

zapewnić nam znalezienie optymalnego rozwiązania o dopuszczalnej konfiguracji.

Pozostaje skonstruowanie tego fragmentu funkcji celu, który spenalizuje rozwiązania, w których sąsiednie regiony są pokolorowane w ten sam sposób. Jeżeli  $i$ -ty oraz  $j$ -ty region sąsiadują, to dla żadnego  $k = 1, 2, 3, 4$  nie może spełniona być równość  $q_{ij} = q_{ik} = 1$ , lub równoważnie  $q_{ij}q_{ik} = 1$ . Kolejnym składnikiem naszej „energii” jest więc  $g(q_{ik}, q_{jk}) = q_{ik}q_{jk}$ .

Ostatecznie zatem, poszukujemy konfiguracji szklą spinowego minimalizującego energię

$$(3) \quad H_1(\mathbf{q}) = \alpha \sum_{\langle i,j \rangle} \sum_k q_{ik}q_{jk} + \beta \sum_i f(q_{i1}, q_{i2}, q_{i3}, q_{i4}),$$

przy czym  $\alpha$  i  $\beta$  to pewne stałe dodatnie, a notacja  $\langle i, j \rangle$  oznacza sąsiadujące regiony o numerach  $i$  oraz  $j$ . Teraz wystarczy dodać  $H_0$  i wyzarać rozwiązanie.

Koncepcyjnie mamy już skonstruowany problem optymalizacyjny, ale, niestety, dla większości map nie wystarczy to do rozwiązania go na maszynie D-Wave. Powodem jest topologia grafu tworzonego przez kubity – graf ten, mimo sporej liczby kubitów, jest dość rzadki, ma stosunkowo mało krawędzi, co widać na rysunku na tylnej okładce. Będziemy musieli się więc uciec do tak zwanego *embeddingu*. Idea jest prosta, ale w praktyce często wymagająca w realizacji: łączymy kilka kubitów fizycznych w jeden logiczny. Taki logiczny kubit będzie miał więcej sąsiadów niż każdy ze składowych fizycznych kubitów. Wynik naszych starań widzimy na rysunku.

### Łyżka dziegiu

Zaskakująco wiele problemów znanych z klasycznej teorii obliczeń daje się wyrazić w języku spinowego szklą Isinga. W szczególności można to zrobić w przypadku

wszystkich 21 problemów Karpa. Czy to oznacza, że ich rozwiązanie można zawsze wyzarać, używając do tego maszyn D-Wave? Niestety, jeszcze nie. Jednym z powodów jest wspomniane już ograniczenie narzucane przez topologię chimery ukrytej w maszynie D-Wave: zaskakująco niewiele spośród naprawdę ciekawych problemów daje się zapisać na takim typie grafu. Co więcej, nawet jeśli okazuje się to możliwe, wcale nie jest oczywiste, czy warto to robić (może się okazać, że czas rozwiązania jest wciąż porównywalny z najlepszymi rozwiązaniami dla komputerów klasycznych). Wyniki intensywnych badań prowadzonych przez fizyków przy użyciu maszyn D-Wave oraz nad maszynami D-Wave wskazują, że oczekiwane „kwantowe przyśpieszenie” wyzaranja kwantowego nie jest wcale oczywiste. Uniwersalnym kandydatem na winnego wszelkich niepowodzeń informatyki kwantowej jest wszechobecna dekoherencja, i choć w porównaniu do wnętrza maszyn D-Wave przestrzeń kosmiczna jest całkiem ciepłym miejscem, nie można wykluczyć, że D-Wave pracuje w reżimie nie dość adiabatycznym. Nie można jednak wykluczyć, że problemem znów jest chimera, gdyż pechowym zbiegiem okoliczności, dla tego typu grafów wyzarcie kwantowe jest nie lepsze niż klasyczne algorytmy, takie jak choćby symulowane wyzarcie lub dynamika molekularna. Maszyny D-Wave rosną jak na drożdżach, na chimerę w ich trzewiach składa się coraz to więcej kubitów. To dobrze, gdyż daje to użytkownikom możliwość wykorzystania skutecznego *embeddingu* i tworzenia kubitów logicznych. Z drugiej jednak strony dopiero możliwość implementacji szerszej klasy mniej chimerycznych grafów da nam odpowiedź, czy w przyszłości będziemy wyzarać kwantowo rozwiązanie naszych problemów optymalizacyjnych.

## Protokół posiedzenia Jury

### XXXIX Konkursu Uczniowskich Prac z Matematyki im. Pawła Domańskiego

Jury Konkursu Uczniowskich Prac z Matematyki w składzie: Andrzej Komisarski – przewodniczący jury, Adam Dzedzej, Andrzej Grzesik, Kamila Łyczek, Zdzisław Pogoda, Daniel Strzelecki po wysłuchaniu w dniu 20 września 2017 roku w Lublinie prezentacji prac dopuszczonych do finału, biorąc pod uwagę dobór tematów, treść prac i sposób ich przedstawienia, postanowiło, co następuje:

• srebrne medale i nagrody w wysokości 1200 zł otrzymują prace

*Podzielność silni a suma cyfr* **Wojciecha Kretowicza** z I LO im. Cypriana Kamila Norwida w Bydgoszczy oraz

*Twierdzenie Sylwestera–Gallai dla okręgów* **Radosława Peszkowskiego, Andrzeja Szablewskiego** z Gimnazjum im. Jana Matejki w Zabierzowie i **Tobiasza Szemberga**

z VII Liceum Ogólnokształcącego im. Zofii Nałkowskiej w Krakowie;

• wyróżnienie i nagrodę w wysokości 300 zł otrzymuje praca *Paradoks pierwszeństwa, czyli gry zaprzeczające intuicjom o prawdopodobieństwie* **Małgorzaty Róg** z V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie.

W finale wzięły udział również prace

*Słowo o quasi-kwadratach* **Pawła Sawickiego** z III LO w Gdyni

i *Diagramy Semena Słobodianiuka*

z Ogólnokształcącej Szkoły Muzycznej im. Zenona Brzewskiego w Warszawie.

Opiekunowie prac: Mariusz Adamczak, Jacek Dymel, Tomasz Szemberg i Wojciech Tomalczyk otrzymują dyplomy honorowe.

Finaliści i opiekunowie prac otrzymują również nagrody rzeczowe ufundowane przez Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Wydawnictwo Szkolne Omega i Wydawnictwo Aksjomat.

**Prace nadsyłane na Konkurs** powinny być samodzielnie przygotowanym przez ucznia opracowaniem, zawierającym nowe wyniki lub nowe twórcze ujęcie tematu.

Szczegółowy regulamin Konkursu znajduje się na stronie [deltami.edu.pl](http://deltami.edu.pl) Termin nadsyłania prac w kolejnej edycji konkursu to **30 kwietnia 2018 roku**.