

## SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA (parametry i wymagania minimalne)

### Nazwa nadana postępowaniu:

Przedmiotem zamówienia jest sprzedaż i dostawa oprogramowania programistyczno-symulacyjnego do wykonywania obliczeń naukowych i inżynierskich oraz tworzenia symulacji komputerowych dla Biura Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego.

### Pozycja nr 1: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:3 licencje

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Zintegrowany język wysokiego poziomu do obliczeń numerycznych, wizualizacji tworzenia aplikacji.
- Interaktywne środowisko dla iteracyjnej analizy i rozwiązywania problemów.
- Wbudowane funkcje matematyczne wspomagające obliczenia z zakresu algebry liniowej, statystyki, analizy Fouriera, filtrowania, optymalizacji oraz rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych.
- Interaktywne narzędzia do eksploracji i wizualizacji danych (2D i 3D).
- Narzędzia służące utrzymaniu przejrzystości oraz poprawności kodu a także maksymalizacji jego wydajności.
- Narzędzia do tworzenia interfejsu graficznego dla aplikacji (GUI).
- Funkcje integrujące algorytmy opracowane np. w środowisku MATLAB z zewnętrznymi aplikacjami oraz językami programowania tj. np. C, Java, Python, .NET, and Microsoft Excel.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Matlab*

### Pozycja nr 2: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:1 licencja

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Edytor graficzny do tworzenia i zarządzania hierarchicznymi schematami blokowymi.
- Biblioteki predefiniowanych bloków do modelowania systemów dyskretnych oraz ciągłych.
- Silnik symulacji ze stało- i zmiennokrokowymi solverami ODE.
- Bloki do wizualizacji wyników symulacji.
- Narzędzia zarządzania projektem i danymi.
- Blok umożliwiający import algorytmów np. MATLABa do modelu.
- Narzędzia importu kodu np. C i C++ do modeli.
- Implementacja algorytmów na tanich platformach sprzętowych (*low-cost hardware platforms*), takich jak np. Arduino, Raspberry Pi, LEGO Mindstorms EV3.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Simulink*

### Pozycja nr 3: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:2 licencje

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Płytkie sieci neuronowe (ang. *shallow networks*):
  - sieci nadzorowane (uczenie z nauczycielem), w tym wielowarstwowe, z funkcjami o symetrii kołowej (radialne), LVQ, z opóźnieniem czasowym, NARX, LRN.
  - Sieci bez nadzoru, w tym mapy samoorganizujące i warstwy neuronów współzawodniczących.
- Uczenie głębokie, w tym konwolucyjne sieci neuronowe (CNN), sieci DAG oraz LSTM, autoenkodery i sieci o architekturze typu GAN.
- Graficzny interfejs użytkownika do tworzenia, uczenia i symulowania sieci neuronowych.
- Wsparcie dla obliczeń równoległych oraz z wykorzystaniem GPU w celu przyspieszenia uczenia się (z wykorzystaniem np. modułu Parallel Computing Toolbox).
- Zwiększanie efektywności uczenia się dzięki funkcjom przetwarzającym dane przed i po uczeniu sieci.
- Modularna reprezentacja sieci, pozwalająca na zadawanie dowolnej liczby warstw wejściowych i dowolnej liczby połączeń między warstwami.
- Zbiór bloków np. typu Simulinka do budowania i oceny płytkich sieci neuronowych wraz z dokumentacją i demonstracyjnymi aplikacjami systemów sterowania.
- Importowanie gotowych, wytrenowanych modeli sieci głębokich (np. typu AlexNet, VGG-16, VGG-19, Caffe Model Zoo).

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Deep Learning Toolbox*

### Pozycja nr 4: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:1 licencja

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Modele jednoczynnikowe np. typu ARMAX/GARCH, w tym np. EGARCH, GJR i inne warianty.
- Wieloczynnikową symulację i prognozowanie np. VAR, VEC i modele kointegracyjne.
- Modele przestrzeni stanów i filtry Kalmana do estymacji parametrów.

- Testy pierwiastka jednostkowego (np. Dickeya-Fullera, Phillipsa-Perrona) i stacjonarności (np. Leybourne'a-McCabe'a, KPSS).
- Diagnostyka pre- i postestymacyjna oraz testy statystyczne, w tym test wskaźnika prawdopodobieństw, test LM, test Walda, test Engle'a efektu ARCH i test Q Ljung-Boxa.
- Testy kointegracji, w tym Engle'a-Grangera i Johansena.
- Narzędzia diagnostyczne i wspomagające m.in. wybór modelu z wykorzystaniem kryteriów informacyjnych AIC/BIC oraz autokorelację, korelację krzyżową i częściową.
- Filtr Hodricka-Prescotta do analizy cyklu koniunkturalnego.
- Analiza struktury i ewolucji modeli Markova używających dyskretnych łańcuchów Markova.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Econometrics Toolbox*

#### **Pozycja nr 5: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:1 licencja**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Interaktywne narzędzia pozwalające na definicję i rozwiązanie problemów optymalizacyjnych oraz monitorowanie postępu prac z tym związanych.
- Solvery globalnego wyszukiwania oraz typu multistart do znajdowania jednego lub wielu optimum globalnych.
- Narzędzia do stosowania algorytmów genetycznych (w tym wielokryterialnych), wspierających liniowe i nieliniowe ograniczenia.
- Metodę numeryczną „pattern search” dla ograniczeń liniowych, nieliniowych oraz brzegowych.
- Symulowane wyzarzanie z zaimplementowaną metodą losowego wyszukiwania, wbudowane narzędzia dające możliwość definiowania procesu wygrzewania, temperatury i kryteriów akceptacji.
- Wsparcie dla obliczeń równoległych.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Global Optimization Toolbox*

#### **Pozycja nr 6: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:1 licencja**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Automatyczną konwersję własnej aplikacji stworzonej do samodzielnego pliku wykonywalnego lub aplikacji webowej.
- Możliwość bezpłatnej dystrybucji aplikacji wśród użytkowników.
- Integracja aplikacji z aplikacjami do *Big Data* – MapReduce i Spark™.
- Możliwość hostowania aplikacji webowych, dostępnych dla użytkowników z poziomu przeglądark, dzięki wersji deweloperskiej *Przykładowe rozwiązanie to np. moduł MATLAB Web App Server, zawarty w module MATLAB Compiler.*
- Szyfrowanie kodu np. MATLAB w celu ochrony własności intelektualnej.
- Możliwość bezpłatnej dystrybucji nakładek np. na Excela (*Excel add-ins*) na komputerach bez zainstalowanego MATLABa.
- Automatyczną konwersję typów danych między co najmniej Excelem i MATLABem.
- Proste tworzenie makr VBA komunikujących się min. z MATLABem z poziomu Excela.
- Możliwość prototypowania w środowisku np. Excel i debugowania kodu źródłowego w środowisku np. MATLAB.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. MATLAB Compiler*

#### **Pozycja nr 7: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:1 licencja**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Aplikację z graficznym interfejsem użytkownika do definiowania (min. typ zadania, zmienne decyzyjne, funkcja celu, ograniczenia, parametry metody) i rozwiązywania problemów optymalizacji oraz monitorowania procesów z tym związanych.
- Optymalizację nieliniową i wielokryterialną.
- Solvery dla regresji nieliniowej metodą najmniejszych kwadratów, dopasowywania danych i równań nieliniowych.
- Rozwiązywanie zadań programowania liniowego, także mieszanych (z ciągłymi i całkowitoliczbowymi zmiennymi decyzyjnymi) oraz zadań programowania kwadratowego.
- Przyspieszenie działania solverów nieliniowych z ograniczeniami z wykorzystaniem modułu np. Parallel Computing Toolbox.
- Generacja kodu np. C/C++ dla problemów programowania kwadratowego (quadprog) oraz nieliniowych problemów optymalizacji (fmincon) z wykorzystaniem modułu np. MATLAB Coder.
- Narzędzia do automatycznego różnicowania funkcji celu oraz ograniczeń, mające za zadanie uzyskanie dokładniejszych rozwiązań w krótszym czasie.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Optimization Toolbox*

#### **Pozycja nr 8: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych:1 licencja**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Funkcje i aplikacje do analizy, preprocessingu i ekstrakcji cech z jednostajnie i niejednostajnie próbkowanych sygnałów.

- Transformaty sygnałów, m.in. szybka transformata Fouriera (FFT), krótkookresowa transformata Fouriera (STFT), transformata Hilberta.
- Metody projektowania filtrów FIR i IIR, ich analiza i implementacja.
- Możliwość projektowania filtrów analogowych: min. Butterwortha, Czebyszewa, Bessla i eliptycznych oraz ich konwersji na postać cyfrową za pomocą metod transformacji biliniowej i niezmienności odpowiedzi impulsowej.
- Aplikację np. typu Filter Designer do interaktywnego projektowania i analizy filtrów o określonych charakterystykach.
- Funkcje do generacji sygnałów takich jak sinus, prostokąt, piła, delta Kroneckera.
- Pomiary i analizy statystyczne sygnałów.
- Algorytmy estymacji widmowej gęstości mocy, m.in. periodogram, funkcje Welch, Burga, Yule-Walkera.
- Pomiary widma mocy sygnału i parametrów takich jak SNR, THD i SINAD.
- Narzędzia do analizy okien czasowych.
- Modelowanie parametryczne i predykcyjne systemów liniowych.
- Narzędzia do etykietowania fragmentów sygnałów do celów trenowania i walidacji modeli uczenia maszynowego.
- Możliwość przeprowadzenia analizy modalnej oraz analizy rzędu sygnałów wibracyjnych.
- Wsparcie generacji kodu C/C++ oraz zoptymalizowanego kodu CUDA.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Signal Processing Toolbox*

### **Pozycja nr 9: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych: 2 licencje**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Techniki regresyjne, w tym regresja liniowa, regresja liniowa uogólniona, regresja nieliniowa, regresja odporna, ANOVA i modele mieszane.
- Jedno- i wielowymiarowe rozkłady prawdopodobieństwa.
- Generatory liczb losowych i pseudolosowych oraz łańcuchy Markova.
- Testowanie hipotez statystycznych.
- Testy hipotez dla różnych rozkładów, miary rozproszenia i położenia a także techniki planowania doświadczeń (DOE) dla planów zoptymalizowanych, planów czynnikowych oraz planów powierzchni odpowiedzi.
- Algorytmy nadzorowanego uczenia maszynowego, w tym algorytm Maszyn Wektorów Nośnych (SVMs), drzewa klasyfikacyjne i regresyjne boosted/bagged, algorytm k-najbliższych sąsiadów, naiwny klasyfikator bayesowski, analizy dyskryminacyjne.
- Algorytmy nienadzorowanego uczenia maszynowego, w tym algorytm k-średnich (centroidów), grupowania hierarchicznego, mieszanina rozkładów Gaussa i ukryte modele Markova.
- Algorytmy przetwarzania dużych zbiorów danych (Big Data) m.in. redukcja wymiarowa, statystyki opisowe, regresje liniowe, logistyczne i analiza dyskryminacyjna.
- Możliwość opracowywania modeli predykcyjnych w sposób interaktywny z użyciem np. aplikacji typu Classification Learner App oraz Regression Learner App, a także w sposób programistyczny z użyciem procesu AutoML.
- Możliwość zastosowania interpretowalnych technik, takich jak wykresów częściowej zależności oraz techniki LIME.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Statistics and Machine Learning Toolbox*

### **Pozycja nr 10: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych: 1 licencja**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Identyfikację transmitancji modelu procesu oraz modelu w postaci równań stanu z wykorzystaniem odpowiedzi w dziedzinie czasu i częstotliwości.
- Estymację online parametrów modelu.
- Modelowanie szeregów czasowych (np. AR, ARMA) i prognozowanie.
- Identyfikację nieliniowych modeli ARX i modeli Hammerstein-Wienera z nieliniowościami wejścia-wyjścia, takimi jak nasycenie i martwa strefa.
- Identyfikację liniowych i nieliniowych systemów w postaci „szarej skrzynki”.
- Estymację opóźnienia, usuwanie trendu, filtrowanie, resampling oraz rekonstrukcja brakujących danych.
- Aplikację do interaktywnej estymacji modeli liniowych i nieliniowych systemu na bazie zmierzonych danych wejściowych i wyjściowych.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. System Identification Toolbox*

### **Pozycja nr 11: Sprzedaż i dostawa oprogramowania o następujących parametrach minimalnych: 1 licencja**

Oprogramowanie musi posiadać co najmniej:

- Ciągłą transformację falkową (CWT), skalogram i falki koherentne do celów analizy cech spektralnych w czasie, identyfikację powtarzalnych zmiennych w czasie wzorów w dwóch sygnałach oraz filtracji zlokalizowanej w czasie.

- Dyskretną analizę falkową, w tym decymowana, podwójnego drzewa i transformat falkowych pakietowych – do celów analizy sygnałów i obrazów o różnych rozdzielczościach i znajdowania punktów zmiany, nieciągłości i innych artefaktów.
- Kompresję i rekonstrukcję sygnałów i obrazów, w tym dopasowujące algorytmy poszukiwań.
- Banki rekonstrukcyjnych filtrów ortogonalnych i nieortogonalnych w tym np. Daubechies, Coiflet, Haar, Fejer-Korovkin.
- Metoda udoskonalania ułatwiająca konstruowanie niestandardowych falek.
- Wsparcie generacji kodu C/C++ oraz kodu CUDA z większości funkcji modułu.

*Przykładowe oprogramowanie spełniające powyższe wymagania to np. Wavelet Toolbox*