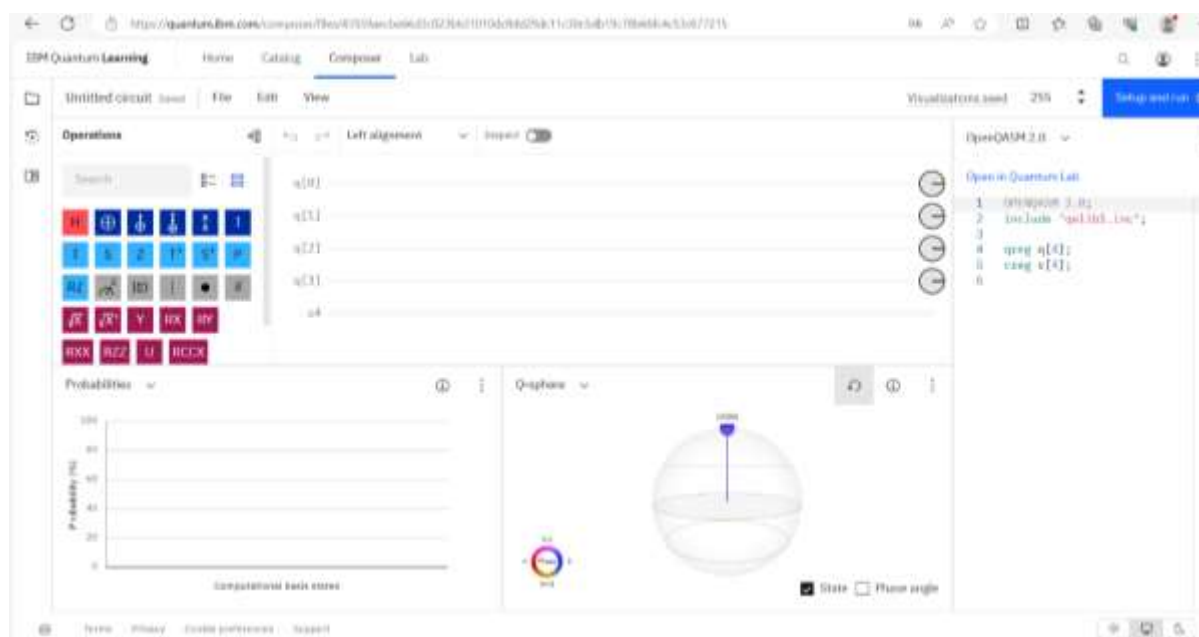


Сурет 2. IBM Quantum интерфейсі

Өзімізге ыңғайлы әдіспен платформаға кіреміз. Біз Google аккаунт арқылы платформаға кірдік.



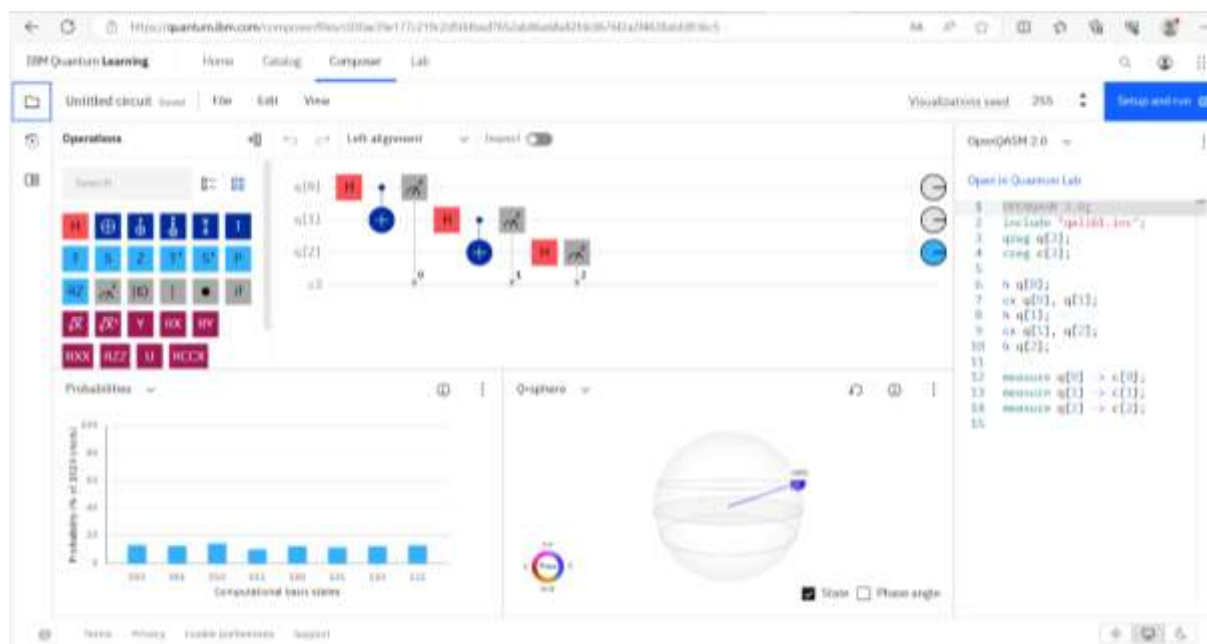
Сурет 3. Бұл жерден біз IBM Quantum Composer-ді таңдаймыз.



Сурет 4. IBM Quantum Composer есептеу интерфейсі

Composer терезесіне есептің берілгенін жазамыз.

Есептің берілгенін жазу барысында OpenQASM бөлімінде есептің коды пайда болады.



Сурет 5. Кездейсоқ сандарды генерациялау коды

qreg q[3];: үш элементтен тұратын Q кубиттерінің регистрін жариялайды.

creg C [3];: классикалық үш биттік c регистрін жариялайды.

h q [0];: Хадамар операциясын (Хадамард) бірінші кубитке қолданады, күйлердің суперпозициясын жасайды.

cx q [0], q[1];: бірінші және екінші кубиттер арасында not-gate (CNOT) бақылау операциясын қолданады.

h q [1];: Адамар операциясын екінші кубитке қолданады.

cx q [1], q[2];: екінші және үшінші кубиттер арасындағы CNOT операциясын қолданады.

h q [2];: Адамар операциясын үшінші кубитке қолданады.

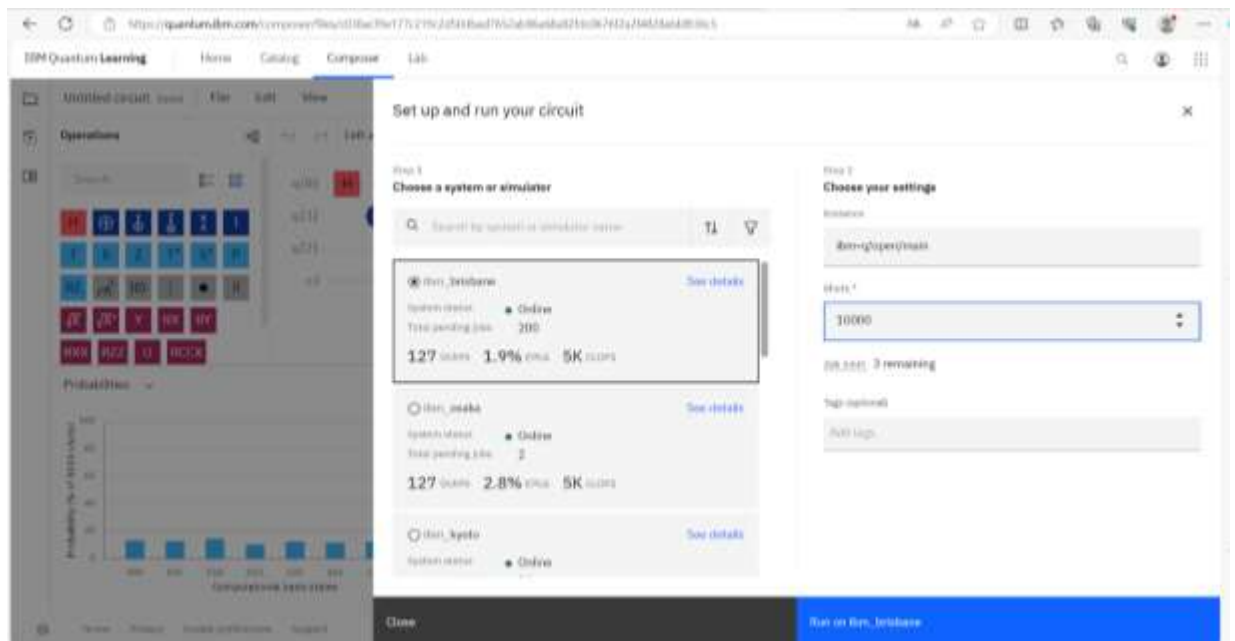
measure q [0] - > c[0];: бірінші кубиттің күйін өлшейді және нәтижені классикалық регистрдің бірінші битіне жазады.

measure q [1] - > c[1];: екінші кубиттің күйін өлшейді және нәтижені классикалық регистрдің екінші битіне жазады.

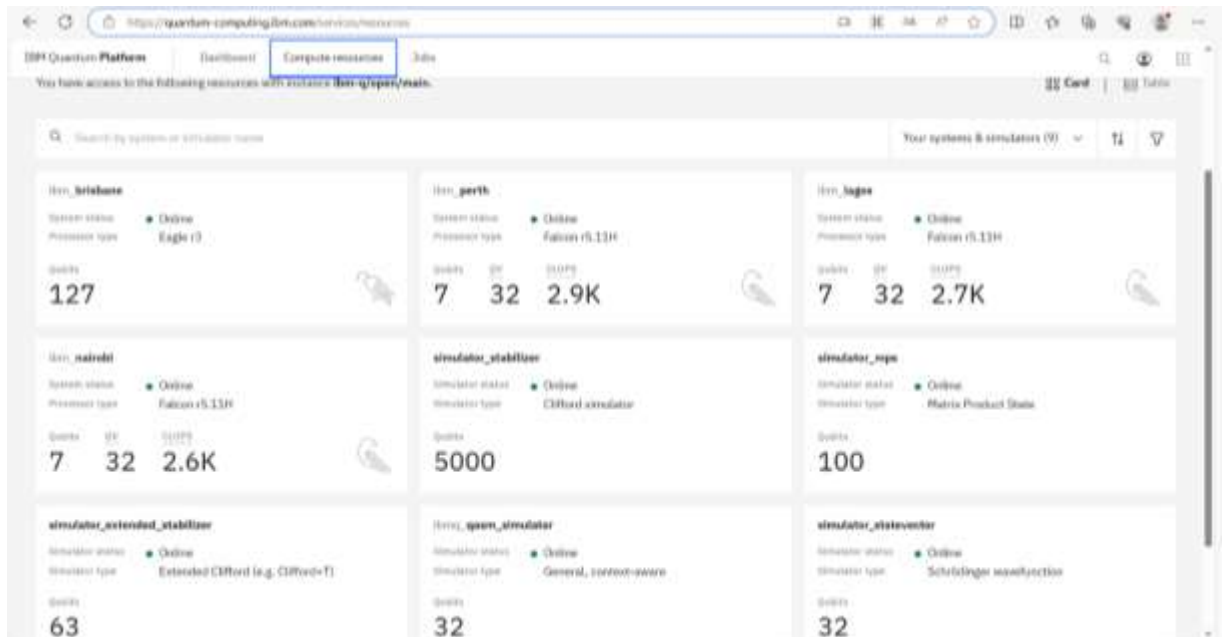
measure q [2] - > c[2];: үшінші кубиттің күйін өлшейді және нәтижені классикалық регистрдің үшінші битіне жазады.

Бұл код үш кубиттің суперпозициясын жасайды, содан кейін бірінші және екінші кубиттер арасында, екінші және үшінші кубиттер арасында CNOT операциясын орындайды. Осыдан кейін адамардың операциялары қайтадан қолданылады. Содан кейін әр кубит өлшенеді және нәтижелер классикалық регистрдің тиісті биттеріне жазылады. Соңғы күй мен өлшеу нәтижелері кубиттердің бастапқы күйіне және операцияларды қолдану тәртібіне байланысты болады.

Кодты компиляцияға жіберу үшін **Setup and run** батырмасын басамыз.

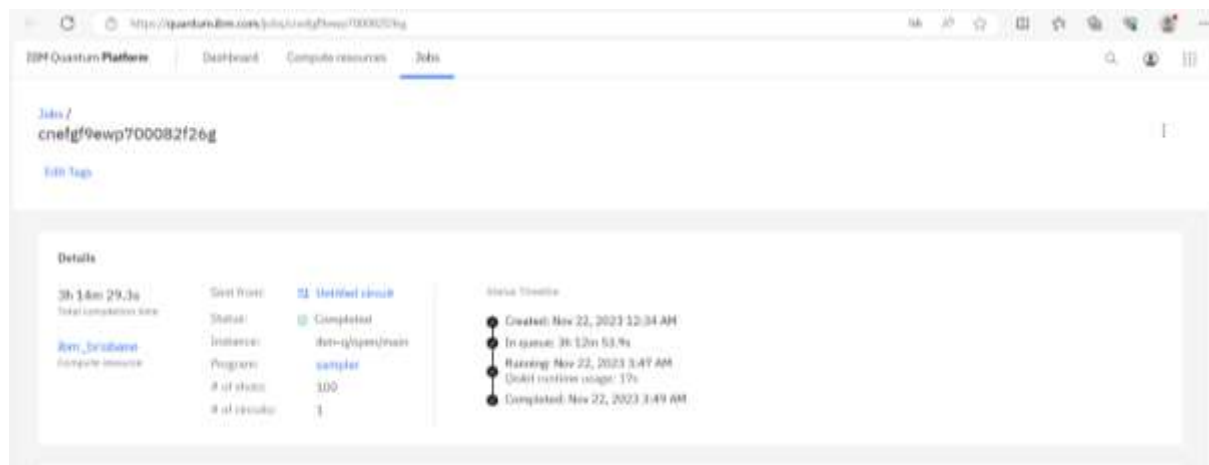


Сурет 6. Есептің жауабы нақты шығу үшін есепті 100 рет генерациялаймыз.



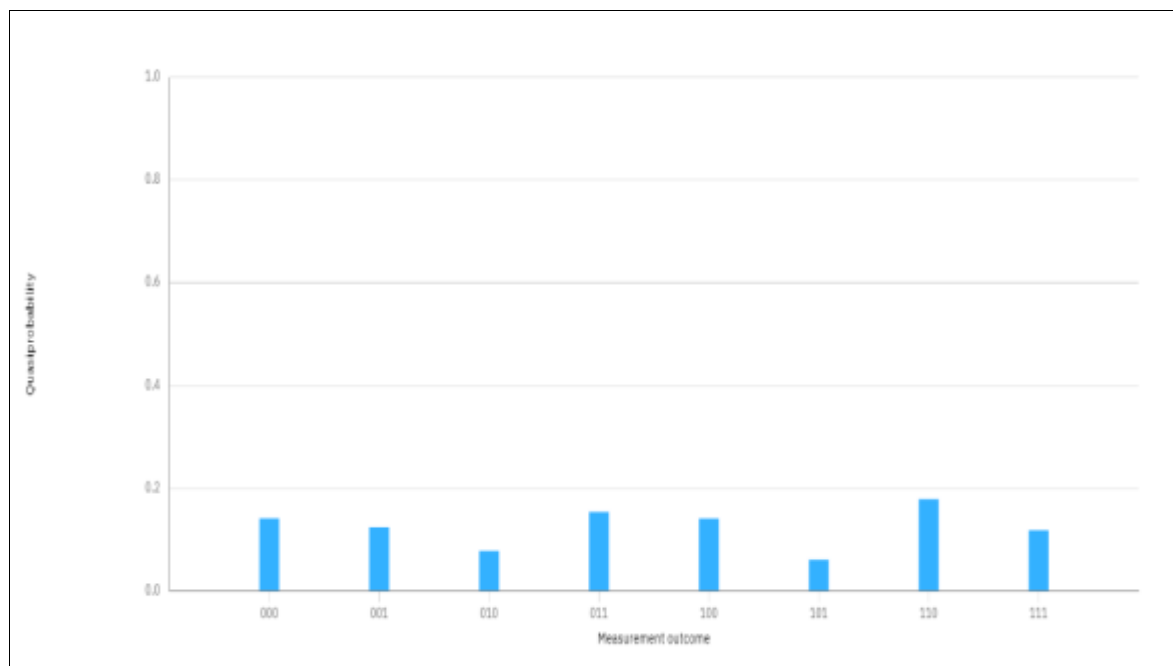
Сурет 7. IBM кванттық компьютерлерінің түрлері

6-суретте біз ақысыз және кезек саны аз кванттық компьютерді таңдалды. Мұнда біз **ibm_brisbane**-де кезек аз болғандықтан, сонымен есептеуді жөн көруге болады.



Сурет 8. 7-суретте біздің есебіміздің жауабы 17секундта шығарылды.

Алайда, біз есепті шығару үшін кванттық компьютерге 3сағ 12мин кезекте тұрды.



Сурет 9. Есептің жауабы. Бұл диаграммада сандардың кездесу ықтималдылықтарын көрсеткен.