

Zintegrowany Rejestr Kwalifikacji

Formularz dla kwalifikacji - podgląd

Typ wniosku

Wniosek o włączenie kwalifikacji do ZSK

Nazwa kwalifikacji-

Programowanie komputerów kwantowych

Skrót nazwy

Rodzaj kwalifikacji*

kwalifikacja cząstkowa

Proponowany poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji

5

Krótką charakterystyką kwalifikacji, obejmującą informacje o działaniach lub zadaniach, które potrafi wykonywać osoba posiadająca tę kwalifikację oraz orientacyjny koszt uzyskania dokumentu potwierdzającego otrzymanie danej kwalifikacji*

Osoba posiadająca kwalifikację samodzielnie tworzy programy i uruchamia je na komputerach lub symulatorach kwantowych. Wykonując umiarkowane 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 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. 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 koszt uzyskania dokumentu potwierdzającego otrzymanie danej kwalifikacji 500 zł.

Orientacyjny nakład pracy potrzebny do uzyskania kwalifikacji [godz.]*

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.

Należy zaznaczyć poniższe pole jeśli dotyczy (pole wprowadzone od 1.09.2019 r.)

Możliwe jest przygotowanie do uzyskania kwalifikacji w ramach obowiązkowych zajęć edukacyjnych z zakresu kształcenia zawodowego (branżowa szkoła I stopnia, technikum, szkoła policealna)

[Rozporządzenie MEN z dnia 16 maja 2019 r.](#)

Wskazanie zawodów szkolnictwa zawodowego, z którymi związana jest kwalifikacja

- BRANŻA TELEINFORMATYCZNA (INF) - Technik informatyk (351203) od 1 września 2019r.
- BRANŻA TELEINFORMATYCZNA (INF) - Technik programista (351406) od 1 września 2019r.
- BRANŻA TELEINFORMATYCZNA (INF) - Technik teleinformatyk (351103) od 1 września 2019r.

Wymagane kwalifikacje poprzedzające

Opis

brak

Lista

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

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. Niestety, na rynku jest niewielu specjalistów w dziedzinie informatyki kwantowej. Aktualnie są to w głównie pracownicy naukowci 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.

Należy zaznaczyć poniższe pole jeśli dotyczy (pole wprowadzone od 1.09.2019 r.)

Kwalifikacja zawiera wspólne lub zbliżone zestawy efektów kształcenia z „dodatkowymi umiejętnościami zawodowymi” w zakresie wybranych zawodów szkolnictwa branżowego
[Dodatkowe umiejętności zawodowe](#)

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). Potencjalne zastosowania komputerów kwantowych nie zostały jeszcze dokładnie poznane.

Wymagania dotyczące walidacji i podmiotów przeprowadzających walidację*

1. Etap weryfikacji 1.1 Metody: - test teoretyczny, - obserwacja w warunkach symulowanych/rzeczywistych, - wywiad swobodny, - analiza dowodów i deklaracji. Do weryfikacji efektów uczenia się stosuje się następujące metody: test teoretyczny i obserwacja w warunkach symulowanych (zadania praktyczne) uzupełniona wywiadem swobodnym lub ustrukturyzowanym (rozmową z komisją). 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 uzupełnionej 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 z 2 asesorów. Każdy z członków komisji musi spełniać przynajmniej 2 z następujących wymogów: - posiada minimum 2-letnie udokumentowane doświadczenie w zakresie programowania komputerów kwantowych, - posiada udokumentowane doświadczenie (minimum 50 godzin w okresie 2 ostatnich lat) w prowadzeniu i projektowaniu szkoleń z zakresu programowania komputerów kwantowych z wykorzystaniem oprogramowania Qiskit, - jest autorem/współautorem co najmniej 2 publikacji (naukowych lub popularno-naukowych) w tematyce informatyki kwantowej z wykorzystaniem oprogramowania Qiskit, - posiada udokumentowane doświadczenie w weryfikowaniu efektów uczenia się z zakresu tej kwalifikacji, - posiada stopień naukowy doktora z jednej z dziedzin: informatyki, fizyki, matematyki, chemii.

1.3 Sposób organizacji walidacji oraz warunki organizacyjne i materialne. Instytucja prowadząca walidację zapewnia: do części praktycznej: - komputer z dostępem do internetu, - dostęp do środowiska umożliwiającego programowanie w Qiskit. do części teoretycznej: - test w języku angielskim w formie papierowej lub formie elektronicznej, - standardowe warunki umożliwiające samodzielną pracę osoby przystępującej do walidacji.

2. Etap identyfikowania i dokumentowania efektów uczenia się. Nie określa się wymagań dot. etapów identyfikowania i dokumentowania efektów uczenia się.

Propozycja odniesienia do poziomu sektorowych ram kwalifikacji (o ile dotyczy)
nie dotyczy

Syntetyczna charakterystyka efektów uczenia się*

Osoba posiadająca kwalifikację samodzielnie tworzy programy i uruchamia je na komputerach lub symulatorach kwantowych. Wykonując umiarkowane 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.

Zestawy efektów uczenia się

Numer zestawu w kwalifikacji

1

Nazwa zestawu*

Podstawy algebry liniowej

Poziom PRK*

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

1. Wykonuje **podstawowe 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

2. Wykonuje **obliczenia na liczbach zespolonych**

Kryteria weryfikacji*

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

Efekt uczenia się

- 3. 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 PRK*

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

1. Posługuje się podstawową 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

2. Omawia pojęcia z zakresu informatyki kwantowej

Kryteria weryfikacji*

- omawia pojęcie ku bitu 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 PRK*

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

2. Wykorzystuje komputery kwantowe przy użyciu oprogramowania Qiskit

Kryteria weryfikacji*

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

Efekt uczenia się

3. 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

4. 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 Qiskit-a do minimalizacji wpływu błędów/szumów na wynik obliczeń.

Efekt uczenia się

5. 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 PRK*

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

1. Charakteryzuje elementy teorii złożoności obliczeniowej

Kryteria weryfikacji*

- omawia podstawowe kategorie złożoności obliczeniowej (klasyfikacja złożoności), - szacuje czasową i pamięciową złożoność obliczeniową, - analizuje możliwości istniejących procesorów **kwantowych pod względem uruchomienia danego** programu.

Efekt uczenia się

2. Wykorzystuje algorytmy kwantowe

Kryteria weryfikacji*

- omawia podstawowe algorytmy zawarte w bibliotece 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-quantowe), - wykorzystuje gotowe implementacje algorytmów w bibliotece Qiskit, - rozwiązuje wybrane problemy, adaptując konkretne algorytmy kwantowe.

Informacje o instytucjach uprawnionych do nadawania kwalifikacji

Wnioskodawca

IBM Polska Sp. z o.o.

Minister właściwy

Minister Rozwoju, Pracy i Technologii

Okres ważności dokumentu potwierdzającego nadanie kwalifikacji i warunki przedłużenia jego ważności*

Kwalifikacja ważna bezterminowo

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

Status

Dokumenty

Tytuł dokumentu

1 Opis programu edukacyjnego P-TECH

2 Opłata za wniosek

Oświadczam, że dane zawarte we wniosku o włączenie kwalifikacji rynkowej do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji są zgodne z prawdą. Jestem świadomy odpowiedzialności karnej za złożenie fałszywego oświadczenia.

Dane o podmiocie, który złożył wniosek

IBM Polska Sp. z o.o.

Siedziba i adres: ul. Krakowiaków 32, 02-255 Warszawa

NIP: 5260300724

Numer KRS: 0000012941

Reprezentacja: Marcin Kałuża, Członek Zarządu

Adres elektroniczny osoby wnoszącej wniosek: Roman.Krzosl@ibm.com

**Marcin
Kałuża**

Marcin Kałuża
Data: 2021.07.19
14:38:37 +02'00'

Elektronicznie
podpisany przez