Zintegrowany Rejestr Kwalifikacji

Kwalifikacja - podgląd

Nazwa kwalifikacji

Programowanie komputerów kwantowych

Skrót nazwy

Rodzaj kwalifikacji

kwalifikacja cząstkowa

Poziom PRK/ERK

5

Krótka charakterystyka kwalifikacji, obejmująca informacje o działaniach lub zadaniach, które potrafi wykonywać osoba posiadająca tę kwalifikację

Osoba posiadająca kwalifikację samodzielnie tworzy programy i uruchamia je na komputerach lub symulatorach kwantowych. Wykonując umiarkowanie złożone zadania zawodowe, posługuje się wiedzą z dziedziny informatyki kwantowej z wykorzystaniem oprogramowania Qiskit. Wykorzystuje znajomość istniejących algorytmów kwantowych oraz ich złożoności obliczeniowej do rozwiązywania wybranych problemów. Optymalizuje programy kwantowe, uwzględniając dynamicznie zmieniającą się architekturę rzeczywistych procesorów kwantowych. Komputery kwantowe powstające obecnie będą dawały całkiem nowe możliwości obliczeniowe, niedostępne dla nawet najpotężniejszych komputerów zbudowanych w oparciu o układy bazujące na architekturze RISC/CISC. Już dzisiaj istnieje wiele zidentyfikowanych obszarów w których komputery kwantowe znajdą zastosowanie, natomiast ponieważ ta dziedzina informatyki jest w trakcie rozwoju, również nowe zastosowania będą identyfikowane w najbliższych latach. Osoba posiadająca kwalifikację będzie mogła znaleźć zatrudnienie w powstających obecnie: - jednostkach badawczo-rozwojowych (np.: zajmujące się poszukiwaniem i analizą nowych materiałów), - zespołach zajmujących się innowacyjnymi technologiami: sztuczną inteligencją, uczeniem maszynowym, - zespołach zajmujących się symulacjami układów fizycznych i procesów chemicznych, - zespołach ds. bezpieczeństwa: szyfrowanie postkwantowe oraz szyfrowanie kwantowe, - firmach szkoleniowych i uczelniach wyższych (zajmujących się edukacją z zakresu komputerów kwantowych oraz ich zastosowań), - działach kontroli jakości, - firmach zajmujących się problemami optymalizacyjnymi (logistyka, planowanie, optymalizacja ruchu pojazdów i łańcuchów dostaw).

Orientacyjny nakład pracy potrzebny do uzyskania kwalifikacji [godz.]

220

Grupy osób, które mogą być zainteresowane uzyskaniem kwalifikacji

Uzyskaniem kwalifikacji mogą być przede wszystkim zainteresowani: - uczniowie szkół ponadpodstawowych o profilu matematyczno-informatycznym, informatycznym, kształcących

w zawodzie technika informatyka, technika programisty, - studenci studiów technicznych lub kierunków ścisłych, - informatycy, programiści , - matematycy, - fizycy, - entuzjaści nowych technologii informatycznych, - naukowcy i badacze z dziedziny technologii informatycznych

Wymagane kwalifikacje poprzedzające

Opis

brak

Lista

W razie potrzeby warunki, jakie musi spełniać osoba przystępująca do walidacji

Brak

Zapotrzebowanie na kwalifikację

Komputery kwantowe powstające obecnie będą dawały całkiem nowe możliwości obliczeniowe, niedostępne dla nawet najpotężniejszych komputerów klasycznych. Już dzisiaj istnieje wiele zidentyfikowanych obszarów, w których komputery kwantowe znajdą zastosowanie, natomiast ponieważ ta dziedzina informatyki jest w trakcie rozwoju, również nowe zastosowania będą identyfikowane w najbliższych latach. Programiści komputerów kwantowych będą między innymi potrzebni w takich obszarach jak: - poszukiwanie nowych materiałów, - przemysł chemiczny (modelowanie struktury molekuł i optymalizacja reakcji chemicznych), - przemysł medyczny (projektowanie nowych leków), - problemy optymalizacyjne (logistyka, planowanie, optymalizacja ruchu pojazdów i łańcuchów dostaw), - sektor finansowy (analiza ryzyk, zarządzanie inwestycjami, analiza zdolności kredytowych), - kontrola jakości, - uczenie maszynowe, - branża IT (rozwój języków, bibliotek, algorytmów i firmware-u do programowania komputerów kwantowych), - firmy szkoleniowe i uczelnie wyższe. Aktualne plany rozwoju technologii firmy IBM przewidują, że do 2023 roku powstaną komputery kwantowe o ponad 1000 kubitów, które będą mogły mieć realne zastosowania w wielu powyższych dziedzinach, a (według Gartnera) 20% korporacji będzie przeznaczało budżet na zastosowania informatyki kwantowej. Obecnie firmy takie jak Daimler, JP Morgan Chase, Exxon Mobile, DHL, Mitsubishi Chemical i wiele innych pracują nad przyszłymi zastosowaniami komputerów kwantowych. Zgodnie z prognozami IBM Institute for Business Value, przewiduje się, że już w najbliższych latach wiele przedsiębiorstw zacznie zauważać realną potrzebę wykorzystania obliczeń kwantowych w biznesie - więcej informacji można znaleźć w opracowaniu pt. The Quantum Decade. Niestety, na rynku jest niewielu specjalistów w dziedzinie informatyki kwantowej. Aktualnie są to w głównie pracownicy naukowi nie będący w stanie zaspokoić potrzeb przemysłu i firm rozwijających oprogramowanie komputerów kwantowych. Informatyka kwantowa wymaga zupełnie innego sposobu myślenia, którego trzeba się uczyć od jak najmłodszego wieku, aby móc w pełni wykorzystać możliwości komputerów kwantowych, w tym tworzyć efektywne i użyteczne algorytmy. Dlatego istnieje potrzeba kwalifikacji dostępnej zarówno dla specjalistów pracujących już na rynku, jak i dla studentów oraz uczniów i absolwentów szkół ponadpodstawowych, a także entuzjastów nowych technologii, którzy po nabyciu kompetencji z zakresu programowania komputerów kwantowych będą mogli potwierdzić znajomość podstawowych pojęć, a także zasad działania komputerów kwantowych oraz umiejętności wykorzystywania istniejących algorytmów. Kwalifikacja ta może być podstawą do dalszego kształcenia w tej dziedzinie na uczelniach wyższych. Posiadanie kwalifikacji “Programowanie komputerów kwantowych” może być także narzędziem ułatwiającym proces rekrutacji na stanowiska pracy związane z informatyką kwantową. Kwalifikacja ta jest więc

odpowiedzią zarówno na bieżące oczekiwania pracodawców, chcących zatrudnić osoby o potwierdzonych w drodze walidacji kompetencjach, jak i na potrzeby osób uczących się i planujących rozwój swojej kariery zawodowej w obszarze informatyki kwantowej. Jest to dziedzina bardzo dynamicznie rozwijająca się i w ciągu najbliższych lat, zapotrzebowanie na specjalistów z tego obszaru będzie znacząco rosło. Te argumenty potwierdzają potrzebę włączenia kwalifikacji “Programowanie komputerów kwantowych” do ZSK.

Odniesienie do kwalifikacji o zbliżonym charakterze oraz wskazanie kwalifikacji ujętych w ZRK zawierających wspólne zestawy efektów uczenia się

Obecnie w ZRK nie ma żadnej kwalifikacji dotyczącej programowania komputerów kwantowych.

Streszczenie opinii uzyskanych podczas konsultacji projektu kwalifikacji

W kwalifikacji zawarto efekty uczenia się takie jak: wykonywanie podstawowych obliczeń na wektorach i macierzach, wykonywanie obliczeń na liczbach zespolonych, wykonywanie obliczeń stosując notację Diraca, posługiwanie się podstawową wiedzą z zakresu mechaniki kwantowej, omawianie pojęć z zakresu informatyki kwantowej, korzystanie z graficznego interfejsu służącego do konstruowania algorytmów kwantowych, wykorzystywanie komputerów kwantowych z oprogramowaniem Qiskit, stosowanie wybranych typów symulatorów, omawianie parametrów komputerów kwantowych, minimalizowanie wpływu błędów na obliczenia, optymalizowanie programów kwantowych uwzględniając architekturę rzeczywistych procesorów, charakteryzowanie elementów teorii złożoności obliczeniowej, wykorzystywanie algorytmów kwantowych. Efekty uczenia się zawarte w kwalifikacji rynkowej „Programowanie komputerów kwantowych” pozwolą absolwentom znaleźć zatrudnienie w instytucjach wykorzystujących w pracy urządzenia i systemy teleinformatyczne. Włączenie kwalifikacji rynkowej „Programowanie komputerów kwantowych” do ZSK przyczyni się do upowszechnienia umiejętności w przedmiotowej dziedzinie wśród dużej grupy programistów, techników, inżynierów, uczniów i hobbystów. Posiadanie licznych specjalistów pozwoli na możliwie bezzwłoczne wdrożenia tej technologii od momentu uzyskania przez nią pełnej dojrzałości, co będzie miało niewątpliwie znaczenie dla rozwoju społeczno-gospodarczego kraju. Kwalifikacja ta dodatnio wpłynie na intensyfikację procesów transformacji cyfrowej w Polsce.

Typowe możliwości wykorzystania kwalifikacji

Osoba posiadająca kwalifikację może znaleźć zatrudnienie w: - jednostkach badawczo rozwojowych (np.: zajmujących się poszukiwaniem i analizą nowych materiałów), - zespołach zajmujących się innowacyjnymi technologiami: sztuczną inteligencją, uczeniem maszynowym, - zespołach zajmujących się symulacjami układów fizycznych i procesów chemicznych, - zespołach ds. bezpieczeństwa: szyfrowanie postkwantowe oraz szyfrowanie kwantowe, - firmach szkoleniowych i uczelniach wyższych (zajmujących się edukacją z zakresu komputerów kwantowych oraz ich zastosowań), - działach kontroli jakości, - firmach zajmujących się problemami optymalizacyjnymi (logistyka, planowanie, optymalizacja ruchu pojazdów i łańcuchów dostaw). Programiści komputerów kwantowych będą między innymi potrzebni w takich obszarach jak: - przemysł chemiczny (modelowanie struktury molekuł i optymalizacja reakcji chemicznych), - przemysł medyczny (projektowanie nowych leków), - sektor finansowy (analiza ryzyk, zarządzanie inwestycjami, analiza zdolności kredytowych), - branża IT (rozwój języków, bibliotek, algorytmów i firmware-u do programowania komputerów kwantowych). Aktualnie istniejące algorytmy kwantowe mają wiele praktycznych zastosowań w nauce i przemyśle, natomiast jest to dziedzina dynamicznie rozwijająca się, co powoduje, że rynkowe zapotrzebowanie rynku na specjalistów będzie rosnąć.

Wymagania dotyczące walidacji i podmiotów przeprowadzających walidację

1. Etap weryfikacji 1.1. Metody walidacji – test teoretyczny; – obserwacja w warunkach symulowanych/rzeczywistych; – wywiad swobodny/ustrukturyzowany; – analiza dowodów i deklaracji. Weryfikacja efektów uczenia się składa się z dwóch części: teoretycznej i praktycznej. W części teoretycznej wykorzystuje się test teoretyczny. W części praktycznej stosuje się metodę obserwacji w warunkach symulowanych lub metodę obserwacji w warunkach rzeczywistych uzupełnione wywiadem swobodnym lub ustrukturyzowanym (rozmową z komisją). Obie części walidacji mogą być poprzedzone analizą dowodów i deklaracji oraz wywiadem swobodnym w celu potwierdzenia całości lub części efektów uczenia się. Przykładowe dowody: IBM Certified Associate Developer – Quantum Computation using Qiskit, Fundamentals of Quantum Computation Using Qiskit – Developer, Qiskit Advocate. 1.2. Zasoby kadrowe Weryfikację efektów uczenia się prowadzi komisja walidacyjna składająca się co najmniej z 2 asesorów, z których jeden pełni funkcję przewodniczącego komisji z głosem decydującym. Wymagania dla członków komisji walidacyjnej obejmują: – minimum 2-letnie udokumentowane doświadczenie w zakresie programowania komputerów kwantowych; – udokumentowane doświadczenie (minimum 100 godzin w okresie 2 ostatnich lat) w prowadzeniu i projektowaniu szkoleń z zakresu programowania komputerów kwantowych z wykorzystaniem oprogramowania narzędziowego Qiskit; – co najmniej 2 publikacje naukowe lub popularnonaukowe w tematyce informatyki kwantowej z wykorzystaniem oprogramowania narzędziowego Qiskit; – udokumentowane doświadczenie w weryfikowaniu efektów uczenia się z zakresu tej kwalifikacji; – stopień naukowy doktora z jednej z dziedzin: informatyki, fizyki, matematyki, chemii. Każdy z członków komisji walidacyjnej musi spełniać co najmniej 2 z powyższych wymagań. 1.3. Sposób organizacji walidacji oraz warunki organizacyjne i materialne Instytucja prowadząca walidację zapewnia: 1) do części praktycznej: – komputer z dostępem do Internetu, – dostęp do środowiska umożliwiającego wykorzystanie oprogramowania narzędziowego Qiskit; 2) do części teoretycznej: – test w języku angielskim w postaci papierowej lub elektronicznej, – standardowe warunki umożliwiające samodzielną pracę osoby przystępującej do walidacji. 2. Etap identyfikowania i dokumentowania efektów uczenia się Nie określa się wymagań dotyczących etapów identyfikowania i dokumentowania efektów uczenia się.

Odniesienie do poziomu sektorowych ram kwalifikacji (o ile dotyczy)

nie dotyczy

Data włączenia kwalifikacji do ZSK

2023-02-10

Podstawa prawna

Obwieszczenie Ministra Cyfryzacji z dnia 03 stycznia 2023 r. w sprawie włączenia kwalifikacji rynkowej „Programowanie komputerów kwantowych” do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (M.P. z dnia 10 lutego 2023 r., poz.176)

Syntetyczna charakterystyka efektów uczenia się

Osoba posiadająca kwalifikację samodzielnie tworzy programy i uruchamia je na komputerach lub symulatorach kwantowych. Wykonując umiarkowanie złożone zadania zawodowe, posługuje się specjalistyczną wiedzą z dziedziny informatyki kwantowej z wykorzystaniem oprogramowania narzędziowego Qiskit. Wykorzystuje znajomość istniejących algorytmów kwantowych oraz ich złożoności obliczeniowej do rozwiązywania wybranych problemów. Optymalizuje programy kwantowe, uwzględniając dynamicznie zmieniającą się architekturę rzeczywistych procesorów kwantowych.

Zestawy efektów uczenia się

Numer zestawu w kwalifikacji

1

Nazwa zestawu

Podstawy algebry liniowej

Poziom

5

Orientacyjny nakład pracy [godz.]

50

Rodzaj zestawu

obowiązkowy

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Efekt uczenia się

01. Wykonuje obliczenia na wektorach i macierzach

Kryteria weryfikacji

– wykonuje mnożenie macierzy; – znajduje wartości własne macierzy (diagonalizacja macierzy); – przedstawia różne reprezentacje zapisu liczb; – przeprowadza operacje na wektorach; – przedstawia wektory w postaci geometrycznej.

Efekt uczenia się

02. Wykonuje obliczenia na liczbach zespolonych

Kryteria weryfikacji

– omawia właściwości liczb zespolonych; – przeprowadza obliczenia na liczbach zespolonych; – zapisuje liczby zespolone w postaci trygonometrycznej (wzór Eulera); – przedstawia liczby zespolone i operacje na nich na płaszczyźnie zespolonej.

Efekt uczenia się

03. Wykonuje obliczenia stosując notację Diraca

Kryteria weryfikacji

– omawia zasady zapisu Diraca; – przekształca zapis wektorowy na zapis Diraca; – interpretuje wzory w zapisie Diraca

Numer zestawu w kwalifikacji

2

Nazwa zestawu

Podstawy teoretyczne działania komputerów kwantowych

Poziom

5

Orientacyjny nakład pracy [godz.]

30

Rodzaj zestawu

obowiązkowy

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Efekt uczenia się

01. Posługuje się wiedzą z zakresu mechaniki kwantowej

Kryteria weryfikacji

– wyjaśnia pojęcie stanu układu kwantowego i opisuje go w wybranej reprezentacji; – wyjaśnia unitarną ewolucję układu kwantowego; – opisuje wpływ pomiaru na układ kwantowy; – podaje możliwe wyniki pomiaru prostego układu kwantowego; – wyjaśnia korelację pomiędzy wielkościami fizycznymi a operatorami w mechanice kwantowej; – wyjaśnia fizyczną interpretację wartości własnych operatorów.

Efekt uczenia się

02. Omawia pojęcia z zakresu informatyki kwantowej

Kryteria weryfikacji

– omawia pojęcie kubitu i jego możliwe realizacje; – omawia podstawowe bramki kwantowe i podaje ich interpretacje; – omawia pojęcie splątania kwantowego; – omawia pojęcie superpozycji stanów kwantowych; – omawia wpływ interferencji na wynik pomiarów stanów kwantowych.

Numer zestawu w kwalifikacji

3

Nazwa zestawu

Wykorzystanie rzeczywistych komputerów kwantowych i symulatorów

Poziom

5

Orientacyjny nakład pracy [godz.]

70

Rodzaj zestawu

obowiązkowy

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Efekt uczenia się

01. Korzysta z graficznego interfejsu służącego do konstruowania algorytmów kwantowych

Kryteria weryfikacji

– omawia zasady korzystania z dostępnych komputerów kwantowych; – omawia elementy interfejsu graficznego; – konstruuje algorytmy, używając interfejsu graficznego; – wykorzystuje różne metody wizualizacji stanów kwantowych i wyników ich pomiarów; – interpretuje wyniki uruchomienia obwodu kwantowego; – zmienia parametry uruchomienia obwodu kwantowego.

Efekt uczenia się

02. Wykorzystuje komputery kwantowe przy użyciu oprogramowania narzędziowego Qiskit

Kryteria weryfikacji

– definiuje elementy oprogramowania narzędziowego Qiskit; – zapisuje algorytm kwantowy przy użyciu oprogramowania narzędziowego Qiskit; – odczytuje i interpretuje parametry komputerów kwantowych, używając oprogramowania narzędziowego Qiskit; – uruchamia zadania/programy i zarządza nimi; – wykorzystuje różne metody wizualizacji stanów kwantowych i wyników ich pomiarów przy użyciu oprogramowania narzędziowego Qiskit; – zmienia parametry uruchomienia obwodu kwantowego przy użyciu oprogramowania narzędziowego Qiskit; – interpretuje wyniki uruchomienia programu kwantowego przy użyciu oprogramowania narzędziowego Qiskit; – wizualizuje wyniki wykonania programu na komputerze kwantowym przy użyciu oprogramowania narzędziowego Qiskit.

Efekt uczenia się

03. Stosuje wybrane typy symulatorów

Kryteria weryfikacji

– omawia rodzaje symulatorów komputerów kwantowych; – omawia zasady korzystania z dostępnych symulatorów komputerów kwantowych; – uruchamia programy kwantowe z wykorzystaniem wybranego symulatora.

Efekt uczenia się

04. Omawia parametry komputerów kwantowych i minimalizuje wpływ błędów na obliczenia

Kryteria weryfikacji

– określa moc obliczeniową komputerów kwantowych i wyjaśnia elementy na nią wpływające; – porównuje ze sobą różne komputery kwantowe; – omawia rodzaje błędów w istniejących komputerach kwantowych; – wyjaśnia pojęcie NISQ (Noisy Intermediate Scale Quantum computers); – wykorzystuje dostępne możliwości oprogramowania narzędziowego Qiskit do minimalizacji wpływu błędów/szumów na wynik obliczeń.

Efekt uczenia się

05. Optymalizuje programy kwantowe, uwzględniając architekturę rzeczywistych procesorów kwantowych

Kryteria weryfikacji

– wyjaśnia pojęcie procesu transpilacji; – analizuje topologię procesorów komputerów kwantowych; – dostosowuje program do architektury wybranego rzeczywistego komputera kwantowego.

Numer zestawu w kwalifikacji

4

Nazwa zestawu

Wykorzystanie istniejących algorytmów z uwzględnieniem ich złożoności obliczeniowej

Poziom

5

Orientacyjny nakład pracy [godz.]

70

Rodzaj zestawu

obowiązkowy

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Poszczególne efekty uczenia się oraz kryteria weryfikacji ich osiągnięcia

Efekt uczenia się

01. Charakteryzuje elementy teorii złożoności obliczeniowe

Kryteria weryfikacji

– omawia podstawowe klasy złożoności obliczeniowej (klasyfikacja złożoności); – szacuje czasową i pamięciową złożoność obliczeniową; – analizuje możliwości istniejących procesorów kwantowych pod względem uruchomienia danego programu.

Efekt uczenia się

02. Wykorzystuje algorytmy kwantowe

Kryteria weryfikacji

– omawia podstawowe algorytmy zawarte w oprogramowaniu narzędziowym Qiskit oraz ich zastosowania w zakresie uczenia maszynowego, problemów optymalizacyjnych, symulacji układów fizycznych i chemicznych (np.: Grover, Shor, VQE); – omawia i wykonuje obliczenia hybrydowe (klasyczno-kwantowe); – wykorzystuje gotowe implementacje algorytmów w oprogramowaniu narzędziowym Qiskit; – rozwiązuje wybrane problemy, adaptując konkretne algorytmy kwantowe; – omawia i analizuje różnice pomiędzy algorytmami klasycznymi i kwantowymi w zastosowaniu do podobnych klas problemów.

Informacje o instytucjach uprawnionych do nadawania kwalifikacji

Wnioskodawca

IBM Polska Sp. z o.o.

Minister właściwy

Minister Cyfryzacji

Okres ważności dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji i warunki przedłużenia jego ważności

Bezterminowo

Termin dokonywania przeglądów kwalifikacji (dotyczy kwalifikacji rynkowych)

2033-02-10

Nazwa dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji

Certyfikat

Uprawnienia związane z posiadaniem kwalifikacji

nie dotyczy

Kod dziedziny kształcenia

481 - Informatyka

Kod PKD

Kod	Nazwa
62.01	Działalność związana z oprogramowaniem
62.02	Działalność związana z doradztwem w zakresie informatyki
62.09	Pozostała działalność usługowa w zakresie technologii informatycznych i komputerowych

Kod kwalifikacji w ZRK

5C482300028

Status

Włączona